

Уманський національний університет садівництва
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАНУ
Українське товариство генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова
Всеукраїнський науковий інститут селекції

**МАТЕРІАЛИ VIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА
НАУКА І ОСВІТА»**

(Парієві читання)

18–20 березня 2019 року

Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання) //
Матеріали VIII міжнародної наукової конференції 18–20 березня
2019 року / [Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін.]. – Умань,
2019. – 300 с.

У збірнику тез висвітлено результати наукових досліджень
науковців України, Азербайджану, Великобританії, Білорусі, Молдови
та Росії з актуальних питань генетики, селекції рослин і біотехнології.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Непочатенко О. О. – доктор економ. наук, професор (відповідальний редактор);
Рябовол Л. О. – доктор с.-г. наук, професор (заступник відповідального редактора);
Карпенко В. П. – доктор с.-г. наук, професор, академік АН ВО України;
Мостов'як І. І. – кандидат с.-г. наук, доцент;
Корнієнко А. В. – доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент РАСГН;
Кунах В. А. – доктор біол. наук, професор, член-кореспондент НАНУ;
Косенко І. С. – доктор біол. наук, професор, член-кореспондент НАНУ;
Крижанівський В. Г. – кандидат с.-г. наук;
Опалко А. І. – кандидат с.-г. наук, професор;
Полторецький С. П. – доктор с.-г. наук, професор (технічний редактор);
Сержук О. П. – кандидат с.-г. наук, доцент (відповідальний секретар);
Діордієва І. П. – кандидат с.-г. наук;
Коцюба С. П. – кандидат с.-г. наук;
Любченко А. І. – кандидат с.-г. наук, доцент;
Макарчук М. О. – кандидат с.-г. наук;
Новак Ж. М. – кандидат с.-г. наук, доцент;
Рябовол Я. С. – кандидат с.-г. наук.

***Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії УНУС,
протокол № 5 від 20.03.2019 р.***

За достовірність опублікованих матеріалів відповідальність несуть автори.

ВЛИЯНИЕ КРАСНОГО И ДАЛЬНЕ-КРАСНОГО СВЕТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФИТОХРОМА И АКТИВНОСТЬ ФОТОСИСТЕМЫ 2 В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ *NACL*

**И.В. Азизов, Ф.И. Гасимова, У.Ф. Ибрагимова,
К.Р. Тагиева, А.Б. Абдуллаева**

*Институт молекулярной биологии и биотехнологий
Национальной академии наук Азербайджана
e-mail: Ibrahim.azizov47@gmail.com*

Общеизвестно, что растения используют свет в качестве источника энергии для ключевых метаболических процессов, роста и размножения. В ходе эволюции растения приобрели множество фотосенсорных механизмов, которые позволяют им определять количество, качество и направление действия света (Alba et al. 2000). Хотя растения способны реагировать на различные длины волн с помощью нескольких фотосенсорных механизмов, изменения в метаболизме и развитии контролируются тремя основными группами фоторецепторов: фитохромами (Essen et al. 2008), и криптохромами и фототропинами, которые воспринимают ультрафиолетовый свет (UV-A; 320–400 нм). Фитохромная система регулирует широкий спектр физиологических процессов от прорастания семян до цветения и плодоношения. Реакция метаболизма растения на действие различных повреждающих факторов, таких как неблагоприятные температуры, засоленность, засуха, УФ-излучение также находится под контролем фитохромной системы. Предполагается, что регуляторные эффекты фитохромов связаны, прежде всего, с их влиянием на активность ферментов, регулирующих метаболические процессы, в частности биосинтеза низкомолекулярных антиоксидантов и фотосинтетических пигментов, а также уровня экспрессии фитохром регулируемых генов. Фитохромы- пептиды ~ 120 кДа с ковалентно связанным линейным тетрапиррол-билиновым хромофором (образующим комплекс, называемый холопротеином) При возбуждении красным (К) или дальним красным светом (ДК) хромофор билина подвергается изомеризации превращая К-поглощающую молекулу в ДК поглощающую или наоборот. Важно отметить, что в отсутствие света термический процесс, известный как преобразование темноты, медленно превращает ДК в форму К (Furuya and Schäfer 1996; Ádám et al. 2011). Поскольку многие ответы фитохрома активируются красным светом, ДК считается активной формой фитохрома. Фитохромы также участвуют в процессе, называемом «избегание тени». Фотосинтетические пигменты, такие как хлорофилл и каротиноиды, поглощают свет видимой области (К, но не ДК). По этой причине свет ДК плохо поглощается и обычно пропускается через листья (это также может отражаться). Таким образом, под тесных листьев растения сталкиваются с истощением К света и избытком ДК света (Franklin and Whitelam 2005; Franklin 2008). Растения в естественных условиях подвергаются действию абиотических стрессовых факторов, таких как высокая инсоляция, ультрафиолетовое облучение, гамма облучение, засоление, засуха, высокие и низкие температуры. Показано, что повышенное содержание активной формы фитохромов приводит к увеличению содержания каротиноидов и флавоноидов также к повышенной устойчивости фотосинтетического аппарата (ФА) растений. Уменьшение содержания фитохромов сопровождается снижением устойчивости ФА.

Изменения в системе фитохромов также приводят к быстрой регуляции экспрессии генов, кодирующих фотосинтетические белки, и антиоксидантные ферменты, которые меняются в активности. Фитохромы взаимодействуют с компонентами сигнализации о напряжении, и, как следствие, способствуют тонкой регуляции процессов фотосинтеза и стабильности ФА к изменению окружающей среды (Kreslavski и др., 2018). Известно, что засоленность снижает водный потенциал почвы и дисбаланс обмена веществ, таких как поглощение минеральных питательных веществ и их накопление в растении. Были предприняты значительные усилия, чтобы раскрыть генетические и биохимические механизмы, контролирующие толерантность растений к соли. Авторы (Cockburn и др., 1996) заметили, что при воздействии солевого (NaCl) стресса растение *Mesembryanthemum crystallinum* с C3 фотосинтеза переходит на САМ (метаболизм Crassulacean кислот). Растение обычно использует углеродную фиксацию C3, но когда оно испытывает водный или солевой стресс, оно может переключиться на метаболизм Crassulacean кислот. Этот эффект был выражен, если растения были выращены в среде, богатой К-светом. Cockburn и др. (1996) также показали, что свет с низким отношением К/ДК, в отличие от света с высоким отношением К/ДК, вызывает индукцию в образовании пинитола, растворимого углевода, который накапливается в ряде видов растений в условиях стресса. В последнее время проводятся исследования по изучению биохимических и молекулярных механизмов действия фитохромов в условиях солевого стресса. Для полного понимания защитной роли фитохрома, в условиях солевого стресса необходимы дальнейшие исследования.

Задачей настоящей работы является изучение действия красного и дальне-красного света на содержание фитохрома и активность фотосистемы 2 при солевом стрессе у этиолированных проростков двух генотипов пшеницы.

Объектом исследования были семена мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Пиршахин и твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) сорта Шарк. Семена проращивали в рулонах в растворах 100мМ, 150мМ и 200мМ хлористого натрия. У 7 и 14 дневных этиолированных проростков изучали действие красного и дальне красного света на параметры флуоресценции F_0 , F_m и Y (F_v/F_m) с применением интерференционных фильтров К₆₆₀ и ДК₇₃₀. Флуоресценцию измеряли с помощью фотосинтетического анализатора (РАМ, Germany). Концентрацию фитохрома определяли на спектрофотометре SP2000, путем измерения удельных максимумов поглощения при 660 и 730 нм., поскольку фитохром может существовать в двух формах. Расчет проводили по формуле $OD = OD_{660} - OD_{730}$ (Kroes, 1970), после облучения образца красным светом и снова после облучения дальним красным светом. Разница между этими двумя показателями является мерой активности фитохрома и пропорциональна концентрации фитохрома (Kroes, 1970). Статическая обработка данных проведена по программе Excel.

Результаты исследований показали, что с увеличением концентрации хлористого натрия снижается содержание фитохрома и эффективность работы фотосистемы 2, измеренной по параметрам флуоресценции (F_v/F_m). При действии красного (660 нм) света содержание фитохрома и эффективность работы фотосистемы 2 были выше, чем при действии дальнего красного света (730 нм) (таблица). Обнаружена прямая корреляция между содержанием фитохрома и эффективностью работы фотосистемы 2.

Содержание фитохрома (OD660nm – OD730 nm) и активность фотосистемы 2 (F_v/F_m) в проростках двух генотипов пшеницы при разных концентрациях хлористого натрия

№	Концентрация NaCl (мМ)	Содержание фитохрома (660nm–730nm)	F_v/F_m	
			660nm	730nm
	П И Р Ш А Х И Н			
1	Контроль	0,11	0,46 ± 0,02	0,41± 0,01
2	100	0,07	0,42 ± 0,01	0,38± 0,02
3	150	0,03	0,25 ± 0,02	0,15± 0,04
	Ш А Р К			
4	Контроль	0,07	0,29 ± 0,01	0,19± 0,02
5	100	0,05	0,27 ± 0,04	0,17± 0,03
6	150	0,04	0,13 ± 0,04	0,11± 0,01

При изучении влияния красного и дальне- красного света на содержание пигмента хлорофилла у растения *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Cockburn W., 1996) было выявлено, что красный свет стимулировал биосинтез хлорофилла как в нормальных, так и в получивших соль растениях. Красные и дальне- красные формы фитохрома также регулировали соотношения хлорофилла а к хлорофиллу в, биосинтез желтых и оранжевых пигментов. На основании полученных данных в этой работе показано, что фитохромы также регулируют переход растений от вегетативного периода к генеративный период развития.

В наших опытах сорт мягкой пшеницы отличался от сорта твердой пшеницы относительно высокой толерантностью к солевому стрессу. У сорта мягкой пшеницы Пиршахин содержание фитохрома и эффективность работы фотосистемы 2 было выше, чем сорта твердой пшеницы Шарк при солевом стрессе.

С возрастанiem концентрации хлористого натрия снижается содержание фитохрома в проростках пшеницы; Содержание фитохрома в проростках находится в прямой корреляции с эффективностью работы фотосистемы 2; Сорт мягкой пшеницы обладает относительно большой толерантностью к действию хлористого натрия.

Работа выполнена при поддержке Национальной Академии Наук Азербайджана по проекту Азербайджан – Белоруссия: «Фитохромная регуляция фотохимических процессов как фактор повышения стрессоустойчивости культурных растений».

Литература

1. Ádám E, Hussong A, Bindics J, Wust F, Viczián A, Essing M, Medzihradszky M, Kircher S, Schafer E, Nagy F (2011) Altered dark- and photoconversion of phytochrome B mediate extreme light sensitivity and loss of photoreversibility to the phyB-401 mutant. PLoS One 6:e27250.
2. Alba R, Kelmenson PM, Cordonnier-Pratt MM, Pratt LH (2000b) The phytochrome gene family in tomato and the rapid differential evolution of this family in angiosperms. Mol Biol Evol 17:362–373.
3. Cockburn W, Whitelam GC, Broad A, Smith J (1996) The participation of phytochrome in the signal transduction pathway of salt stress responses in *Mesembryanthemum crystallinum* L. J Exp Bot 47:647–653.

4. Essen LO, Mailliet J, Hughes J (2008) The structure of a complete phytochrome sensory module in the Pr ground state. Proc Natl Acad Sci USA 105:14709–14714.
5. Franklin, K.A. (2008) Shade avoidance. New Phytol 179:930–944.
6. Franklin KA, Whitelam, G.C. (2005) Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. Ann. Bot 96:169–175.
7. Furuya M, Schäfer, E. (1996) Photoperception and signalling of induction reactions by different phytochromes. Trends Plant Sci 1:301–307.
8. Kroes, H.H. A study of phytochrome, its isolation, structure and photochemical transformations 1970. 116 P.
9. Kreslavski, V.D., Los, D.A., Schmitt, F. – J., Zharmukhamedov, S.K., Kuznetsov, V.I., Allakhverdiev, S.I. (2018) The impact of the phytochromes on photosynthetic processes//BBA – Bioenergetics 1859 P.400–408.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ РАЗНОВИДНОСТИ У ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM DURUM* DESF.) С ISSR МАРКЕРАМИ

Г.Г. Ахмедова, Э.С. Гаджиев

*Институт Генетических Ресурсов НАНА, Баку, Азербайджан
e-mail: gultekin.ehmedova199@gmail.com*

Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) (AABB, $2n = 4x = 28$) является одной из крупнейших в мире зерновых и высокоэкономичных культур.

В исследовании была изучена родственная связь между генетическим разнообразием и генетическим отношением в коллекции из 24 образцов пшеницы с использованием маркеров ISSR. Анализ ПЦР был поставлен с 7 маркерами ISSR с ПЦР основой, анализы были продолжены с 4 ISSR (UBC 823, 834, 840 и 857) праймерами, которые давали только полиморфные и ясные звенья. В коллекции пшеницы, состоящий из 24 образцов, по 4 ISSR праймера, 22 выявили себя полиморфными, 25 звенья были синтезированы. И так, с праймером UBC 823 были амплифицированы 5 звенья, с UBC 834 и UBC 840 их было 6 и 8 звенья были амплифицированы с праймером UBC 857. Количество средних звеньев, синтезированных через 4 праймера в анализах, составило 6,3.

Что касается количества полиморфных звеньев, следует отметить, что самый высокий (8 звенья) результат был получен праймером UBC 857. С помощью праймеров UBC 834 и UBC 840 были синтезированы 5, а с праймером UBC 823 были получены 4 полиморфов, в результате чего было получено в общей сложности 22 полиморфных ампликона и средний показатель составил 5,5. Низкий показатель полиморфизма в коллекции может быть объяснен небольшим количеством изученных образцов и частично самоопыляющимся растением пшеницы. Полиморфизм в 24 исследованных образцах пшеницы варьировал между 21–33%, в среднем 24%.

С целью оценки эффективности системы маркеров для исследуемой коллекции несколько статистических параметров были изучены.

Для праймера UBC 823 (3.2), самый низкий показатель эффективного мультиплексного коэффициента (ЭМК) была получена на основе фракции локуса полиморфа, а средний показатель для каждого праймера составило 4,9. Значение индекса маркера для праймеров составило 0,333 единицы в диапазоне от 0,002 до

0,652. На основе профилей ISSR был рассчитан коэффициент генетического разнообразия (КГР) для твердых сортов сорта пшеницы.

В коллекции твердой пшеницы высокий КГР наблюдался в праймере UBC 857. Таким образом, соотношение генетического разнообразия, рассчитанное на основе этого праймера, составило 0,65 единицы. С праймером UBC 834 показатели КГР составили 0,46 ед., а с праймером UBC 840–0,46 самые низкие показатели составили 0,22 ед. Для исследуемых образцов средняя оценка генетического разнообразия в целом составила 0,33 единицы. Согласно всей доступной информации, можно сказать что, с UBC 857 возможности добиться более высокой урожайности в коллекции твердой пшеницы, и этот праймер может быть рекомендовано, для его использования в будущих исследованиях.

Таким образом, генетическое разнообразие, обнаруженное между образцами твердой пшеницы различного происхождения посредством экспериментов, позволяет увеличить генетическую вариацию среди этих примеров, а также с генетической точки зрения выбирать различные родительские формы.

SPREADING OF PEAR VARIETIES IN AZERBAIJAN AND THEIR BIOMORPHOLOGICAL PARAMETERS

N.S. Babayeva, H.M. Shikhlinski

Institute of Genetic Resources of ANAS

e-mail: nazli.bva@mail.ru, sh.haci@yahoo.com

Pear is widely cultivated in most regions of our republic. It is high productive crop. In ordinary gardens productivity of pear is 130–140 centners per hectare and 300–450 centners in intensive gardens. Depending on their maturity, pear varieties are divided into three places: summer, fall and winter [2].

Pearus Communis L. is part of the *Pyrus genus* of the *Rosaceae* family. 60 of its varieties spread in the world, 30 in the CIS, 24 in the Caucasus, and 11 in Azerbaijan [4].

The main goal of the Gusar fruit cultivation sorting station is to experiment with the newly created varieties and hybrids of agricultural plants, to ensure the preservation and selection of varieties of different fruit crops, collective gardens and genetic resources in their natural habitat. Every year, there are more than 50 sort-testing activities in the station. There are currently 48 species of apples, 9 varieties of pear and 13 varieties of cherry in the Gusar fruit cultivation sorting station.

Currently, there are 64 species of perennial plantings in the Zagatala fruit cultivation station, including 6 varieties of nut, 3 varieties of chestnut, 8 varieties of pear, 19 varieties of plum, 12 twines, 3 cranberries, and 13 species of mulberry trees [1].

Because of the favorable natural conditions for the development of fruit and vegetable plants in Azerbaijan, since ancient times people have been engaged in fruit cultivation, and created the famous varieties such as Abasbagi, Ahmedqazi, Nararmudu, Cirnadiri, Khanum Pear, Nargile, Ispani, Nurunburun, Sangebudu, Galiani, Shakari, Black Pear, Pear, Yemişi, Jafari. Modern development of horticulture and fruits is closely linked to scientific bases. Scientists of the Azerbaijan Research Institute of Horticulture and Subtropical Plants are engaged in the problems of horticulture and fruit growing. Thus, academicians of the Institute A.Rajabli, F.Sh.Shikhiyeva, B.V.Babayev, V. Aliyev have cultivated new varieties by crossing the local varieties of pears with European

varieties. A.C. Rajabli crossed the famous local variety Abasbeyi with Soyudyarpaq variety obtained variety of Mukhaki; by crossing the variety of Menchilik and Yay Gulabi has obtained Yashil Armud variety. F.Shikhiyeva crossed the European varieties with Nararmudu local variety obtained the varieties such as (Nararmudu x Olivier de Serr), Alyanaq (Nararmud x Williams), Antica (Nararmudu x Pas Krassan), Latifa (Nararmudu x Williams), Gulshan, Yadigar, Azad and so on.

Because of the scientific-organizational activity of academician H.Aliyev, in 1955, The nature conservation commission of AS of Azerbaijan was established and he was elected as a chief to this commission. In 1963 with the initiative of H.Aliyev the Republican Nature Conservation Society was established. This committee implemented many big activities on greenery, including protection and reproduction of forests, in different regions of the country. For example, desert gardens, orchards of pistachios, almonds, gum sandals, elder pines, ivory pear and cypress tree gardens had been planted with the initiative of H. Aliyev, in the arid forestry of in Davachi, Shamakhi, Zangilan and Talish Zuvant 27 zone. At present, high yield is collected from these gardens [3].

During the expeditions, on the address specified pear tree varieties have been carried out the observations, studied their primary biomorphological features by observing the trees of the pear varieties with the names of cultivated and were incorporated in the following table.

Primary biomorphological features pear varieties

Variety and shape	Leave		Flower		Umbrel		Branch descrip-tion
	External description	Size	External descrip-tion	Size	External descrip-tion	Size	
1	2	3	4	5	6	7	8
Abasbeyi	Chamois, egg-shaped, stingless starch, upper surface bright green, lower surface light-green	Width-4–5 sm, length – 7–10 sm	Yellow-whitish	2–3 sm	Large, wide, piramidal	Width 6–8 m, height 10–12 m	Light-brown, with yellowish surface
Ahmadgazi	The leaf down is oval, sharp end, saw-shaped, bright green parlaq yaşıl	Width 6–7 sm, length 9–10 sm	White-yellowish flowers	2–3 sm	Medium lрге, round, piramidal	Width 7–8 m, height 10–12 m	Brown shoots, with plain spotty surface, fruit and branches are yellowish
Jir Nadiri	Elongated egg-shaped, sharp end, sides are sharp sow shaped	Width 3,5–4 sm, length 6–7 sm	Belong to ascending flower group	2–3 sm	Medium height, piramidal, hanging branched, dense umbrelled	Width 6–7 m, height 10–15 m	Light brown young shoots, grey-green fruit branches

Continued of Table 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Gara armud	Dark-green, lower side is light-green, toothed	Width 3–4,5 sm, length 5–6 sm	ascending flower group, white-yellowish covering	5–6 sm	Round piramidal, medium height	Width 6–7 m, height 8–12 m	Dark-green young shoots, brown-green branches
Nar armudu	Oval, sharp end, clear sides, sow toothed	Width 3,5–4 sm, length 4–6 sm	White-yellowish flowers	2,5–3,5 sm	Very strong, wide scattered umbrel	Width 6–7 m, height 10–15 m	Dark brown young shoots with dull spots
İspiyi	Bright-green, oval, little sow toothed sides	Width 5–6 sm, length 6–8 sm	Medium size, red covering, white flowers	2–3 sm	Medium size, scattered umbrel	Width 3–4 m, height 4–7 m	Light brown young shoots, green branches are grey-green, with yellowish surface
Khanım armudu	Oval, with gentle, little toothed	Width 3–4 sm, length 3,5–5 sm	Bright covering, white flowers	2,0–2,5 sm	Round piramidal	Width 6–8 m, height 10–12 m	light-green young shoots, grey-greenish older branches
Meshe gyoze	Bright-green, flat, oval, little sow toothed sides	Width 5–6 sm, length 6–7 sm	Red covering, white flowers	2–3 sm	Medium size, scattered umbrel	Width 5–6 m, height 7–8 m	Grey-brownish shoots, older branches are bright-grey

The table shows the morphological description of vegetative (branching, leaf) and generative (flower) organs of 9 species of local pear and forms, as well as types and sizes of umbrellas. The economic indicators of some local populations of selection varieties of pear plant were evaluated as follows.

Abasbeyi – 8–10 m high, with erythrogenous umbrel, productive, 20 years tree yields up to 400 kg. The fruit is typical of pear, medium-sized, weighs 80–120 gr. Fruit is white, soft, sweet juicy and delicious. Unmatured fruits are light green, grow yellow, and are sensitive to fever. Suitable for eating and juice production. The fruits mature in August.

Ahmedqazi – The tree is of medium size and has a pyramidal shadow. The 15–20 years tree yields up to 80–120 kg each year. The fruit is medium size and 100–150 g, in the form of elongated pear, thick-skinned. Fruit is white, fragile, very juicy, creamy, very gentle. The fruit ripens in late August at the beginning of September, is very resistant to serum disease and is resistant to transport.

Jir Nadiri – Dense branched tree with 8–12 m high pyramidal umbrel, its average productivity is 250–350 kg. It is a variety of industrial grade. Fruits are of average weight – 50–70 grams, in pear-shaped form, with white, juicy, slightly oozing. It is very resistant to pests and diseases. It also grows well in dry-farming land and has rich harvesting ability.

Nar Armudu – Winter variety, very strong tree with a wide density umbrel at a height of 10–15 m. It begins yield fruit after 8–12 years. Although the fruit is indeterminate, medium-sized, it is sometimes very large 300–500 grams, its shell is smooth, knotted, green, sometimes sun-dyed red-colored, has a white, fragrant, solid, juicy, saturated cell. Depending on the conditions of cultivation, the productivity, the weight and taste of the fruits change, the fruit ripens in October and can remain until March.

Nargile – The tree is medium-sized (8–12 m), oval umbrella in the girder, moderately productive, harvest of 70–80 kilograms of each tree and is especially useful for eating and sugar production. The fruits are green in color, weighing 30–40 grams, with special taste, sweet-water. It is not very demanding to grow, but also grows in anchovy conditions. The fruits are grown in the second half of October. It is good to eat many flavored, juicy, small fruits, to produce juice and to cook.

Khanim Armudu – with the oval pyramidal umbrel, light-green, delicate leaves, small (40–50 grams), lemon-yellow fruits attract attention throughout the whole vegetative period. The fruits are grown in August. It is the table variety, unresistant to transport.

Gara Armud – Fruit is so named after it has a dark color after it has fully grown. The fruit is matte-green until it grows. It is very juicy and delicious, with a productivity of 150–200 kg per 20–25 years tree.

Ispiyi Armudu – A large umbrel tree, very fruitful, 250–300 kg of fruit is taken from each tree, the fruits are medium-sized (150–200 gr.) And one side is red. The fruit ripens in the second and third decades of July. As the fruits of the ripe fruit are quickly browned, unsuitable for storage and transportation. And good for eating, composting, jam and drying.

Meshe gozeli – the tree is a medium-sized product with a distinct pyramidal umbrella. The fruits are medium-sized, with a thick and dull red covered, grown in August-September, and sweet-sour. Resistant to storage and transportation.

References

1. Abasov İ. Agriculture of Azerbaijan and world countries. Bakı, 2013, 589 p.
1. Bayramov L.A., Guliyev V.M. genepool of Nakhchivan Autonomus Republic and biological features. Bakı: Leman- Limited liability company, 2017, 192 p.
2. Mammadov G., Xalilov M. Ecology and environment protection. Bakı: Elm, 2005, 435 p.
3. <http://www.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9083/MK3%D0%A1%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D1%8B-2-13706.pdf>

ВИКОРИСТАННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ ДЛЯ ПРИСКОРЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СТВОРЕННІ ЗАКРІПЛЮВАЧІВ СТЕРИЛЬНОСТІ СОНЯШНИКА

В.О. Бабич^{1,2}, М.С. Наконечна², В.М. Попов³,
М.В. Кучук¹, М.Ф. Парій², Я.Ф. Парій², Ю.В. Симоненко^{1,2}

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
e-mail: viktoriababuch@ukr.net

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

³Агроген Ново; Україна

Однозначно соняшник можна назвати однією з основних олійних культур в світі. Маючи 12% світового виробництва, серед рослинних олій, соняшник займає четверте місце, після таких культур, як олійна пальма (*Elaeis guineensis*), ріпак (*Brassica napus* L.) та соя (*Glycine max* M.) [1].

При швидкому розвитку ринку перед селекціонерами стоїть завдання за короткий строк створити генотип, що буде кращим, продуктивнішим та стійким до біотичних та абіотичних чинників. Проте знаючи, що селекційний процес є довготривалим, використання молекулярних інструментів надає можливість проводити більш направлені відбори за певними ознаками на ранніх етапах селекції [2, 3].

Саме тому в наших експериментах за мету було поставлено використання молекулярних маркерів на *Rf1* ген, що дозволить серед великого різноманіття сестринських ліній виділити як відновники фертильності, так і закріплювачі стерильності.

Рослинним матеріалом були зелені листки соняшника, одержані з селекційного розспідника, де вихідні рослини були схрещені зі стерильними для подальшого виділення закріплювачів стерильності. Дані лінії тестуються з метою ідентифікації та відбору закріплювачів стерильності з пулу сестринських ліній. Для контролю нами була використана лінія закріплювач Зоря ОР, що була надана Всеукраїнським науковим інститутом селекції (ВНІС).

Геномну ДНК виділяли із листя соняшника користуючись протоколом, розробленим Scott O. Rogers та Arnold J. Bendich [4].

Ідентифікацію SCAR-маркера проводили за допомогою ПЛР з парою праймерів, які фланкують певні ділянки геномної ДНК соняшника. Нуклеотидна послідовність праймерів до локусу HRG01 була такою: F:5'-TATGCATAATTAGTTATACCC-3' та R:5'-ACATAAGGATTATGTACGGG-3' [5]. У якості референтного маркера використовували пару мікросателітних праймерів ORS510 (F:CATCGCGTCCCTCTCTCTAA; R:CCAACCATCACAGCAATCAG) [6]. Ці праймери були об'єднані у мультиплекс.

Для проведення ПЛР використовували набори реагентів GenePak PCR Core виробництва фірми «Ізоген» (Росія). Кінцевий об'єм реакційної суміші склав 20 мкл та містив 20 нг геномної ДНК з додаванням по 0,2 мкМ кожного праймера. У пробірки з реакційною сумішшю додавали по 20 мкл мінеральної олії. ПЛР проводили у термоциклері «Терцик» (Росія) за програмою: 1 цикл – початкова денатурація при 94 °C протягом 10 хв, 35 циклів – 94 °C протягом 45 с, 58 °C протягом 45 с, 72 °C протягом 60 с, 1 цикл остаточна елонгація при 72 °C протягом 6 хв.

Продукти ампліфікації розділяли методом електрофорезу в 2% агарозному гелі з високою роздільною здатністю та додаванням бромистого етидію в буфері з низькою іонною силою [7] та послідовним фотографуванням в УФ світлі фотосистемою NikonD50. Як маркер довжини фрагментів використовували DNA ladders 50 bp. Специфічні продукти ампліфікації із праймерами HRG01 складають 426 п.н.

При аналізі отриманих результатів, що були отримані після ПЛР, серед 477 зразків нами було виділено 365 ліній, що не містили у собі домінантний *Rf1* ген, 77 ліній – містили у собі домінантний *Rf1* ген, а також 35 в результаті яких ми не були впевнені. Як ми знаємо, відсутність домінантного *Rf1* гену свідчить про те, що дані лінії є закріплювачами стерильності.

Опираючись на отримані дані, можна зробити висновок, що з 477 сестринських ліній 365 є закріплювачами стерильності. Отже, для наступних схрещувань необхідно брати саме ці лінії.

Література

1. Rauf, S., Jamil, N., Ali Tariq, S., Khan, M., and Kausar, M., Progress in modification of sunflower oil to expand its industrial value, *J. Sci. Food Agric.*, 2017, vol. 97, pp. 1997–2006.
2. Moose, S., and Mumm, R., Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement, *Plant Physiol.*, 2008, vol. 147, pp. 969–977.
3. Varshney, R., Hoisington, D., and Tyagi, A., Advances in cereal genomics and applications in crop breeding, *Trends Biotechnol.*, 2006, vol. 44, pp. 517–525.
4. Scott, O., Rogers, and Bendich, A., Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues, *Plant Molecular Biology*, 1985, vol. 5, pp. 69–76.
5. Horn, R., Kusterer, B., Lazarescu, E., Prufe, M., and Friedt, W., Molecular mapping of the *Rf1* gene restoring pollen fertility in PET1-based F1 hybrids in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Theor. Appl. Genet.*, 2003, vol. 106, pp. 599–606.
6. Tang, S., Yu, J. – K., Slabaugh, M., Shintani, D., and Knapp, S., Simple sequence repeat map of the sunflower genome, *Theor Appl Genet*, 2003, vol. 105, pp. 1124–1136.
7. Brody, J., Calhoun, E., Gallmeier, E., Creavalle, T., and Kern, S., Ultra-fast high-resolution agarose electrophoresis of DNA and RNA using low-molarity conductive media, *Bio-techniques*, 2004, vol. 37, № 4, pp. 598 – 602.

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНТЕЙНЕРНОГО ДОРОЩУВАННЯ УКОРІНЕНИХ ЖИВЦІВ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А.Ф. Балабак, А.А. Пиж'янова

Уманський національний університет садівництва

Впровадження в культуру сортів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.), а також збереження їх господарсько-біологічних ознак і властивостей значною мірою виявляють необхідність та перспективність розмноження стебловими живцями та подальше дорощування до саджанців

товарних гатунків. Дотепер агротехнологічні заходи дорощування вкорінених живців сортів чорниці високорослої є слабким місцем у технології живцювання, що значною мірою, обмежує їх широке практичне розповсюдження і впровадження в агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу України. У зв'язку з цим, а також враховуючи відсутність експериментальних даних і виникла необхідність вивчення елементів контейнерного дорощування вкорінених живців сортів чорниці високорослої.

За традиційною технологією живцювання та дорощування плодкових і ягідних культур [1, 2, 5] стеблові живці після їх укорінення ростуть і розвиваються без пересаджування до настання заморозків. Весною наступного року вкорінені живці викопують з гряд укорінення і висаджують у поле на дорощування. Товарна якість саджанців визначається насамперед їх розмірами [1, 3, 4, 6, 7].

Вирощування садивного матеріалу чорниці високорослої, а також закладання промислових насаджень, постійно супроводжується неодноразовим пересаджуваннями новоутворених рослин. У результаті цього, через порушення кореневої системи спостерігаються значні втрати саджанців, особливо важковкорінюваних сортів [7, 8]. Перспективним може бути вкорінювання зелених і здерев'янілих стеблових живців з наступним пересаджуванням у контейнери [7].

Мета роботи полягала у вивченні стану, росту і розвитку вкорінених стеблових живців в процесі дорощування інтродукованих сортів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.) Блюгольд (*Bluegold*), Блюкроп (*Bluecrop*), Дарроу (*Darroy*), Дюк (*Duke*), Елліот (*Elliot*), Спартан (*Spartan*), Торо (*Toro*) в умовах Правобережного Лісостепу України. Досліди проведено в розсадниках Уманського національного університету садівництва, Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України і ТОВ «Брусвяна».

Для досягнення цієї мети програмою досліджень було передбачено вирішення наступних задач:

- експериментально уточнити кількість років дорощування вкорінених живців до товарних гатунків;
- виявити оптимальні строки пересаджування укорінених живців на дорощування;
- вивчити вплив деяких агротехнологічних заходів (сорт, тип живця, біологічно-активна речовина, тип субстрату, та ін.) на ріст і розвиток кореневласних рослин в процесі їх дорощування.

Дорощування вкорінених живців проводили у пластикових контейнерах ємністю 5 л на ділянках з дрібнодисперсним зволоженням. Субстратом для контейнерів була суміш верхівкового торфу (рН 4,0–4,5) з чистим річковим піском та компостованою сосною корою і хвоєю у співвідношенні 4:1:2. У кожному варіанті досліду використано вкорінені живці, заготовлені з апікальної (А), медіальної (М) та базальної (Б) частин пагона з одним, двома, трьома і чотирма вузлами. Схема дослідів включала варіанти, де факторами мінливості були сорти і терміни пересаджування вкорінених живців на дорощування: 1) без пересаджування; 2) осіннє пересаджування – 1–10 жовтня; 3) весняне – 1–10 квітня, частина пагона, з якої заготовляли живці та біологічно-активна речовина ауксинової природи КАНО – 10% розчин калійної солі α -нафтилоцтової кислоти (α -НОК).

Спостереження за проходженням процесів дорощування виконували через кожні десять діб. Повторність досліду чотирикратна, в кожному повторенні по 20 укорінених живців. Обліки дорощування проводили в кінці вегетаційного періоду, при цьому визначали відсоток приживлюваних кореневласних рослин, кількість коренів і довжину кореневої системи, а також величину надземної частини кожної

дорощуваної рослини.

Установлено, що подальший ріст і розвиток садивного матеріалу досліджуваних сортів чорниці високорослої, який одержано на основі стеблового живцювання, значно залежить від агротехнологічних заходів їх дорощування – використання біологічно-активних речовин ауксинової природи (КАНО), оптимізації субстрату, умов проведення дорощування, способів і термінів пересаджування, типу і метамерності укоріненого живця та еколого-біологічних особливостей сорту. Слід відмітити, що стеблові живці, майже всіх досліджуваних сортів після вкорінювання в умовах дрібнодисперсного зволоження, дуже вимогливі до пересаджування у відкритий ґрунт. Установлено, що в Правобережному Лісостепу України з наявністю тривалого вегетаційного періоду та підвищеною сонячною інсоляцією можна використовувати весняне, літнє та осіннє пересаджування кореневласних рослин на дорощування.

У варіанті досліду без пересаджування укорінених живців на дорощування зафіксовано найменший вихід саджанців. Цей показник, а також приживлюваність саджанців виявились дуже залежними від помологічного сорту, строків живцювання, типу пагона та обробки речовиною КАНО. Щодо рослин, залишених на ділянці вкорінювання, приріст надземної частини був невеликий (пагони були тонкі і витягнуті за довжиною), коренева система розвинена слабо, а випадки кореневласних рослин значні (64,1–81,2%). Вважаємо, що гальмування приросту надземної частини вкорінених живців пов'язане, перш за все, з густим їх розміщенням, підвищеними температурою та вологістю повітря і низькою інтенсивністю оптичного випромінювання.

Результати вивчення термінів пересаджування вкорінених живців сортів чорниці високорослої на дорощування до досягнення товарного гатунку, свідчать про перспективність контейнерного вирощування саджанців в умовах Правобережного Лісостепу України. У варіантах з пересаджуванням кореневласних саджанців на дорощування в контейнери 1–10 квітня і 1–10 жовтня середня довжина і кількість адвентивних коренів на одній рослині на 45,2–50,1% перевищували дані показники у контролі. При цьому, в рослин усіх досліджуваних сортів спостерігалася висока інтенсивність росту і формування надземної частини. При осінньому та весняному пересаджуванні цих живців рослини розвиваються практично однаково з незначною тенденцією до відставання висаджених на дорощування весною. Порівнюючи показники росту вкорінених живців, висаджених на дорощування у відкритий ґрунт і контейнери, слід відмітити істотну перевагу в розвитку кореневої системи та надземної частини за контейнерного дорощування. Осіннє пересаджування кореневласних рослин в указаній підзоні, обмежується, в основному, результатами їх перезимівлі. Встановлено цілковиту непридатність дорощування вкорінених живців на місці вкорінення. Цей спосіб вирощування садивного матеріалу в виробничих умовах не може бути рекомендований через низький вихід стандартних саджанців.

Література

1. Балабак А.Ф. Кореневласне розмноження малопоширених плодових і ягідних культур. Умань: Оперативна поліграфія, 2003. 109 с.
2. Иванова З.Я. Биологические основы и приёмы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками. Киев: Наукова думка. 1982. 281 с.
3. Кондратенко П.В. Развитие галузі садівництва в умовах реформування агропромислового комплексу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 9. С. 5–8.
4. Мельник О.В. Досвід вирощування високоякісних саджанців у Західній Європі.

Новини садівництва. 1995. № 4. С. 2–8.

5. Тарасенко М.Т. Зелёное черенкование садовых и лесных культур. М.: Изд-во МСХА, 1991. 272 с.
6. Типові технологічні карти вирощування садивного матеріалу плодових і ягідних культур / За редакцією О.Ю. Єрмакова. Київ: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. 70 с.
7. Smolarz, K. Borywka i żurawina – zasady racjonalnej produkcji. Warszawa: Hortpress, Sp. z o.o., 2009. 256 P.
8. Pliszka K. Borówka wysoka. *Praca zbiorowa PWRiL*. Warszawa, 2002. 154 P.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ КЛЕВЕРА

С.А. Бекузарова, Л.Б. Соколова

Горского Государственного Аграрного Университета
e-mail: bekos37@mail.ru

Одной из основных частей биологической эволюции является филогенез. Он включает общие закономерности развития растений за достаточно длительный период развития таксонов. Эволюция крупных таксонов протекает в два этапа: арогенеза и аллогенеза [1].

На этапе арогенеза происходит возникновение новых категорий признаков и крупных таксонов (отделов, типов). На этапе аллогенеза от исходного первенца образуется все таксономическое разнообразие вновь возникающего таксона [2]. От арогенеза к аллогенезу происходит увеличение числа крупных таксонов, а, следовательно, и их разнообразие.

Около 300 млн. лет назад получают распространение голосеменные – один из крупных таксонов. Опыление у голосеменных осуществляется ветром и нередко насекомыми, а после оплодотворения семязачаток превращается в семя. Большую значимость в этом процессе играл цветок, разнообразный по форме, окраске и аромату, что способствовало привлечению насекомых-опылителей.

В эволюции растений большую роль сыграла и интродукция – ровесница древнего земледелия. Интродукцией растений человечество начало заниматься со времени перехода от собирательства к выращиванию растений.

Современное разнообразие культивируемых растений – результат осуществлявшейся на протяжении тысячелетий интродукции растений.

Однако, учитывая длительный период существования метода интродукции, необходимо отметить, что ее поиски продолжаются, и она не является самостоятельной наукой. Эта важная отрасль исследований находится на стыке ботанических знаний и практики культивирования растений. В большинстве случаев интродукция – явление региональное и определяется почвенно-климатическими условиями места, где вводится растение в культуру. Отдельные элементы интродукции непосредственно являются общими с селекцией растений [3].

Роль интродукции растений на современном этапе ее развития достаточно многосторонняя. Это, прежде всего, направление ботанической науки и источник экспериментальных исследований сельскохозяйственной науки, в частности селекции. Это и один из методов изучения растений вне естественных мест обитания (*ex situ*), которому в последние годы придается особое значение в

программе сохранения биоразнообразия растений.

Интродукции растений присущи свои методы исследований: отбор интродуцентов в естественном фитоценозе, интродукционные испытания, определение степени адаптации интродуцентов. Сам процесс состоит из нескольких этапов, основными из которых являются: интродукционный поиск, первичное и вторичное интродукционные испытания [4].

Объектами интродукции являются все растительные организмы нашей планеты.

История развития многолетних трав, в частности бобовых, свидетельствует о непосредственной связи филогенеза и интродукции при получении высокопродуктивных сортов.

В частности, по мнению ряда исследователей [7, 8, 9], клеверосеяние в России начало развиваться в 1766 году по почину Вольного экономического общества. Доказано, что культурный клевер произошел из дикорастущих популяций данной области. Эти исследования по истории развития подчеркивают, что на основе интродукции возникли новые высокопродуктивные сорта.

На Северном Кавказе полевое травосеяние началось в 80-х годах XIX века по инициативе А. Ардасенова. В Северной Осетии основная работа по изучению, сбору и интродукции дикорастущих видов началась в 30-х годах под руководством Н.И. Вавилова. Большой вклад в развитие клеверосеяния в республике внесли профессор Багданов В.М., Давидович С.С., Толчанин Г.А., Мамсуров Б.К. и многие другие, которые основывали свои эксперименты на учении Ч. Дарвина.

В проводимых ранее работах не в полной мере учитывались факторы долголетия, зимостойкости, высокой отавности, устойчивости к болезням, семенной продуктивности.

С целью создания исходного материала для формирования нового сорта изучали дикорастущие виды клевера, выделенные из естественного фитоценоза горных районов Северного Кавказа в диапазоне высот 800–2000 м над уровнем моря. К ним относятся: луговой (*Trifolium pratense* L.), сходный (*Trifolium ambiguum* Bieb.), гибридный (*Trifolium hybridum* L.), волосистоголовый (*Trifolium trichocephalum* Bieb.), альпийский (*Trifolium alpestre* L.), седоватый (*Trifolium canescens* Willd.) и ползучий (*Trifolium repens* L.). В течение вегетации проводили фенологические наблюдения за развитием растений. Учитывали хозяйственно-биологические признаки каждого изучаемого вида в течение 4–5-ти лет жизни. Все показатели сравнивали с районированным сортом клевером Дарьял.

Все дикорастущие формы обладают более высокой зимостойкостью, превышая по этому показателю районированный культурный сорт клевера лугового Дарьял. Максимальный урожай зеленой массы на 3-й год жизни наблюдали у клеверов сходного и волосистоголового. Культурный сорт на 3-й год вегетации снижает свои хозяйственно-биологические признаки, уступая по этим параметрам дикорастущим видам. В процессе изучения особенностей дикорастущих растений клевера было также выявлено, что они значительно меньше культурных поражаются болезнями. Наиболее высокой устойчивостью обладают виды: сходный, седоватый и волосистоголовый, у которых балл поражения составил не более 1–3.

Установлено также, что максимального развития «дикари» достигают на 4–5 годы жизни, тогда как культурные сорта клевера лугового к этому периоду полностью исчезают.

Актуальным вопросом в селекционной работе является создание сортов, обладающих наряду с хорошими кормовыми достоинствами и высокой семенной

продуктивностью. Особенно необходим этот показатель для интродуцентов, используемых на сенокосах и пастбищах. Определено, что количество образовавшихся семян в полной мере зависит от климатических факторов. Установлено, что коэффициенты корреляции (г) при этом с вероятностью до 99,9% составляют 0,7–0,9.

Выявлено что семенная продуктивность изучаемых видов имеет существенные различия (таблица 1). Приведенные данные свидетельствуют, что колебания по количеству образовавшихся семян достаточно высокие, особенно у клеверов альпийского, сходного и волосистоголового (18–20%). По количеству головок отличаются клевера луговой, гибридный, ползучий. Менее других образуют генеративные органы клевера ползучий и сходный, что объясняется их биологической особенностью формировать от 2 до 8 семян в одной завязи.

1. Семенная продуктивность клевера по третьему году

Вид клевера	Среднее кол-во головок, шт.	Среднее кол-во цветков, шт.	Образовалось семян, % (от-до)	Коэффициент вариабельности, V, %
Дарьял-стандарт-луговой	64	86	32–42	15,8
Луговой	76	108	25–45	16,4
Сходный	57	70	28–56	18,1
Седоватый	32	62	17–26	13,2
Гибридный	72	89	21–43	17,6
Ползучий	68	72	45–50	12,6
Альпийский	26	117	15–41	20,1
Волосистоголовый	64	76	26–48	18,4

Выявлено, что с увеличением горной высоты снижается длина ветвей, увеличивается облиственность и обсемененность соцветий. На высоте 2000 м растения клевера меньше заболевают антракнозом, длина ветвей ниже, но количество междоузлий возрастает с 5–6 до 7–9 шт.

Известно, что дикорастущие образцы отличаются большой пестротой популяции по хозяйственно-биологическим признакам, в том числе и по фенологическим. Это дает возможность вести отбор в популяциях как в сторону сокращения вегетационного периода (скороспелости), так и в сторону позднеспелости.

Учитывая воздействия антропогенных факторов выявлено, что на изолированных участках семенная продуктивность значительно выше, чем под воздействием антропогенных факторов (таблица 2).

2. Семенная продуктивность видов клевера в фитоценозах горных лугов

Виды клевера	Масса 1000 шт. семян, г		Облиственность, %	
	антропогенное воздействие	изолированный участок	антропогенное воздействие	изолированный участок
Луговой	1,42	1,86	6,5	44,5
Сходный	1,68	1,92	31,4	64,8
Гибридный	0,72	0,88	63,0	96,8
Альпийский	1,28	2,12	32,9	41,5
Седоватый	1,62	2,22	26,4	52,1
Ползучий	0,48	0,62	12,3	45,0

В отличие от других видов клевер луговой в большей степени подвергается изменению окружающей среды.

Наблюдения за особенностью цветения и образования семян (антэкология) подтверждает, что под влиянием стрессовых факторов нарушается цикл цветения, снижается масса каждого расения, увеличивается количество щуплых семян. Однако наличие щуплых семян свидетельствует не только об отсутствии опылителей в момент цветения, но и особенностями погодных условий (отсутствие влаги, высокие температуры воздуха и др.).

Приведенные результаты исследований позволяют заключить, что интродуцированные в коллекции растения возобновляют развитие и семенную продуктивность. Это дает основание считать, что изученные отобранные и размноженные растения могут пополнить биоразнообразие деградированного участка путем подсева им на сенокосах и пастбищах.

Учитывая биологические и хозяйственные особенности дикорастущих видов, условия формирования генеративных органов продуктивности и качества, в зависимости от факторов среды, эффективных методов отбора интродуцентов, можно создать ценный исходный материал при формировании лугопастбищных сортов для горных фитоценозов.

Оценка дикорастущих видов клевера в естественных фитоценозах по семенной продуктивности позволяет осуществить отбор наиболее продуктивных форм. Максимальной продуктивностью обладали клевера гибридный, сходный и седоватый, которые значительно превышали районированный сорт Дарьял на изолированном участке в пределах 10–50%.

Литература

1. Свентицкий И.И., Башилов А.М. Теория биологической эволюции и экология – истоки аграрной науки// Достижения науки и техники АПК, № 12. – 2002. – С. 21–23;
2. Соколова Л.Б., Патошина А.Н. Влияние экологических условий на формирование первенцев цветковых. В сб. Биологическое разнообразие кавказа. Нальчик. – 2001. – С. 155–157.
3. Тахтаджян А.Л. Происхождение и расселение цветковых растений. – Ленинград, 1970. – 145 с.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Хазиахметов Р.М. Управление функцией агроэкосистемы: экологический аспект// Успехи современной биологии. – 2001. 121, 3; 227–240;
5. Хабибов А.Д. Некоторые результаты интродукции видов *Trifolium* L. В горном ботаническом саду// интродукционные ресурсы горного растениеводства. – махачкала. – 1996. С. 67–694
6. Карпун Ю.Н. Перспективы интродукции древесных растений из южного полушария на Черноморское побережье Кавказа (район Сочи)// Итоги и перспективы интродукции древесных растений России. – 1998, вып. 9. – С. 1–40;
7. Шамсутдинов З.И., Ионис Ю.И., Пилипко С.В. Эколого-эволюционные принципы селекции аридных кормовых растений// Кормопроизводство № 11, 1997. – С. 18–25.

ДЖЕРЕЛА ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ У КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СОЇ

Л.Г. Білявська, А.М. Рибальченко

Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна

e-mail: stryzhak.am@gmail.com

Соя як стратегічна зернобобова культура світового землеробства ХХІ ст. перебуває в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва. За минулі 50 років її посіви збільшились у світі з 23,8 до 102,4 млн га, урожайність зросла з 1,7 до 2,6 т/га, що сприяло підвищенню виробництва з 26,9 до 263 млн т, або у 9,8 раз. Нині її вирощують у 91 країні світу [1].

За площею посіву і валовим збором зерна соя займає перше місце в світі серед однорічних зернобобових і олійних культур, перше місце в світових ресурсах виробництва олії, шроту та комбікормів [2]. Високий вміст білку і добра його збалансованість за амінокислотним складом роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини, а також цінним кормовим джерелом годівлі сільськогосподарських тварин [3].

Стосовно сортового складу цієї культури в нашій країні, то він один з найбільших серед країн Європи. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік, занесено 229 сортів сої для поширення у відповідних ґрунтово-кліматичних зонах [4].

Незважаючи на значне розширення площ під соєю, урожайність її в Україні залишається низькою. Для нарощення виробництва сої першочерговим завданням є цілеспрямована робота над створенням і впровадженням у виробництво високопродуктивних і високоякісних сортів, пристосованих до конкретних умов вирощування [5].

Польові дослідження проводилися в 2013–2015 рр. на дослідному полі Полтавської державної аграрної академії, що за зональним розподілом відноситься до Лівобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений на лесі, вміст гумусу в орному шарі 0–20 см – 3,95–4,36%. Кількість гідролізованого азоту в орному шарі становить 5,96 мг, доступного для рослин фосфору 9,5 мг, калію 14,2 мг на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність на глибині 0–20 см – 3,14 мг-екв / 100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабокисла: рН – 5,7–5,8.

Об'єктом досліджень служила колекція сої, яка налічувала 145 колекційних зразків різного еколого-географічного походження. Вивчали колекційні зразки, які походять з 14 країн світу: України, Росії, США, Канади, Китаю, Японії, Польщі, Франції, Чехії, Білорусі, Казахстану, Австрії, Молдови, Сербії. Найбільшу частку в структурі колекції становили зразки з України (68%) і Росії (9%). Деяку частку займали зразки з США (5%), Канади (5%). Частка зразків з інших країн становила від 1% до 3%.

Погодні умови вегетаційного періоду сої охарактеризували за показником ГТК, запропонованим Г.Г. Селяниновим (рис. 1).

У липні, серпні, вересні 2015 погодні умови були надзвичайно посушливими (липень ГТК = 0,66; серпень – ГТК = 0,13; вересень – ГТК = 0,2). Тільки в травні (ГТК = 1,33) і червні (ГТК = 1,98) погодні умови характеризувалися як оптимальні. Погодні умови 2014 року в травні (ГТК = 0,98), липні (ГТК = 0,67) і серпні (ГТК = 0,54) характеризувалися як досить посушливі. Умови червня і вересня за рівнем ГТК характеризувалися, як дуже зволожені (червень – ГТК = 2,42; вересень – ГТК

= 2,10). Відмінність погодних умов 2013 полягала в надмірному зволоженні в вересні (ГТК = 2,89), інші місяці були більш сприятливими для росту і розвитку рослин (травень – ГТК = 0,90; червень – ГТК = 1,42; липень – ГТК = 1, 03; серпень – ГТК = 0,70)

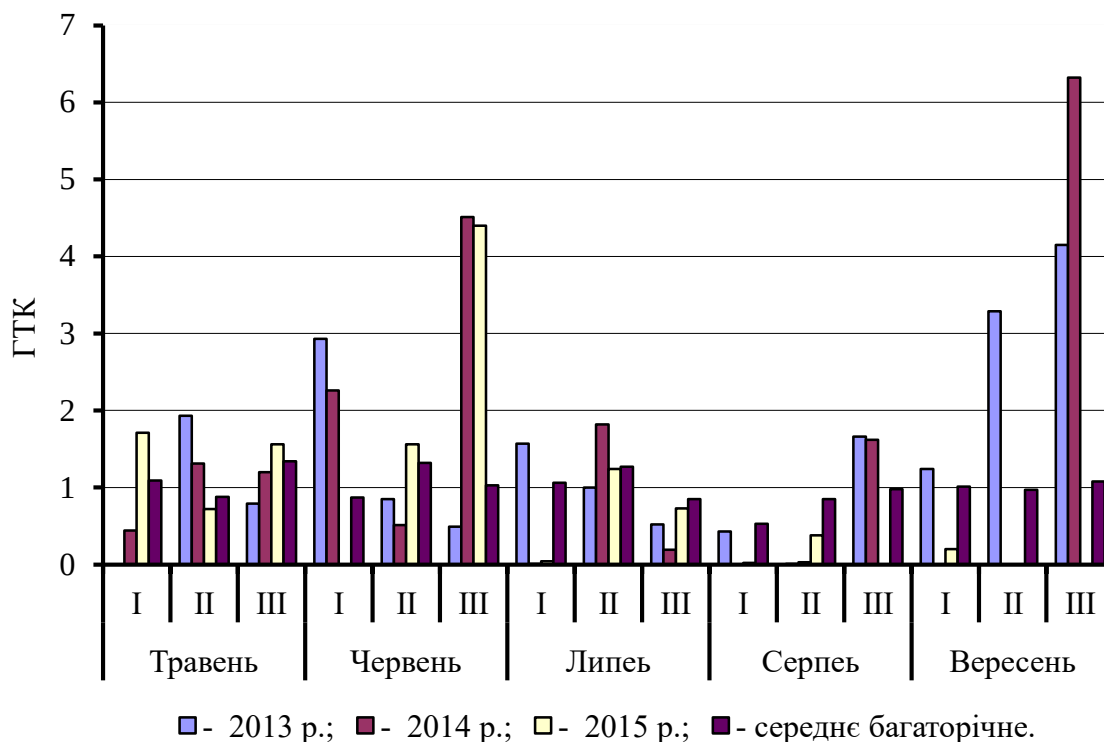


Рис. 1. Погодні умови вегетаційного періоду у сої, 2013–2015 рр.

Агротехніка вирощування колекційних зразків – загальноприйнята для зони. Продуктивність рослин кожного зразка визначали методом відбору проб (по 25 рослин з ділянки) і усереднення результатів. Проводили фенологічні спостереження з подальшим розподілом зразків за групами стиглості. Збирали врожай вручну. Загалом колекцію сої вивчали згідно загальноприйнятих методик [?].

Однією з головних складових структури врожаю, яка обумовлює продуктивність сорту, є маса насіння з рослини. В середньому за три роки (2013–2015 рр.) в ультраскоростиглій групі кращі колекційні зразки формували таку масу насіння з рослини – ОАС Vision – 24,20 г, LF-8 – 22,33 г, Gaillard – 18,27 г, Злата – 17,63 г В скоростиглої – Алмаз – 29,77 г, Устя – 24,50 г, КиВін – 28,90 г, Адамос – 25,20 г, Вільшанка – 23,03 г, Мрія – 24,63 г, Юг-40 – 23, 60 г, Фортуна – 23,40 г, Поема – 24,53 г, Хвиля – 28,57 г, Артеміда – 22,37 г. В середньостиглої групи стиглості – Подолянка – 27,83 г, Маша – 27,90 г, Фарватер – 30,33 г, Славія – 24,33 г, Ельдорадо – 28,83 г, Іванка – 25,87 г.

За продуктивністю (масою насіння з рослини) зразки сої розподілені на чотири групи: дуже низькопродуктивні (<76% до стандарту), низькопродуктивні (76–95% до стандарту), середньопродуктивний (96–115% до стандарту), високопродуктивні (116–135% до стандарту).

Дуже низьку продуктивність (< 76% до стандарту) виявлено у 24 зразків, з них 14 відбуваються з України, по два з Росії, Франції, Канади та США і по одному з Японії і Чехії. Низьку продуктивність, яка була в межах 76–95% до стандарту, проявили 66 зразків сої. З них 47 зразків з України, вісім з Росії, три з США, два з

Канади і по одному зразку з Білорусії, Австрії, Японії, Китаю, Молдови, Сербії. Середньою продуктивністю (96–115% до стандарту) характеризувалися 42 зразки сої, з яких 27 української селекції, п'ять з Росії, чотири з США, три з Канади, два з Сербії і один з Казахстану. Високу продуктивність (116–135% до стандарту) виявлено у 13 зразків. З них 4 зразки за походженням з України, три з Китаю, два з Канади і по одному зразку з Росії, США, Білорусії, Польщі.

Виділено зразки з високою насінневою продуктивністю в ультраскоростиглій групі: ОАС Vision (126,7% до стандарту) і LF-8 (116,9% до стандарту). У скоростиглої – Алмаз (132,3% до стандарту), КиВін (128,4% до стандарту), Хвиля (126,9% до стандарту). У середньостиглої – Фарватер (122,6% до стандарту), Ельдорадо (116,5% до стандарту).

За масою 1000 насінин досліджувані зразки розподілені на три групи. Це група з низькою масою 1000 насінин (71–130 г), середньої (131–190 г) і високою (191–250 г). Високою масою 1000 насінин характеризувався тільки 1 зразок сої Неїао 87–94–3 (CHN). З середньою масою 1000 насінин виділили 136 зразків. Низьку масу 1000 відзначено в 8 зразків Білявка (UKR), Юг-30 (UKR), Сузір'я (UKR), Kari Kachi (JPN), Nattawa (CAN), Dunajka (CZE), Харківська-80 (UKR), Sacura (FRA).

Так, в середньому за три роки (2013–2015 рр.) в ультраскоростиглій групі краще сорту-стандарту Аннушка виділені ОАС Vision (167,33 г), LF-8 (155,00 г), Gaillard (162,33 г), Злата (150,00 г). У скоростиглої групи такі сорти, як Алмаз (183,67 г), Устя (179,33 г), КиВін (184,67 г), Адамос (164,67 г), Вільшанка (165,00 г), Мрія (168 00 г), Юг-40 (165,67 г), Фортуна (168,00 г), Поема (171,00 г), Хвиля (173,00 г), Артеміда (165,00 г) були краще сорту-стандарту Васильківська. Краще сорту-стандарту Чернівецька-8 в середньостиглої групи були Подолянка (178,33 г), Маша (176,67 г), Фарватер (176,33 г), Славія (176,00 г), Ельдорадо (179,33 г), Іванка (175,33 г).

Оскільки, головне в роботі з колекцією залишається розкриття потенціалу представленого в ній генетичного різноманіття для ефективного використання в селекції, то виділені зразки рекомендуються для залучення в селекційні програми зі створення високопродуктивних сортів

Література

1. Кучеренко Є.Ю. Колекційні зразки сої як джерела високої продуктивності для селекції. Генетичні ресурси рослин, 2017. № 20. С. 55–62.
2. Рябуха С. С., Чернишенко П. В., Магомедов Р. Д., Посилаєва О. О., Сокол Т. В. Селекція, насінництво та технологія вирощування сої у східному Лісостепу України. Основи управління продукційним процесом польових культур: Монографія. В. В. Кириченко, В. П. Петренкова, Л. Н. Кобизєва [та ін.]; за редакцією В. В. Кириченка. Х.: ФОП Бровін О. В. 2016. 712 с.
3. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. Київ, 1995. 298 с.
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. [Електронний ресурс]: Режим доступу <http://sops.gov.ua/reestratsiya-prav/reiestry/reiestr-sortiv-roslyn-ukrainy>.
5. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Формування насінневої продуктивності у колекційних зразків сої в умовах Лісостепу України. Вісник ПДАА, 2018. № 3 (90). С.87–94.
6. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L). Merr. Кобизєва Л. Н., Рябчун В.К., Безугла О.М. [та ін.]. УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2004. 37 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L). Merr. Кобизєва Л. Н., Рябчун В.К., Безугла О.М. [та ін.]. УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2004. 37 с.

ПОПОЛНЕНИЕ БЕЗВИРУСНОГО ГЕНОФОНДА СОРТИМЕНТОМ ГРЕЦКОГО ОРЕХА В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

**Е.А. Борозан, А.М. Чернец, Л.Н. Проданюк,
Ю.А. Калашян, Н. Сакалы, В.И. Лукица**

*Молдавский Научно-практический институт садоводства,
виноградарства и пищевых технологий
e-mail chernetsa@rambler.ru*

Грецкий орех (*Juglans regia*) одна из старейших орехоплодных культур используемых человеком. В республике Молдова грецкий орех до недавнего времени произрастал в основном отдельно стоящими деревьями и в аллейных посадках. За последние годы (10–15 лет) благодаря внедрению закона о грецком орехе, предполагающим выделение субсидий на производство и закладку сортовых насаждений, расширились промышленные плантации.

Наиболее эффективным методом селекции, является выделение новых сортов путём целенаправленной гибридизации в данном регионе. Такие сорта наиболее полно отвечают почвенно-климатическим условиям данной зоны плодоводства и отличаются более высокой урожайностью, долговечностью, а главное устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды.

Исследования с сортами и гибридами грецкого ореха были выполнены в Молдавском НИИ плодоводства, в настоящее время Молдавский Научно-практический институт садоводства, виноградарства и пищевых технологий, с использованием полевых и лабораторных методов. Работа по отбору, гибридизации, выращиванию и изучению сеянцев проводилась в соответствии с „Программой и методикой селекции плодовых культур”, с некоторыми дополнениями. Начиная с 2009 года, ежегодно в весенне-летний период проводилось тестирование сортимента на наличие вирусной инфекции, а в частности вируса скручивания листьев черешни (ВСЛЧ) сорта и гибриды грецкого ореха, методами иммуноферментного анализа (ИФА) и иммуносорбентной электронной микроскопии (ИСЭМ) (согласно HG 415 от 21.06.2013 и ЕРРО требованиям). Диагностические наборы использованные для тестирования лабораторными иммунологическими методами были приготовлены в лаборатории вирусологии института.

В результате длительной селекции на базе генофонда грецкого ореха (семенные популяции) были отобраны перспективные формы из которых при дальнейшем изучении создан ряд перспективных сортов.

Проводя тестирование лабораторными иммунологическими методами 3 сортов грецкого ореха нами был обнаружен вирус (ВСЛЧ) на нескольких деревьях сорта Когылничану. Во избежание дальнейшего распространения вируса, нами было принято решение о раскорчёвке больных деревьев.

Из протестированных растений показавших отсутствие вирусной инфекции были отобраны кандидаты в безвирусные клоны которые соответствовали всем помологическим и агробиологическим критериям. После ретестирования растений кандидатов в безвирусные клоны, были переданы на размножение, для закладки маточно-черенкового сада категории «Базисный».

Характерной особенностью районированных сортов является то, что они соответствуют основным требованиям предъявляемых к сортам промышленного типа. А именно: – деревья имеют повышенную зимостойкость, морозостойкость; орехи и ядра соответствуют требованиям стандартов; повторяемость урожайных годов – не менее 6–7 лет из десятилетнего периода; потенциал урожайности высокий.

Кишиневский (Chisinevski) Дерево средней силы роста с округлой формой кроны. Вступает в вегетацию на две недели позже по сравнению с остальными сортами молдавской селекции. Сорт относится к группе *хатогат* – мужские и женские цветы цветут одновременно. Самоплодный. Плоды средней величины, средняя масса – 10–12 грамм, форма округло-продолговатая с заостренной вершиной, основание округлое. Скорлупа тонкая, рыхлая, поверхность гладкая блестящая, соломенно-желтого цвета. Ядро – белое, маслянистое, вкусное. Составляет около 50% от массы плода, легко отделяется целиком. Сорт отличается высокой зимостойкостью и ежегодным плодоношением. Пригоден для возделывания по всей территории Молдовы. Потенциальная урожайность 1.8–2.2 тонны ореха с гектара.

Когылничану (Cogilniceanu) Выведен в Молдавском институте садоводства путем отбора элитного сеянца из местных семенных популяций. Дерево средней величины с округлой широкой кроной с богатой листовой поверхностью. Сорт протогенетический, женские цветы цветут на 8–10 дней раньше мужских. Сорт высокопродуктивный, созревает в конце августа-начале сентября. Продукция имеет высокотоварное качество. Деревья сорта имеют высокую зимостойкость и устойчивость к основным заболеваниям. Плод среднего размера весом около 12 грамм, одномерный по величине, цилиндрический по форме. Кожура – тонкая, плотная, гладкая, блестящая, окраска светло-желтая. Ядро – белое, хорошо отделяющееся от скорлупы и может быть цельное. Выход ядра составляет 48–50%. Пригоден для возделывания по всей территории Молдовы. Потенциальная урожайность 1.8–2.2 тонны ореха с гектара. Опылитель сорт Костюженский.

Тихомиров (Tichomorov) выведен Е. Борозаном с коллективом авторов Молдавском Научно-практический институт садоводства, виноградарство и пищевых технологий путем отбора элитного сеянца из местных популяций. Районирован в Республике Молдова в 2018 году. Дерево небольшое с округло – поникающей кроной и с богатой листовой поверхностью. Высота 5–6 метров, диаметр проекции кроны 8 метров Сорт протогенетический. Пестичные цветки цветут на 5–6 дней раньше тычиночных. Отличается ранним вступлением в плодоношение. Сорт высокоурожайный. Созревает в конце августа. Лучшие опылители- сорта Костюженский и Каларшский. Плоды очень крупные- 25–28 грамм, продолговатые, одномерные. Скорлупа тонкая, рыхлая, легко раздавливаются, окраска светло-желтая. Ядро белое большое, хорошо отделяется целиком, составляет 40–45% массы плода (рис.).



Рис. Сорт грецкого ореха Тихомиров

На базе сортов молдавской селекции в стране интенсивно закладываются промышленные сады грецкого ореха, площади которых достигли к настоящему времени более 10000 га. Выращиванием посадочного материала грецкого ореха в РМ занимается около 10 питомниководческих хозяйств. Плантации расположены по всей стране. Величина плантации варьирует от 3 до 500 гектар. Для производства саженцев грецкого ореха некоторые хозяйства используют безвирусную маточно-черенковую базу с высокой биологической категорией, расположенную в Молдавском Научно-практическом институте садоводства, виноградарства и пищевых технологий на площади 2 га.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ: ОБЗОР КОЛЛЕКТИВНЫХ МОНОГРАФИЙ, ИЗДАННЫХ АМЕРИКАНО-КАНАДСКИМ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ APPLE ACADEMIC PRESS

Л. И. Вайсфельд¹, Н. А. Боме², П. А. Ширяев¹

*¹Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия
e-mail: larissa.weisfeld@gmail.com*

*²Тюменский Государственный университет, Тюмень, Россия
e-mail: bomena@mail.ru*

Концептуальные изменения, касающиеся принципов селекции растений, происходили в аграрно-развитых государствах параллельно с начавшимся ещё в конце 40-х годов прошлого столетия проникновением биохимии в молекулярную биологию. Именно её достижения позволили проанализировать явления наследственности на молекулярном уровне, на основании чего к началу XXI века были разработаны новые технологии селекционного процесса. Модернизация мирового сельского хозяйства и радикальные изменения, которые произошли в 40–70 годах минувшего столетия в аграрном секторе развивающихся стран и вошли в мировую историю как «зеленая революция», связываются с именем лауреата Нобелевской премии мира Нормана Борлоуга (Phillips, 2013), который наиболее успешно применил инновационные методы в селекционной практике.

Однако в последние десятилетия стабильность результатов «зеленой революции» уже не кажется столь очевидной, что вынудило самого Нормана Борлоуга признать временными его успехи в преодолении угрозы голода в ряде регионов планеты. При этом учёный заявил, что одной из самых больших проблем, которые будут стоять перед обществом в XXI веке, будет обновление содержания и расширение доступа к образованию для всех социальных групп во всех регионах планеты, и чтобы такое обновление образования шло в ногу с наукой. Подогреваемое экстремальными экологами противостояние потребителей против использования трансгенных культур стало возможным из-за необразованности населения, запуганного малопонятной для обывателя аббревиатурой ГМО. Новая концепция селекционных программ, ориентированная на формирование у новых сортов признаков антропоадаптивности, рассматривает урожайность как производное продуктивности и выносливости, что проявляется в незначительном уменьшении урожая и его качества в неблагоприятные годы (Zargar et al., 2011; Phillips, 2013; Opalko & Opalko, 2015).

Осознание важности распространения очищенных от псевдонауки эколого-биологических научных знаний, стало основанием инициированной в 2013 году профессором доктором химических наук Геннадием Ефремовичем Заиковым (Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН) серии коллективных монографий, публикуемых в англоязычном издательстве Apple Academic Press, Inc. USA, Canada. Созданное в 2008 году издательство AAP является партнёром международного издательства CRC Press, публикующего научную и техническую литературу, и членом группы крупнейших международных книжных издательств Taylor & Francis Group, которые с середины 19 столетия (1852 год основания) специализируются на публикации академической литературы и научных журналов, распространяемых по всему миру. В авторские коллективы Г. Е. Заиковым были привлечены ведущие специалисты в области экологии, биологии, генетики и

селекции растений с представлением выполненных в контрастных экологических условиях результатов исследований, связанных с эколого-генетическим контролем устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, созданием новых сортов и гибридов, а также разработкой инновационных технологий их культивирования.

Благодаря удачному сочетанию оригинальных трудов ученых Беларуси, России и Украины, касающихся агрономии, генетики и селекции, цитологии, экологии и химии растительных веществ зерновых, технических, плодово-ягодных, овощных и цветочных культур, серия монографий получила признание в отечественном и мировом сообществе (Вайсфельд & Опалко, 2015; Заиков и др., 2018). Книги и отдельные статьи были индексируются в базах данных Scopus (Opalko et al., 2014; Varfolomeev, 2014; López-Bonilla et al., 2016), WoS (Bekuzarova et al., 2016) и РИНЦ (Weisfeld et al., 2015; Bekuzarova et al., 2015, 2016; Zaikov et al., 2017). Учитывая, что в каждой книге содержится по 20 и более статей, а в ряде статей по два–три соавтора, количество научных сотрудников, результаты исследований которых через Apple Academic Press были совершенно бесплатно опубликованы и стали известны мировому научному сообществу, превышает несколько десятков.

Авторы предлагаемых книг являются признанными учеными в различных областях науки: генетики, селекции растений, экологии, аграрной экономики, технологии использования растительного материала в биохимии и медицине. Исследования стали попыткой найти консенсус между естественным стремлением науки и производства предоставить возможность населению планеты повышения их благосостояния и не менее естественным желанием уменьшить чрезмерные нагрузки на окружающую среду в большинстве аграрно-развитых государств. Компонентами такой стратегии являются мероприятия, непосредственно связанные с минимизацией техногенных нагрузок, с одной стороны, и изменением парадигмы землепользования в направлении повышения антропоадаптивного потенциала культивируемых генотипов и технологий, с другой стороны, с целью увеличения устойчивости сельскохозяйственного производства при одновременном снижении допустимых пределов нежелательных экологических последствий. В связи с этими задачами исследованы экологические последствия увеличения урожая сельскохозяйственных культур (Opalko et al., 2014), изучены биологические системы с точки зрения биоразнообразия и сохранения стабильности растительных сообществ (Weisfeld et al., 2015; 2018)

Представлен обзор эколого-генетических изысканий в области растениеводства в умеренных климатических зонах (Bekuzarova et al., 2016). Проанализирован химический состав и биологическая активность компонентов растительных веществ (Kutchin et al., 2017). Учитывая, что в различных регионах мира антропогенное загрязнение окружающей среды выходит на первый план, актуальны новые исследования биологических аспектов обширного загрязнения почвы, воздушной среды и водоёмов, в частности распространения тяжелых металлов, изучение их влияния на здоровье населения (Zaikov et al., 2017).

В выше цитированных книгах представлены новейшие экспериментальные данные в областях агрономии; селекции зерновых, плодовоовощных культур; генетики, цитологии, экологии; химии растительных веществ. Уже подготовлена к изданию новая книга, в которой анализируются антиоксидантные свойства систем разной сложности на растительных и животных объектах (Shishkina et al., 2019).

Особого внимания заслуживает монография, касающаяся экологических аспектов садоводства в умеренных климатических зонах для устойчивого развития

и сохранения окружающей среды, подготовленная к печати в 2017 году к юбилею всемирно известного учёного ботаника, селекционера, географа, агронома и организатора науки Николая Ивановича Вавилова и изданная в следующем году (Weisfeld et al., 2018). Именно Н. И. Вавилов впервые в мире выдвинул идею о необходимости сохранения разнообразия культурных растений путём создания «банков семян». Эти хранилища сейчас называют «генетическими банками», которые организованы в научных учреждениях по всему миру. Наиболее авторитетны со времён Н. И. Вавилова коллекции Института растениеводства (ВИР) в Санкт-Петербурге, интересна коллекция Тюменского Государственного университета. Широко известна коллекция Национального центра генетических ресурсов растений Украины при Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины. В 2006 году в условиях вечной мерзлоты на Шпицбергене был создан под эгидой ООН Всемирный банк семян растений. Следует отметить, что вся деятельность редакторов этого тома в науке формировалась под влиянием личности Николая Ивановича через их учителей, представителей вавиловской школы, которые сохранили генетическую науку в период всевластия лысенко-сталинского мракобесия. Это, к примеру, участники боевых действий во время Второй мировой войны: Иосиф Абрамович Рапопорт (1912–1990), Юрий Иванович Полянский (1904–1993), Александр Павлович Иванов (1903–1982), Владимир Павлович Эфроимсон (1908–1989), который прошёл войну, тюрьмы и лагеря, а также учёные в России и в Украине, кто сохранял, а потом возрождал науку: Сергей Михайлович Гершензон (1906–1998), Петр Климентьевич Шкварников (1908–2004), Александра Алексеевна Прокофьева-Бельговская (1902–1984), Лев Николаевич Делоне (1891–1969). Среди них также учёные Уманского национального университета садоводства – Юрий Петрович Мирюта (1906–1976), упомянутый выше Александр Павлович Иванов и другие немногие генетики, пережившие то страшное время, сохранив честь и научную добросовестность в «мясорубке» сталинских репрессий.

Изучить их научный и жизненный путь необходимо всем, кто приходит в науку сейчас, не соблазнившись быстрым несправедливым обогащением, и имеющим мужество не поддерживать из конъюнктурных соображений лженауку. В настоящее время лысенковское мракобесие не только не забыто, но имеет поддержку среди людей, подменяющих тяжелый труд селекционера, земледельца и вообще ученого легковесными обещаниями, антинаучность которых в России последовательно разоблачают И. А. Захаров-Гезехус, Э. И. Колчинский и др. (Захаров-Гезехус, 2016; Колчинский, 2018).

Все книги из рецензируемой серии Apple Academic Press содержат таблицы и рисунки, в том числе цветные фотографии, снабжены справочными материалами – обширными глоссариями наиболее употребляемых терминов и списками сокращений, применяемых в статьях, списками редакторов и авторов статей с подробными авторскими справками. Содержание каждой книги из серии коллективных монографий представляет бесспорный интерес для агрономов, ученых в области сельского хозяйства, преподавателей вузов, студентов, аспирантов и широкого круга специалистов, работающих в области биологии, сельского хозяйства и экологии, а также для бизнесменов, стремящихся найти новые сферы предпринимательской деятельности на постсоветском пространстве.

Для отечественных ученых указанные монографии являются ценным источником современной научной терминологии для работы с англоязычными партнёрами, а также могут использоваться при подготовке молодых учёных к экзаменам по английскому языку (вступительных и кандидатских).

Литература

1. Вайсфельд Л. И. & Опалко А. И. (2015). Биологические системы, биоразнообразие и стабильность биологических сообществ. *Достижения и проблемы современной науки*: матер. III междунаро. научно-практ. конф. (уровень стандарта, академический уровень, г. Санкт-Петербург, 03 декабря 2015 г.) СПб.: Научный журнал "Globus". 3 часть, Секция: Биологические науки. С. 16–18.
2. Заиков Г. Е., Вайсфельд Л. И. & Боме Н.А. (2018). Современные проблемы рационального садоводства в экстремальных условиях среды. Вавиловские чтения – 2018. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 131-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. 28–29 ноября 2018 г. Саратов 2018. С. 250–252.
3. Захаров-Гезехус, И. А. (2016). *В защиту генетики*. М.: Ваш Формат. 46 с.
4. Колчинский Э. И. (2018). Пятьдесят лет спустя: размышления над книгами, изданными к 130-летию юбилею со дня рождения Н. И. Вавилова и накануне 70-летия со дня августовской сессии ВАСХНИЛ. *Вопросы истории естествознания и техники*. Том. 39, № 3. С. 559–591. DOI: 10.31857/S020596060001125–9.
5. Bekuzarova S. A., Bome N. A., Opalko A. I. & Weisfeld L. I. (eds.). (2016). *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Study*. Oakville; Waretown: Apple Academic Press. 610 p. <http://www.appleacademicpress.com/title.php?id=9781771882255>
6. Kutchin A. V., Shishkina L. N. & Weisfeld L. I. (eds.). (2017). *Chemistry and Technology of Plant Substances: Chemical and Biochemical Aspects*. Apple Academic Press. 358 p. <https://www.crcpress.com/Chemistry-and-Technology-of-Plant-Substances-Chemical-and-Biochemical-Aspects/Kutchin-Shishkina-Weisfeld/p/book/9781771885607>
7. López-Bonilla J. L., Abdullin M. I. & Zaikov G. E. (eds.). (2016). *Physical Chemistry for the Chemical and Biochemical Sciences*. Boca Raton; Oakville: Apple Academic Press. 445. p. file:///C:/Users/User/Downloads/Trendin.pdf
8. Opalko A. I. & Opalko O. A. (2015). Anthro-adaptability of plants as a basis component of a new wave of the "Green Revolution". *Biological Systems, Biodiversity, and Stability of Plant Communities* [Eds.: Larissa I. Weisfeld, Anatoly Iv. Opalko, Nina An. Bome et al]. Toronto: Apple Academic Press. Part 1: The Optimization of Interaction Anthropogenic Changes with Natural Environmental Variability for Sustainable Land Use. P. 3–17.
9. Opalko A. I., Weisfeld L. I., Bekuzarova S. A., Bome N. A. & Zaikov G. E. (eds.). (2014). *Ecological Consequences of Increasing Crop Productivity: Plant Breeding and Biotic Diversity*. Toronto: Apple Academic Press. 328 p. <http://www.appleacademicpress.com/title.php?id=9781771880121>
10. Phillips R. L. (2013). *Norman E. Borlaug: A Biographical Memoir*. Washington: NAS. 27 p.
11. Shishkina L. N., Goloshchapov A. N. & Weisfeld L. I. (eds.). (2019). *Antioxidants in Systems of Varying Complexity. Chemical, Biochemical, and Biological Aspects*. Oakville; Waretown: Apple Academic Press (in Press).
12. Varfolomeev S. D. (ed.). (2014). *Chemical and Biochemical Technology: Materials, Processing, and Reliability*. Toronto: Apple Academic Press. 380 p.
13. Weisfeld L. I., Opalko A. I., Bome N. A. & Bekuzarova S. A. (eds.). (2015).

- Biological Systems, Biodiversity, and Stability of Plant Communities*. Toronto: Apple Academic Press. 554 p. <http://appleacademicpress.com/title.php?id=9781771880640>
14. Weisfeld, L. I., Opalko A. I. & Bekuzarova S. A. (eds.). (2018). *Temperate Horticulture for Sustainable Development and Environment: Ecological Aspects*. Waretawn: Apple Academic Press. 382 p. DOI: 10.1201/9781351249393.
15. Zaikov G. E., Weisfeld L. I., Lisitsyn E. M. & Bekuzarova S. A. (eds.). (2017). *Heavy Metals and Other Pollutants in Environment: Biological Aspects*. Oakville; Waretown: Apple Academic Press. 437 p. <http://www.appleacademicpress.com/heavy-metals-and-other-pollutants-in-the-environment-biological-aspects/9781771884372>
16. Zargar S.M., Nazir M., Agarwal G.K. & Rakwal R. (2011). OMICS based interventions for climate proof crops. *Genomics and Applied Biology*. Vol. 2, № 4. P. 24–28.

ЗБАГАЧЕННЯ КОЛЕКЦІЇ ЖИМОЛОСТІ ЇСТІВНОЇ НОВИМИ СОРТАМИ ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Л.Г. Варлащенко

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Історія світового садівництва пов'язана з інтродукцією дикорослих декоративних, плодових і ягідних рослин. Великим резервом розширення їх видового складу є рослинні ресурси Європейського центру і, особливо ліси Правобережного Лісостепу України. Відбір кращих дикорослих малопоширених декоративних, плодових і ягідних рослин має велике практичне значення в народному господарстві та зеленому будівництві України, яке досягло свого розвитку у 50–80-ті роки минулого століття [4, 5].

Інтродукцію синьо плідних їстівних жимолостей розпочато в 1933 році на Павлівській дослідній станції під керівництвом видатного вченого, академіка М.І. Вавилова. В Україні великий вклад у селекцію жимолості їстівної внесли вчені Краснокутської дослідної станції інституту садівництва УААН та Донецького Ботанічного саду НАН України. Необхідність збагачення різноманіття генотипів садових рослин постійно зростає [1, 8].

Жимолость їстівна – *Lonicera edulis* Turcz. – одна з найулюбленіших плодових і декоративних малопоширених рослин відкритого ґрунту. В природних умовах утворює невисокий прямостоячий кущ від 0,5 до 1 м заввишки, в умовах культури він досягає – 1,5–2 м. Крона округла, напівкуляста, плоско округла. Скелетні гілки від бурих до сіро-бурих, на багаторічних гілках кора відшаровується вузькими повздовжніми смугами. В перші роки життя надземна частина дуже повільно розвивається і швидко росте коренева система, глибина залягання якої становить 50–60 см, залежно від механічного складу і рівня окультуреності ґрунту. Бруньки на пагонах знаходяться в пазухах супротивно розміщених листків по 2–3 одна від одної, утворюючи вертикальний ряд – серію, генеративно-вегетативні, містять зачатки квіток і пагонів. Листки суцільні, цілокраї, подовжено овальні (залежно від виду), еліптичні, ланцетні, опушені або майже голі. Квітки двостатеві зеленуваті, біло-жовті або жовті, найчастіше трубчасто-воронкоподібні, досить декоративні. Максимальних розмірів кущі досягають у віці 7–12 років [8].

Впорядкування сорто-формовидової колекції сортів жимолості синьої їстівної (*Lonicera caerulea* subsp. *edulis*), однієї з малопоширених видів плодово-декоративних культур у світі та вітчизняному садівництві, зумовлюється потребою пошуку та підбору нових інтродукованих сортів виведених селекціонерами.

Дослідження, присвячені інтродукції та адаптації нових сортів зарубіжної селекції *L. caerulea* subsp. *edulis* в озеленення Правобережного Лісостепу України проводились на кафедрі садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва.

Залучені в досліді представники колекції *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* досліджували загальноживими методами. Дослідження стадій проходження інтродукційного процесу, адаптації і дорошування кущів, вивчення еколого-біологічних особливостей сезонного ритму росту і розвитку нових сортів жимолості синьої їстівної проведено у 2016–2017 рр. за загальноприйнятими методиками (Кохно М.А., Кузнецов С.І., 2005; Мельник С., 2016) [1, 3, 6].

Колекція *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* суттєво поповнилася в Уманському національному університеті садівництва. За весь період проведення досліджень з 1998–2018 рр. на дослідній ділянці кафедри садово-паркового господарства загалом було інтродуковано понад 20 сортів цієї малопоширеної культури: 1998 р. – Богдана, Вітамінна, Дончанка, Голубе веретено, Медведиця, Павловська, Синя птиця, Томочка, Скільська, Степова, Українка, Урожайна, Фіалка, Форма-85; 2016–2017 рр. – Бокчарська, Бокчарський велетень, Бореаліс, Дочка велетня, Стрежевчанка, Хоней, Чулимська, Югана.

Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України жимолость їстівна починає вегетувати раніше за інші ягідні культури на 10–15 днів – кінець березня на початку квітня при середньодобовій температурі 5–7°C. Квітування розпочинається через місяць після початку розпускання вегетативних бруньок – на початку травня при середньодобовій температурі 10–12°C і триває залежно від погодних умов 10–15 днів. Весняні заморозки, як правило, не призводять до загибелі квіток й істотного зниження врожаю [1].

Ріст пагонів починається одночасно із цвітінням та інтенсивно триває до липня. Середньорічний приріст пагонів становить 9–25 см. Плоди можна знімати уже наприкінці травня, що майже на дві неділі раніше дозрівання суниці.

Швидке впровадження в культуру та розповсюдження жимолості синьоплідної зобов'язане високим смаковим і лікувальним властивостям. Перевагою жимолості їстівної перед іншими плодовими культурами є раннє досягання ягід, значний вміст вітамінів і висока зимостійкість.

Плоди жимолості їстівної – супліддя різноманітної форми: циліндрична, веретеноподібна, стручкова, тощо. Забарвлення синьо-блакитне з сильним восковим нальотом. Стиглі плоди – ніжні соковиті ягоди, кисло-солодкі з приємним присмаком і слабким ароматом. Довжина ягоди – 1,5–2,5 см, ширина – 0,8–1,8 см, маса – 0,6–1,5 г.

В плодах міститься 4–8% цукрів (глюкоза, фруктоза, галактоза), 1–3% органічних кислот, 1,1–1,5% пектинових речовин. Вміст вітаміну С становить 90–130 мг%. Сумарна кількість Р-активних речовин (рутин, катехін, антоціани та ін.) – 600–1800 мг%. У невеликій кількості містяться вітаміни В2 (2,5–3,8 мг%), В9 (7,2–9,2 мг%), В6, провітамін, пектинові речовини (1,1–1,6%), макро і мікроелементи, йод, марганець, залізо, мідь. Так, при заморожуванні ягід жимолості вони майже не втрачають своїх цілющих властивостей.

Виявлені нещодавно іридоїди мають багато цінних біологічних властивостей. Вони охороняють нейрони від дії різноманітних шкідливих факторів, знижують

артеріальний тиск та здійснюють анти біологічний вплив, тобто гальмують розвиток шкідливих мікроорганізмів. Біологічно активні і фенольні сполуки в ягодах жимолості є потужними оксидантами і поглиначами вільних радикалів. Саме завдяки цьому жимолость може бути найбільш ефективною ягодою в лікуванні та запобіганні розвитку багатьох хвороб сучасної цивілізації [2].

Плоди жимолості використовують у народній медицині при розладах травлення, хворобах печінки і жовчного міхура, гіпертонії, серцево-судинних захворюваннях, малярії, некрозів, ожирінні, як сечогінний засіб. Ягоди мають бактерицидні властивості, в'язучу, протизапальну та капіляророзміцнюючу дію, рекомендують їх також і при носових кровотечах.

Квітки і листки жимолості використовують для видалення набряків, діареї. Вони мають сечогінну, дезінфікуючу і протизапальну дію, а тому відвари широко використовують при кон'юнктивіті очей (промивання), запаленні верхніх дихальних шляхів (полоскання), циститі і водянці.

Ягоди високо ціняться за смакові якості. У свіжому вигляді їх використовують як десерт, а також для переробки на варення, желе, соки, компоти, узвари, цукати. Крім того, в ягодах жимолості є високий вміст цукрів. Наприклад, у сорту Індиго Джем коефіцієнт вмісту цукрів перевищує 17, що дає чудові можливості для їх заморожування та, в перспективі, для виробництва вишуканих вин. Вино з жимолості має насичений червоно-рубіновий колір і пікантний терпкий смак. Для тривалого зберігання плоди засипають цукром, а потім готують з них киселі, морси та начинку для пирогів.

Нині у світі стрімко зростають насадження і попит на вирощування жимолості їстівної. У Канаді за останні чотири роки насадження цієї ягоди складають близько 1000 га. В Європі лідером із насаджень жимолості є Польща. У 2012 році тут було лише декілька гектарів, які за п'ять років виросли до 1800 га. Останнім часом зростає попит в інших країнах Старого континенту (Форум II Міжн. конф., присв. жимолості, Ожарув-Мозавецький, Польща, 9 листопада 2018).

В нашій країні жимолость (*Lonicera caerulea* subsp. *edulis*) введено в культуру нещодавно на невеликих площах, вона заледве досягає 100 га. Україна має велику перспективу та всі необхідні умови для успішного вирощування та, в майбутньому, експорту жимолості – про це в рамках Міжнародної агропромислової виставки EuroAgro 2017 заявив кандидат сільськогосподарських наук Інституту садівництва НААН, Олександр Ярещенко [2, 5].

Згідно еколого-біологічної характеристики, всі досліджувані сорти жимолості синьої їстівної мають господарські та декоративні особливості, які придатні для використання в народній медицині, косметичі, кулінарії та садовому дизайні житлових забудов в садах мікрорайонів міста, присадибних ділянках, у котеджних забудовах тощо. Ефект оформлення різних садово-паркових об'єктів кущовими жимолостями залежатиме від того, наскільки гармонічно вони поєднуюватимуться з природним середовищем і умовами зростання [1, 4].

У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані нові сорти жимолості синьої їстівної зарубіжної селекції: Бокчарська, Бокчарський велетень, Бореаліс, Дочка велетня, Стрежевчанка, Хоней, Чулимська і Югана було успішно інтродуковано в народне господарство і озеленення населених місць Правобережного Лісостепу України.

Жимолость синя їстівна рослина невибаглива, росте навіть на бідних ґрунтах. Любить зволожені місця, зимостійка і мало страждає від шкідників та хвороб. Врожай з кожного куща досягає до 2 кг. Розмножується жимолость насінням, горизонтальними відсадками, зеленими живцями. Вік куща становить 80–90 років.

Висновки. Створена впродовж останніх років сорто-формо-видова колекція сортів *Lonicera caerulea* subsp. *edulis* в Уманському національному університеті садівництва може стати базовою для подальшого вивчення та впровадження цієї культури в народне господарство, кулінарію та озеленення. Беручи до уваги харчову та вітамінну цінність жимолості, вона – перспективний і корисний об’єкт аматорського садівництва.

Література

1. Варлащенко Л.Г. Впровадження нових сортів жимолості синьої їстівної
2. (*f. edulis* – *Lonicera caerulea* Turcz.) в озеленення Правобережного Лісостепу України / Зб. наук. пр. Уманського НУС. Вип. 92. – Ч.1: Сільськогосп. науки. Умань: УНУС. 2018. С. 333–342.
3. Закохані у жимолость (2018). Сонце сад. Ж. № 1. ФОП Михась М.О., Київ. 2018. С. 24–26. <https://www.mycharm.ru/articles/text/?id=4462>.
4. Кохно М.А., Кузнецов С.І. Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 48 с.
5. Лаптев О.О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 128 с.
6. *Lonicera* (2013). The Plant List is a working list of all known plant species. Version 1.1. September 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Caprifoliaceae/Lonicera/#statistics> (Accessed 19 December 2017).
7. Мельник С. [укл.]. (2016). Дегустаційна оцінка плодів та ягід. *Методика проведення експертизи сортів групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні*. К.: Український інститут експертизи сортів рослин. С. 16–17.
8. Опалко А.І. Необхідність збагачення різноманіття генотипів садових рослин в Україні / Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 3 (13). С. 35–39.
9. Род 1401. Жимолость – *Lonicera* L. (1958). Флора СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР. Т. 23 [ред. тома Б.К. Шишкин]. С. 467–573.

СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ З РІЗНИМИ ТЕРМІНАТОРАМИ ТА 3'-НЕТРАНСЛЮЮЧИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ

О.І. Варченко^{1, 2}, Б.М. Красюк^{1, 3}, М.В. Кучук¹,
М.Ф. Парій², Ю.В. Симоненко^{1, 2}

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
e-mail: okvarchenko@gmail.com

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

³Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основним завданням генетичної інженерії є отримання культурних рослин з господарсько-цінними ознаками. Успішне виконання цих завдань пов’язано з ефективною та контрольованою експресією перенесених генів. Вона залежить від вибору промоторів, регуляторних елементів, нетранслюючих послідовностей та термінаторів, що забезпечують функціонування гетерологічних генів та, крім цього, вона залежить від дизайну вектору – комбінації всіх елементів в конструкції.

Ключова роль в регуляції експресії перенесених генів та рівня накопичення рекомбінантного білку належить регуляторним послідовностям, таким як промотори та термінатори.

Метою роботи було створення генетичних конструкцій з різними регуляторними та нетранслюючими послідовностями, а саме різними термінаторами та 3'-нетранслюючими послідовностями для подальшого дослідження регуляції гетерологічної експресії репортерного гена GFP при транзистентній генетичній трансформації модельних видів рослин, що відбувається під впливом різних регуляторних та нетранслюючих послідовностей.

Для роботи були вибрані декілька термінаторів. Вибір термінаторів та нетранслюючих послідовностей для створення генетичних конструкцій базувався на наявних літературних джерелах, їх різноманітності та ефективності, від чого буде залежати майбутній профіль експресії перенесених генів. Є три основних джерела термінаторів – рослинні віруси, бактерії та гени рослин. Найбільш поширеним з них є 35S термінатор вірусу мозаїки цвітної капусти та *nos* термінатор з *A. tumefaciens*, які досить активно використовуються у клонуванні. Нами було вибрано 10 термінаторів з сигналами поліаденілювання та 3'-нетранслюючими послідовностями таких генів: 35S вірусу мозаїки цвітної капусти (1, 2), *Atug7* з бактерії *Agrobacterium tumefaciens* (3), *nos* з *A. tumefaciens* (3), рослинний *act2* з *Arabidopsis thaliana* (4), *mas* *A. tumefaciens* (3), *ags* *A. tumefaciens* (3), *ocs* *A. tumefaciens* (3, 5), ATPase та RbcS3C з томатів *Solanum. lycopersicum* (6) та Histone H4 з картоплі *S. tuberosum* (6).

Для створення конструкцій використовували технологію клонування Golden Gate (7). Ця технологія дозволяє швидко та точно клонувати декілька фрагментів в одному векторі. Використовуючи цю технологію нами раніше було створено пул векторів з різними промоторними елементами (8).

В результаті роботи нами було створено десять конструкцій з різними термінаторами, подвійним промотором 35S вірусу мозаїки цвітної капусти та 5'-UTR Ω X вірусу картоплі, які в подальшому будуть використані в дослідженнях по регуляції гетерологічної експресії репортерного гена GFP.

Література

1. Ow, D., Jacobs, J., and Howell, S., Functional regions of the cauliflower mosaic virus 35S RNA promoter determined by use of the firefly luciferase gene as a reporter of promoter activity, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 1987, vol. 84, pp. 4870–4874.
2. Guilley, H., Dudley, R., Jonard, G., Balázs, E., and Richards, K., Transcription of Cauliflower mosaic virus DNA: detection of promoter sequences, and characterization of transcripts, *Cell*, 1982, vol. 30, pp. 763–773.
3. Barker, R., Idler, K., Thompson, D., and Kemp, J., Nucleotide sequence of the T-DNA region from the *Agrobacterium tumefaciens* octopine Ti plasmid pTi15955, *Plant Mol. Biol.*, 1983, vol. 2, pp. 335–350.
4. An, Y., McDowell, J., Huang, S., McKinney, E., Chambliss, S., and Meagher, R., Strong, constitutive expression of the *Arabidopsis* ACT2/ACT8 actin subclass in vegetative tissues, *Plant J.*, 1996, vol. 10, pp. 107–121.
5. Ellis, J., Llewellyn, D., Walker, J., Dennis, E., and Peacock, W., The ocs element: a 16 base pair palindrome essential for activity of the octopine synthase enhancer, *EMBO J.*, 1987, vol. 6, pp. 3203–3208.
6. Kyoizuka, J., McElroy, D., Hayakawa, T., Xie, Y., Wu, R., and Shimamoto, K., Light-regulated and cell-specific expression of tomato rbcS-gusA and rice rbcS-gusA fusion genes in transgenic rice, *Plant Physiol.*, 1993, vol. 102, pp. 991–1000.

7. Варченко, О., Смірнова, В., Будзихівська, В., Зіміна, О., Парій, Я., Кучук, М., Парій, М., та Симоненко, Ю., Створення конструкцій для вивчення регуляції гетерологічної експресії репортерного гена GFP, Матеріали VI міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта», Умань, Україна, 2017, с. 54–56.
8. Варченко, О., Федчунов, О., Парій, Я., Кучук, М., Парій, М., та Симоненко, Ю., Використання різних промоторних елементів для створення мультигенних конструкцій, Матеріали VII міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта», Умань, Україна, 2018, с. 64–66.

СКРІНІНГ ДИКИХ ВИДІВ РОДУ *NICOTIANA* ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РЕКОМБІНАНТНИХ БІЛКІВ

**О.І. Варченко^{1,2}, Б.М. Красюк^{1,3}, В.Б. Белокурова¹, М.В. Кучук¹,
М.Ф. Парій², Ю.В. Симоненко^{1,2}**

¹*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
e-mail: okvarchenko@gmail.com*

²*Всеукраїнський науковий інститут селекції*

³*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасна медицина використовує велику кількість фармацевтичних продуктів білкової природи. Особливий інтерес представляє біотехнологічне виробництво терапевтично цінних рекомбінантних білків людини, серед яких ферменти, гормони, антитіла, інтерферон тощо, оскільки вони мають обмежене природне джерело. На даний час переважно використовують мікроорганізми як продуценти рекомбінантних білків. Незважаючи на приклади успішного використання, прокаріотичні системи біосинтезу мають ряд недоліків: відсутність глікозилювання, пакування білків, бактеріальні токсини та ін.

Тому перспективним шляхом отримання рекомбінантних цінних білків є розробка методів їх гетерологічної експресії в рослинах. Рослинні системи мають ряд переваг, серед яких економічність, необмежене джерело рослин, можливість вживання у їжу, стабільність білків, можливість глікозилювання та відсутність бактеріальних патогенів та токсинів. Як продуценти білків можна використовувати трансгенні рослини, але стабільна ядерна експресія дозволяє накопичити тільки 1% рекомбінантного білка. Інший підхід базується на транзійтній експресії перенесених генів без їх стабільної інтеграції в геном [1, 2, 3]. Транзійтна експресія здійснюється шляхом *Agrobacterium*-опосередкованого введення плазмідних векторів в клітини без їх інтеграції у геном. Експресія введеного трансгена відбувається протягом певного часу, після чого чужорідна ДНК елімінується.

Останнім часом кілька видів культурних рослин було перевірено як об'єкти для гетерологічної експресії різних типів білків, але модельним видом для дослідів по транзійтній експресії генів у рослинах залишається дикий австралійський вид тютюну – *N. benthamiana* [4]. Тому як основний об'єкт дослідження ми використовували диких представників роду *Nicotiana*. Метою роботи був скрінінг різних диких видів роду *Nicotiana* з метою відбору високопродуктивних рослинних

видів та оптимізація умов гетерологічної експресії для подальшого дослідження регуляції гетерологічної експресії репортерних генів при транзійтній генетичній трансформації. У дослідях по розробці ефективної робочої методики транзійтної експресії чужорідних генів в рослинах ми використовували зелений флуоресцентний білок (Green Fluorescent Protein, GFP) [5]. В роботі були використані як транскрипційні вектори (ген репортерного білка GFP знаходиться під контролем 35S промотору ВМЦК) та вірусні вектори (на основі рослинних вірусів ВТМ та ВКХ).

В результаті роботи спочатку було визначено стадію розвитку рослин *N. benthamiana*, на якій спостерігається найвищий рівень накопичення репортерного білка GFP, та була визначена динаміка транзійтної експресії гена репортерного білка GFP при використанні як транскрипційних, так і вірусних векторів, у рослинах *N. benthamiana*. Оскільки *N. benthamiana* має невелику біомасу в порівнянні з деякими іншими видами тютюнів, то ми провели пошук серед видів цього роду іншої рослини-хазяїна, яка б суміщала значну біомасу з високим рівнем транзійтної експресії. Було перевірено 8 видів цього роду (*N. benthamiana*, *N. debneyi*, *N. excelsior*, *N. exigua*, *N. maritima*, *N. simulans*, *N. rustika* та *N. excelsiana*), і визначено види, які демонстрували найвищий рівень накопичення репортерного білка GFP внаслідок транзійтної експресії відповідного гена під контролем як транскрипційних, так і вірусних векторів. Необхідно зазначити, що використання вірусних векторів дало можливість значно збільшити вміст GFP внаслідок транзійтної експресії відповідного гена у всіх рослинах даних видів. Оскільки біомаса листків даних видів співставна або перевищує таку у *N. benthamiana*, а експресія гена GFP майже співставна з експресією у *N. benthamiana*, то ці види можуть бути використані як альтернативні об'єкти для отримання рекомбінантних білків шляхом транзійтної експресії.

Література

1. Marillonnet, S., Girtsch, A., Gils, M., Kania, R., Klimyuk, V., and Gleba, Y., In planta engineering of viral RNA replicons: efficient assembly by recombination of DNA modules delivered by *Agrobacterium* // *PNAS*. – 2004. – № 101. – P. 6852–6857.
2. Marillonnet, S., Thoeringer, C., Kania, R., Klimyuk, V., and Gleba, Y., Systemic *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transfection of viral replicons for efficient transient expression in plants // *Nat. Biotechnol.* – 2005. – Vol. 23. – P. 718–723.
3. Gleba, Y., Klimyuk, V., and Marillonnet, S., Magniffection – a new platform for expressing recombinant vaccines in plants // *Vaccine*. – 2005. – Vol. 23. – P. 2042–2048.
4. Gils, M., Kania, R., Marillonnet, S., Klimyuk, V., and Gleba, Y., High-yield production of authentic human growth hormone using a plant virus-based expression system // *Plant Biotech. J.* – 2005. – Vol. 3. – P. 613–620.
5. Chiu, W., Niwa, Y., Zeng, W., Hirano, T., Kobayashi, H., and Sheen, J., Engineered GFP as a vital reporter in plants // *Curr. Biol.* – 1996. – Vol. 6. – P. 325–330.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RFLP-АНАЛИЗА ДЛЯ ОТБОРА ГАПЛОИДНЫХ РЕГЕНЕРАНТОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Е.Н. Васильченко, Н.А. Карпеченко

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» Россия, Воронежская обл., п. ВНИИСС

В популяциях сахарной свеклы, как и многих других видов растений, встречаются формы, имеющие стерильную пыльцу, то есть обладающие мужской стерильностью [1]. Это очень важный для селекции признак, поскольку даёт возможность экономить время и средства, избегая трудоёмкого процесса кастрации гермафродитных цветков при гибридизации. Установлено, что мужская стерильность у сахарной свеклы может быть двух типов: генетическая мужская стерильность, связанная с ядерными хромосомами, и генетико-цитоплазматическая мужская стерильность, контролируемая взаимодействием ядерного и цитоплазматического (митохондриального) генома. Мужская стерильность, обусловленная ядерным геномом, характеризуется действием рецессивного гена и проявляется только у гомозиготных по данному гену форм. Цитоплазматическую мужскую стерильность, согласно Оуэну, можно объяснить наличием в популяции сахарной свеклы растений с нормальной (N) цитоплазмой и со стерильной (S) цитоплазмой. Растения с нормальной цитоплазмой имеют крупные пыльники, в которых формируется большое количество жизнеспособной пыльцы. Растения со стерильной цитоплазмой могут помимо фертильной пыльцы иметь и стерильную. В последнем случае их пыльники недоразвиты, пыльца в них формируется небольшого размера и нежизнеспособная. Стерильность по пыльце проявляется при взаимодействии стерильной цитоплазмы с рецессивными генами ядра. Гомозиготное состояние рецессивных генов обеспечивает полную мужскую стерильность. Присутствие одного из этих генов в доминантном состоянии приводит к образованию полустерильных по пыльце форм растений [2].

Выявление растений со стерильной цитоплазмой представляет значительный интерес со стороны селекционеров для селекции сахарной свеклы. Масштабное развитие методов молекулярной биологии в большей мере позволяют решить данную задачу. Использование ДНК-маркеров даёт возможность тестировать полиморфизм ДНК на уровне генов, а не на уровне продуктов генов. Кроме того, ДНК-маркеры позволяют использовать любые ткани и органы для анализа [3].

Молекулярные маркеры нейтральны по отношению к фенотипу, нетканеспецифичны, их можно обнаружить на любой стадии развития растений. Они позволяют контролировать передачу генетического материала от растений-доноров и вести отбор на искомый селекционный признак, например, на цитоплазматическую мужскую стерильность [4, 5]. Стерильность цитоплазмы у сахарной свеклы обусловлена изменением нуклеотидной последовательности в митохондриальном и хлоропластном геномах [6]. Выявление форм с ЦМС у растений сахарной свеклы считается актуальной задачей, поскольку данный признак является весьма ценным, облегчая задачу для селекционеров при формировании родительских пар и получении гибридов.

Для исследований использовали селекционные материалы лаборатории ЦМС и лаборатории исходного материала ФГБНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. Объектами исследования были гаплоидные растения-регенеранты сахарной свеклы

(*Beta vulgaris* L.), культивируемые в условиях *in vitro*. Для получения препаратов тотальной ДНК использовался метод с применением ЦТАБ-буфера (цетилтриэтиламмония бромида). Амплификацию ДНК проводили в автоматическом режиме в термоциклере «ДНК-технологии». Для визуализации выявленных ампликонов проводили электрофорез в 1% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Для определения длины (размера) ампликона использовали стандартные маркеры с диапазоном от 100 до 1000 п.н. с шагом 200 пар нуклеотидов. Амплификацию фрагментов ДНК, содержащих tandemные повторы, осуществляли с использованием 2 пар праймеров: E-G, SvulgF-SvulgR. Данные праймеры комплиментарны межгенному спейсеру хлоропластного генома сахарной свеклы и содержат специфические сайты рестрикции.

Наши исследования показали, что PCR и RFLP-анализ с использованием рестриктазы Hind III позволяет идентифицировать тип цитоплазмы у создаваемых гаплоидов сахарной свеклы по числу рестриктов. У гаплоидных микроклонов с нормальной цитоплазмой амплифицировался один фрагмент (800 п.н.). У стерильных (S) форм выявлены два продукта рестрикции 320 и 480 п.н. (рис 1).

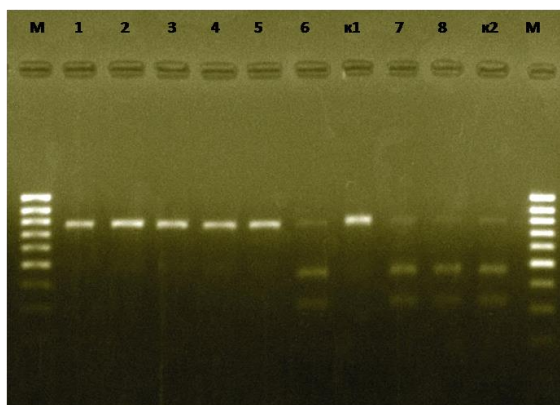


Рис. Электрофореграмма рестриктов амплифицированных фрагментов ДНК (RFLP-анализ, рестриктаза Hind III) у гаплоидных растений-регенерантов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.):

K1 – контрольные фертильные растения, K2 – контрольные стерильные растения; 1–5 – формы с нормальной (N) цитоплазмой, 6–8 – формы со стерильной (S) цитоплазмой; М – маркеры молекулярных масс (ДНК – маркер MassRuler™, 80–1031 п.н., SM0383, «ThermoScientific», США).

Гаплоиды, у которых этот фрагмент не рестрицировался Hind III, были представлены полностью фертильными формами с нормальной цитоплазмой (N) и ядерными генами в рецессивном состоянии (*rf*). В остальных образцах наблюдался полиморфизм фрагментов, что, по-видимому, предполагает наличие у соответствующих гаплоидных форм стерильной цитоплазмы (S) и разное сочетание рецессивных и доминантных аллелей ядерных генов *Rf1/rf1* и *Rf2/rf2*. Отметим, что PCR-профили у всех стерильных регенерантов (как гаплоидов, так и удвоенных гаплоидов) одинаковы. Поэтому выявление растений-регенерантов со стерильной цитоплазмой на разных этапах культивирования представляет значительный интерес для селекции сахарной свеклы, облегчая создание линий с ЦМС и высокопродуктивных гибридов на стерильной основе.

Стерильность цитоплазмы у сахарной свеклы обусловлена изменением нуклеотидной последовательности в хлоропластном геноме. Идентификация таких растений возможна благодаря применению современных методов молекулярно-генетического анализа, таких как ПЦР и рестрикция. Сочетание этих методов

позволяет выявлять полиморфизм в межгенном спейсере хлоропластного генома, который ассоциирован со стерильной цитоплазмой у сахарной свеклы. Использование RFLP-анализа ДНК дает возможность вести отбор гаплоидных регенерантов на искомый селекционный признак, например, ЦМС и формировать гомозиготные линии по этому признаку.

Результаты проведенных исследований представляют как теоретический, так и практический интерес для селекции сахарной свеклы.

Литература

1. Arnaud J.F., Viard F., Delescluse M. Evidence for gene flow via seed dispersal from crop to wild relatives in *Beta vulgaris* (Chenopodiaceae): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages// Proc. R. Soc. Lond. – 2003. – В. 270. – Р. 1565–1571.
2. Балков И.Я., Каракотов С.Д., Суслов В.И., Логвинов В.А., Мищенко В.Н., Логвинов А.В., Райлян Р.Н. Селекция – как фактор ускорения эволюции сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2014. – № 5. – С.8–14.
3. Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воропаев Е. В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Минск: Юнипол. – 2010. – 176 с.
4. Cheng D., Kitazaki K., Xu D., Mikam T., Kubo T. The distribution of normal and male-sterile cytoplasm in Chinese sugar-beet germplasm// Euphytica. – 2009. – 165. – Р. 345–354.
5. Moritani M., Taguchi K., Kitazaki K., Matsuhira H., Katsuyama T., Mikam T., Kubo T. Identification of the predominant nonrestoring allele for Owen-type cytoplasmic male sterility in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): development of molecular markers for the maintainer genotype// Mol. Breeding. – 2013. – 32. – Р. 91–100.
6. Жужжалова Т.П., Подвигина О.А., Знаменская В.В., Васильченко Е.Н., Карпеченко Н.А., Землянухина О.А. Гаплоидный партеногенез *in vitro* у сахарной свеклы (*Beta vulgaris*): факторы и диагностические признаки // Сельскохозяйственная биология. – 2016, том 51. – № 5. – С. 636–644.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПАРТЕНОГЕНЕЗА *IN VITRO* В КУЛЬТУРЕ НЕОПЛОДОТВОРЕННЫХ СЕМЯЗАЧАТКОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Е.Н. Васильченко, Е.О. Колесникова, Т.П. Жужжалова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» Россия, Воронежская обл., п. ВНИИСС

Развитие и усложнение селекционно-генетических программ все с большей остротой требует поиска новых нетрадиционных подходов и методов, позволяющих выявить все потенциальные возможности растительного организма и вместе с тем в более короткие сроки получить новый исходный материал [1].

Современные биотехнологические методы, основанные на культуре клеток, тканей и отдельных органов, находят свое применение в практике генетического улучшения растений [2].

Партеногенез является одной из форм апомиксиса и широко распространен в растительном мире. Самая распространенная форма – редуцированный партеногенез (зародыш гаплоидный) и нередуцированный (зародыш диплоидный) [3].

Партеногенез – это однополое размножение в популяциях, когда растение развивается из яйцеклетки (геногенез, или женский партеногенез), из спермия (андрогенез, или мужской партеногенез)

Женский партеногенез или гаплоидия ускоряет селекционный процесс, позволяет быстро оценить гибридную комбинацию и гомозиготировать материал на любом этапе. Метод гаплоидии открывает новые возможности для селекции на иммунитет. Благодаря генетической однородности дигаплоидных линий представляется возможным уже в течение 1–2 лет получить широкую информацию об устойчивости отдельных гибридных комбинаций к основным болезням. Сокращает период создания сорта и тем самым позволяет продлить период его эксплуатации в производстве. Гомозиготные линии, отличающиеся важнейшими ценными признаками, являются перспективным исходным материалом для селекции [4].

На процесс индукции гаплоидных растений влияет целый комплекс лимитирующих факторов: генотип донорского растения, состав питательной среды и условия культивирования [5, 6].

Проведенные исследования показали, что индуцирующая способность неоплодотворенных семязачатков сахарной свеклы в культуре *in vitro* зависела от температуры воздействия. Так, при предварительной обработке пониженной температурой (4–6⁰С) отмечалось некоторое увеличение регенерационной способности, как на жидких, так и на агаризованных питательных средах (табл.).

Влияние холодной обработки на регенерационную способность семяпочек

Экспозиция обработки, сутки	Жидкая среда		Агаризованная среда	
	введено семяпочек, шт	% регенерации	введено семяпочек, шт	% регенерации
контроль	95	1,05	85	1,18
1	105	1,9	130	3,6
2	90	2,85	110	4,6
3	85	3,17	95	3,05
4	75	4,8	85	4,1
5	60	3,3	90	2,1

Максимальная склонность эксплантов к регенерации отмечалась при экспозиции 4–5 суток на жидких питательных средах и составила 4,8–3,3%.

На агаризованных средах наибольшая регенерация наблюдалась при холодной обработке растений в течение 1–2 суток и составила 3,6–4,6% соответственно.

Большое значение в регуляции процесса активации мегагамет играла питательная среда для культивирования изолированных семязачатков.

Наилучшая индукция новообразований отмечалась на жидкой питательной. При этом частота регенерации на этих средах составила 6,9%, на агаризованных средах регенерационная способность составила 5,1%.

Исследования показали, что при введении в культуру семяпочек на жидкие и твердые питательные среды, первое образование микроструктур происходило уже через 3 недели после пассирования. Последующая пересадка эксплантов на агаризованную среду, того же состава, стимулирует формирование гаплоидных

регенерантов через каллусогенез до 9,7% и эмбриоидогенез до 13,9%. В связи с тем, что каллус является нестабильной системой с непрямым органоогенезом, вызывающим увеличение периода получения регенерантов, то путь прямой регенерации новых особей в условиях *in vitro* является более перспективным для селекции (рис. 1).

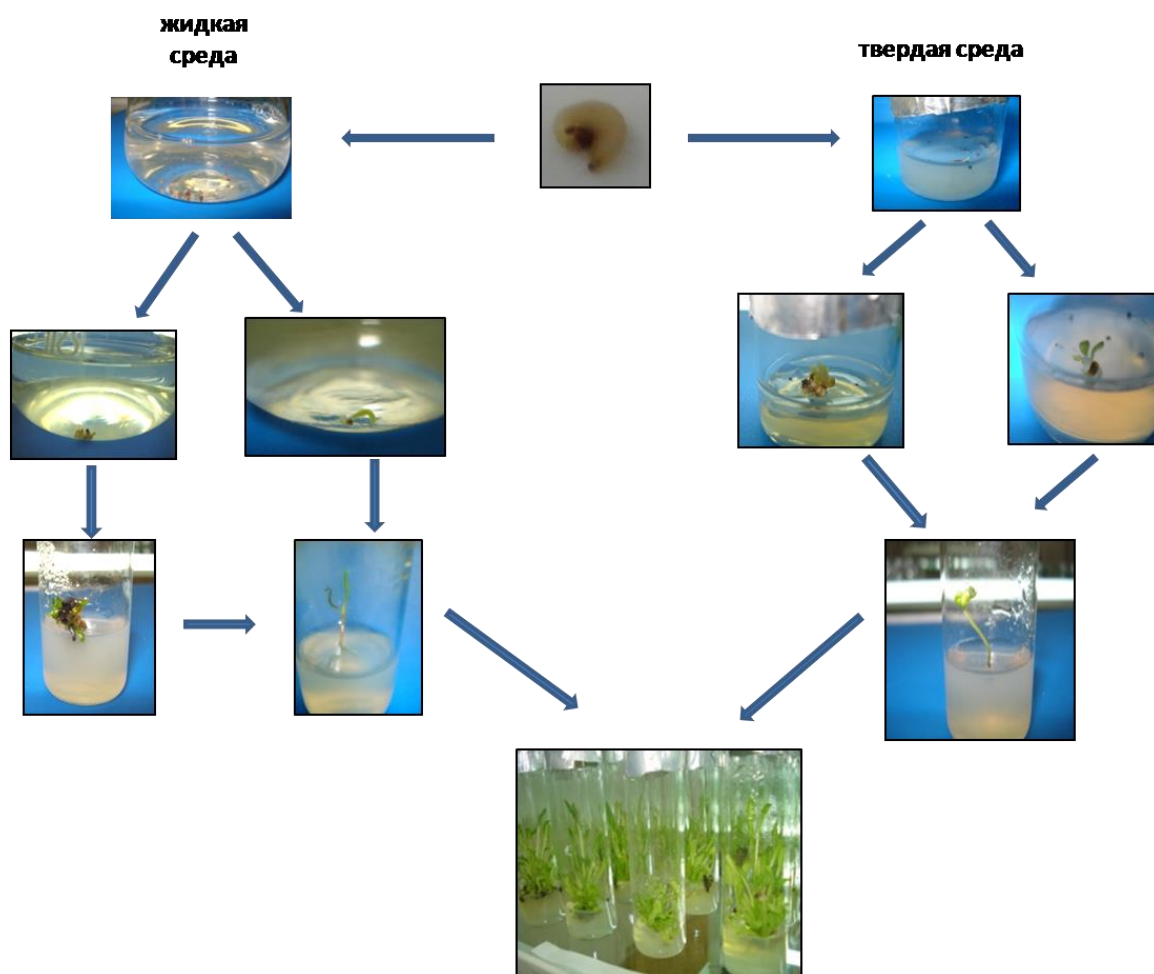


Рис. 1 Индукция новообразований на разных питательных средах

На начальных этапах развития регенеранты имели незначительные размеры, одну или две пары листьев и отличались между собой только по окраске гипокотеля – розовый или зеленый. Гибель регенерантов на этой стадии достигает 40- 50%, в зависимости от донорского материала. При дальнейшем культивировании в течение 3–4 недель регенеранты увеличиваются в размере и формируют листовой аппарат.

Наиболее ответственным этапом при дальнейшем культивировании полученных гаплоидных регенерантов является период стабилизации ростовых процессов у индуцированных гаплоидов, отборе наиболее жизнеспособных, активно растущих и хорошо размножающихся растений. При первом пассаже отмечалось незначительное образование дополнительных побегов.

Дальнейшее культивирование на безгормональной среде приводило к стабилизации ростовых процессов. Путем чередования питательных сред (безгормональная и ростовая) проведена стабилизация и отбор жизнеспособных регенерантов культивируемых *in vitro* с последующим микроразмножением (рис. 2).



Рис. 2 Микроразмножение стабилизированных гаплоидных регенерантов

Цитофотометрическая оценка уровня плоидности регенерировавших растений сахарной свеклы в культуре *in vitro* выявила гаплоидные, диплоидные и миксоплоидные формы. Для дальнейших исследований был отобран материал с одинарным ($n=9$) набором хромосом.

Таким образом, повышение выхода регенерантов после погружения в жидкую питательную среду дает возможность последовательно извлекать дифференцирующие ткани и переносить их на твердые регенерационные среды. Преимуществом жидкой культуры является длительное (до 4–6 месяцев) сохранение жизнеспособности эксплантов, обеспечивающее увеличение количества материала, пригодного для культивирования. Подобный прием позволяет ускорять дифференциацию клеток и тканей в сравнении с культивированием на агаризованной среде и повышать процесс формирования гаплоидных растений-регенерантов сахарной свеклы.

Литература

1. Знаменская В.В. Микроклональное размножение сахарной свеклы (методические рекомендации)/ В.В. Знаменская, Т.П. Жужжалова// Воронеж, 1995. – 23 с.
2. Могилевская Л.А. Условия культивирования изолированных неоплодотворенных семязпочек льна масличного для получения гаплоидных растений/ Л.А. Могилевская, А.И. Сорока, В.А. Лях // Вісник Запорізького державного університету. – 2002. – № 3. – С. 3–8
3. Батыгина Т.Б. От микроскоры к сорту / Т.Б. Батыгина, Н.Н.Круглова, В.Ю. Горбунова, Г.Е.Титова, О.А. Сельдимирова// М.: «Наука», 2010. – 174 с.
4. Свирщевская А.М. Триплоиды, диплоиды и гаплоиды в селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) /А.М. Свирщевская // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2008. – № 2. – С. 48–55
5. Tomaszewska-Sowa M. Cytometric analyses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants regenerated from unfertilized ovules cultured in vitro / M. Tomaszewska-Sowa // Plant Breed – 2010. – № 2. – Р. 231–235.
6. Жужжалова Т.П., Колесникова Е.О., Черкасова Н.Н., Васильченко Е.Н. Перспективные технологии изолированных тканей в селекционном процессе сахарной свеклы / Т.П. Жужжалова, Е.О. Колесникова, Н.Н. Черкасова, Е.Н. Васильченко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 6 (ноябрь-декабрь). – С.13–18.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РОДСТВА МЕЖДУ МЕСТНЫМИ ОБРАЗЦАМИ ВИНОГРАДА С ПОМОЩЬЮ ISSR МАРКЕРОВ

А.Ф. Гаджиева, Г.М. Шыхлинский

Институт Генетических Ресурсов НАНА, AZ1106, Баку, пр. Азадлыг 155,
Азербайджан

e-mail: aynushuk.haciyeva@mail.ru; sh/haci@yahoo.com

Определение генетического родства растений во время экспериментов является одним из основных направлений молекулярно-генетических исследований. Таким образом, генотипы сгруппированы в кластеры на основе генетического сходства или индекса генетического расстояния, рассчитанного на основе различных формул генетического родства. В дендрограмме генетически похожие и одинаковые по происхождению формы расположены ближе друг к другу.

Как объект исследования, использованы 30 местных азербайджанских сортов винограда, относящихся к виду *Vitis vinifera*.

Дендрограмма, сгруппировала 29 генотипов винограда в шести кластерах (рис 1). В дендрограмме ясно видно субкластеры, сгруппированные в восьми различных группах. Наблюдается совместимость между географическими регионами и генотипами сгруппированных в кластерах и субкластерах.

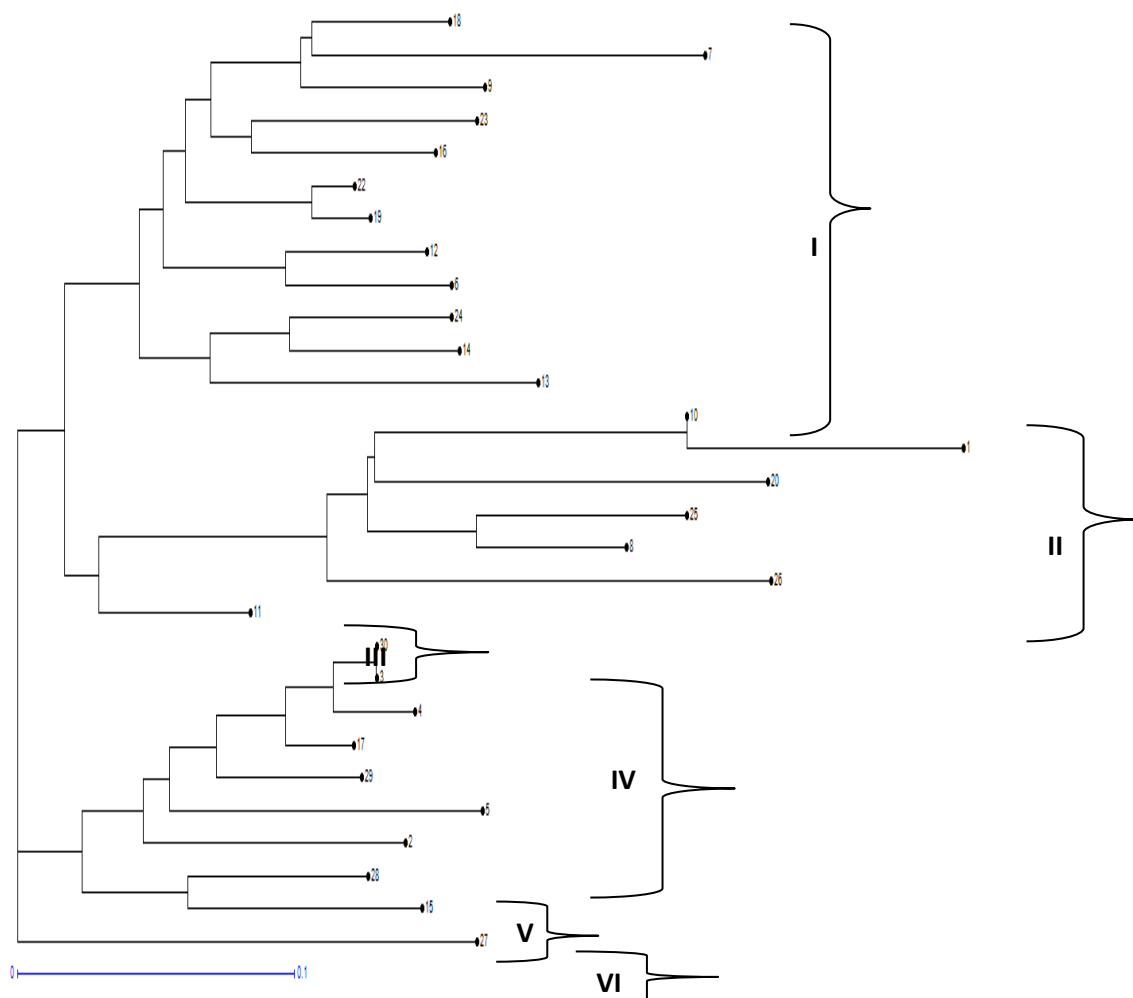


Рис 1 Дендрограмма, показывающая генетическое родство

I Кластер являється самым крупным по об'єму кластером, складає 42% загальної варіації і складається з 12 генотипів, і ділиться на 2 субкластера. Генотипи 6, 7, 9, 12, 16, 18, 19, 22, 23 суммовані в першому субкластері, оскільки вони генетично близькі, а образці 13, 14 і 24 розташовані во другому субкластері, так як вони генетично різні.

II Кластер складається з 6 образців, генотипи 1, 8, 10, 20, 25 розташовані в одній групі, а 26 генотип розташований в незалежній групі.

III Кластер складається тільки з одного генотипу. Генетично відмінні сорти, як сорт винограду Гирда кишмиші, грають важливу роль в селекції, для отримання нових сортів.

IV кластер ділиться на двасубкластера. Генотипи 3, 4, 5, 17, 29, 30 суммовані в одній групі. Сорти винограду Мармари Кишмиш і Гырмызы кишмиш 100% генетично схожі. Генотип 2 представляє собою окрему незалежну групу, так як він генетично відрізняється.

V кластер відповідно складається з двох генотипів, VI кластер з одного генотипу 27.

Таким чином в колекції спостерігається схожість між більшістю генотипами, але крім того деякі генотипи сильно відрізняються від інших генотипів. Генетично різні форми кластерного аналізу дозволяють отримати практичні рекомендації по вибору батьківських форм, прогнозуванню і направленню селекційних програм. В майбутньому такі форми можна використовувати в гібридизації для отримання нових сортів винограду.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕМБРІОГЕНЕЗУ ТА РЕГЕНЕРАЦІЇ РОСЛИН КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYS L.*) ІЗ НЕЗРІЛИХ ЗАРОДКІВ

**С.В. Галущенко^{1, 2}, О.І. Варченко^{1, 2}, Б.М. Красюк^{1, 3}, О.-В.З. Оне^{1, 3},
К.В. Гринчук³, І.О. Антіпов³, М.В. Кучук¹,
М.Ф. Парій², Ю.В. Симоненко^{1, 2}**

*¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
e-mail: galushchenko.sergii@gmail.com*

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

³Національний університет біоресурсів і природокористування України

Культивування промислово та економічно важливих видів рослин в умовах *in vitro* відкриває нові можливості для їх дослідження, поліпшення та швидкого впровадження у виробництво. Кукурудза (*Zea mays L.*) є основною зерновою культурою світу. Для поліпшення її окремих властивостей (стійкість до гербіцидів, шкідників) потрібно використовувати генетичну інженерію. Різні методи переносу генів, такі як: бомбардування частинками, *Agrobacterium* опосередкована трансформація і т.д. базуються на переносі чужорідних генів в недиференційовані або дидиференційовані клітини, які активно діляться або будуть активно ділитися і які здатні регенерувати [1]. У кукурудзи кращим матеріалом для генетичної трансформації є незрілі зародки [2]. Правильний підбір генотипів та експлантів є важливим, проте вирішальним фактором є підбір середовищ, які використовуються

на різних стадіях культивування, та чинять істотний вплив на результати зусиль по трансформації. Таким чином, основними детермінантами успішної трансформації є реакція незрілих зародків в культурі тканин, типи клітин, які ростуть з незрілих зародків, та подальші умови регенерації.

Метою роботи було оцінити вплив регуляторів росту та генотипу експлантів на частоту ембріоїдогенезу та регенерацію рослин у культурі калусної тканини гомозиготних ліній кукурудзи (*Zea mays* L.) та підібрати умови для подальшої роботи по генетичній трансформації.

Для роботи були використані незрілі зародки п'яти інбредних ліній *Zea mays* L.: A188, B104, H99, B73, Mo17, введені в культуру *in vitro* на 14 день після самозапилення. Незрілі зародки висаджували на модифіковане поживне середовище MS [3] для отримання ембріогенного калусу. В експерименті були використали 2 модифікації базового середовища MS: №1: макро та мікросолі MS + 700 мг/л І-проліну; 300 мг/л І-цистеїну; 10 мг/л AgNO₃; 0,5 мг/л 2,4-Д; 2,2 мг/л піклорами; 400 мг/л цефтріаксону, та №2: макро та мікросолі MS + 700 мг/л І-проліну; 300 мг/л І-цистеїну; 10 мг/л AgNO₃; 1,5мг/л 2,4-Д та 400 мг/л цефтріаксону. Для регенерації було використано середовище MS, доповнене 700 мг/л І-проліну; 300 мг/л І-цистеїну та 10 мг/л AgNO₃. Для вкорінення рослин було використано середовище MS, доповнене 0,5 мг/л альфа-нафтилоцтові кислоти. На рисунку представлені дані по ефективності утворення ембріогенного калусу та регенерантів в залежності від регуляторів росту та генотипу (%)

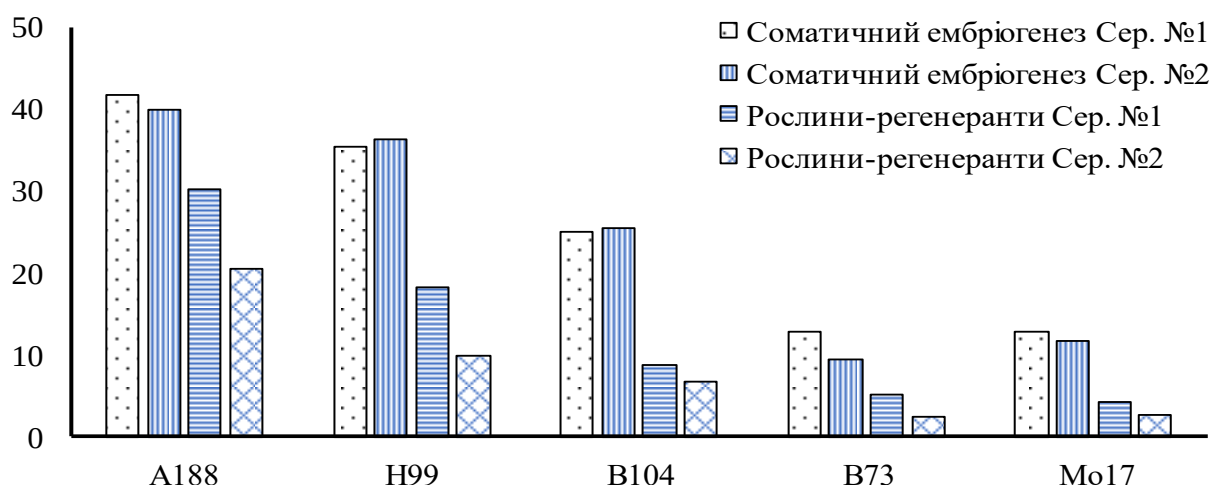


Рис. Ефективність утворення ембріогенного калусу та регенерантів в залежності від регуляторів росту та генотипу (%)

Отже, за результатами проведеної роботи можна стверджувати, що отримання зелених рослин регенерантів із незрілих зародків достовірно ефективніше у інбредних ліній A188, B104, H99. Оптимальними умовами ми вважаємо оптимізоване нами середовище №1: макро та мікросолі MS, доповнене 700 мг/л І-проліну; 300 мг/л І-цистеїну; 10 мг/л AgNO₃; 0,5 мг/л 2,4-Д; 2,2 мг/л піклорами та 400 мг/л цефтріаксону. При цьому необхідно зазначити, що склад середовища для індукції соматичного ембріоїдогенезу впливає на ефективність регенерації рослин кукурудзи на безгормональному середовищі.

Література

1. Ishida, Y., Saito, H., Ohta, S. H., Hiei, Y., Komari, T., and Kumashiro, T., High efficiency transformation of maize (*Zea mays* L.) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*, *Nature Biotechnology*, 1996, vol. 14, pp. 745–750.
2. Paredy, D., and Petolino, J., Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature inflorescences of several elite inbreds of maize, *Plant Science*, 1990, vol. 46, pp. 225–232.
3. Murashige, T., and Skoog, F., A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiologia Plantarum*, 1962, vol. 15, no. 3, pp. 473–497.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ

Г.М. Гасанова, Дж.М. Талаи, Н.Г. Гумматов, Х.Н. Рустамов

Азербайджанский НИИ Земледелия
e-mail: qqasanova53@mail.ru

В последние десятилетия, благодаря интенсификации сельского хозяйства и внедрения новых, высокоурожайных сортов пшеницы мягкой урожайность с единицы площади значительно возросло. В то же время из-за погодных условий, недостаточное и неустойчивое увлажнение (запасы влаги в почве) почвы при сочетании неблагоприятными агроэкологическими условиями не позволяет планировать истинную урожайность и валовый сбор зерна.

Резкое колебание урожайности зерновых культур, из-за погодных условий год от года возрастает. Высокая влажность почвы снижает содержание белка в зерне и одновременно повышает его пищевое качество за счет улучшения его аминокислотной сбалансированности. Дефицит почвенной влаги при выращивании пшеницы, особенно на заключительных стадиях онтогенеза, ведет к повышению накопления белка в зерне и снижению запасного белка глиадина, индуцированного дефицитом почвенной влаги. Резко засушливые условия способствуют формированию более крепкой клейковины, орошение же в большинстве случаев ее ослабляет [1]. Кроме того, к сожалению, повышения урожайности не сопровождается повышением качества зерна пшеницы [2].

Основной причиной высокой вариабельности величины и качества зерна пшеницы, являются почвенно-климатические и погодные условия [3]. В то же время пищевая ценность зерна зависит не только от условий выращивания, а от генотипа сорта, сроков посева и уборки урожая и т. д. [4].

Агроэкологические условия возделывания пшеницы в Азербайджане отличаются большим разнообразием. В настоящее время возникла проблема производства продовольственного зерна. Отсутствие высокопластичных сортов пшеницы мягкой, имеющих комплекса хозяйственно-ценных признаков сделало актуальным изучения влияния экологических условий выращивания на качества зерна пшеницы. С этой целью нами были проведены исследования показателей качества зерна пшеницы, выращенных в различных агроэкологических условиях.

Изучали три сорта пшеницы мягкой селекции Аз. НИИ Земледелия: Аран, Шеки 1 и Азаматли 95, Эти интенсивные сорта отличаются высокой потенциальной продуктивностью. Материалы, выращенные в различных регионах Республики, переданы в лабораторию качества зерна для определения показателей качества у этих сортов.

Сорт Аран высокоурожайный–потенциальная урожайность составляет 70–80 ц/га, слабоустойчив к грибным болезням, особенно к желтой ржавчине, которая в последние годы распространена по всей республике. Этот сорт отличается также высокими хлебопекарными качествами–объем хлеба в зависимости от агроэкологических условий составляет 550–620 см³, а органолептические качества хлеба оценена на 4,3 балла. Этот сорт выращивается как в условиях богары, так и при орошении.

Сорт Шеки 1 в условиях необеспеченной богары среднеурожайный–потенциальная урожайность составляет 50–60 ц/га, хлебопекарные качества хорошие, объем хлеба 600 см³, а оценка хлеба 4,6 балла.

Сорт Азаматли 95, высокоурожайный–потенциальная урожайность составляет 80–90 ц/га, хлебопекарные качества относительно слабые по сравнению с сортами Аран и Шеки 1. Объем хлеба составляет 380 см³ а органолептическое качество хлеба оценено на 4,2 балла.

Анализы качества зерна (масса 1000 зерен, содержание клейковины, ИДК, седиментация) проводили в лаборатории качества зерна Аз. НИИ Земледелия, согласно методическим рекомендациям по оценке качества зерна [3]. Полученные данные обрабатывали по Б.А. Доспехову, методом дисперсии и корреляции с помощью компьютерной программы SPSS. Анализы определения качества зерна и хлебопекарные качества проводили по общепринятой методике (5). Выпечку хлеба проводили при использовании сухих дрожжей на 100 г. тесте. Хлебопекарные качества определяли по 5 балльной шкале.

У сорта Аран стекловидность зерна варьирует в пределах от 30–75% в зависимости от региона выращивания (таблицы 1).

1. Показатели качества зерна у сортов пшеницы мягкой, выращенных в различных агроэкологических условиях

Сорта	Регионы	Масса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Клейко-вина, %	ИДК	Седимен-тация, мл
Аран	Гянджа	34,2	75,0	27,2	107,2	24,0
	Кюрдамирский РАНЦ	32,8	70,0	36,0	114,0	25,5
	Загатальский ЗОС	38,4	65,0	32,4	92,1	24,0
	Тертерский ЗОС	37,8	68,0	28,0	85,9	22,5
	Абшеронская ЭБ	41,6	45,0	28,0	84,3	28,5
	Гобустанский ЗОС	39,4	30,0	26,0	94,6	25,5
Шеки-1	Гянджа	39,0	30,0	25,5	106,5	36,0
	Шекинский ОП	30,5	24,4	25,5	84,4	36,8
	Семеноводч. хозяйство (Шеки)	34,3	24,8	25,5	105,0	37,2
	Абшеронская ЭБ	38,2	24,8	30,0	94,4	40,0
	Гобустанская ЗОС	41,0	26,0	21,0	101,6	37,2
Азаматли 95	Гянджа	38,8	66,0	32,5	104,5	27,0
	Бейлаган	41,2	41,0	35,6	112,0	24,0
	Сальяны	38,0	45,0	28,4	107,0	22,5
	Абшеронская ЭБ	38,5	24,8	30,0	94,4	40,0

Такая же картина наблюдается по другим изученным признакам качества зерна. Содержание клейковины у этого сорта, в зависимости от условий выращивания колеблется от 26,0% до 36,0%. Сорт Аран, в семеноводческих посевах выращивался в различных агроэкологических условиях. Семена взяты для изучения зависимости показателей качества зерна от агроэкологических условий выращивания. Например, в Абшероне, Тертере, Гяндже и Кюрдамире орошаемое земледелие, а в Гобустане и Закаталах богарные условия. Из данных таблицы 1 видно, что в условиях орошения качество клейковины (ИДК) выше по сравнению с богарой. Но, наряду с этим семена из Гянджа и Кюрдамира, которые относятся к условиям орошения, продемонстрировали низкий уровень ИДК, соответственно 107,4 и 114,0. Показатель седиментации во всех регионах низкий.

Сорт Азаматли 95, по сравнению с предыдущими сортами белозерный. У этого сорта содержание клейковины относительно высокое (в зависимости от агроэкологических условий колеблется от 28,4 до 35,6%). Но, качество клейковины низкое – во всех регионах уровень ИДК колеблется от 94,4 до 112,0. То есть, по содержанию клейковины этот сорт относится почти к высшему классу, а по качеству клейковины к четвертому. Интересен тот факт, что качество клейковины почти во всех регионах идентичен – этот показатель стабильный.

У сорта Шеки 1, в относительно засушливых богарных условиях при урожайности 45 ц/га содержание белка в зерне 12–14,0%, клейковины 28–32,0%.

Результаты сравнительного анализа качества зерна трех сортов обработаны методом стандартного вариационного анализа (таблица 2).

2. Статистическая характеристика выборочных данных о качестве зерна трех сортов мягкой пшеницы

Сорта	Показатели	Масса 1000 зерен, г.	Стекловидность, %	Клейковина, %	ИДК	Седиментация, мл
Аран	n (число точек испытаний)	7	7	7	7	7
	Среднее	37,7	56,9	30,2	97,9	25,1
	Стандартное отклонение	3,17	16,81	3,79	11,55	1,88
	Коэффициент вариации, V^0	8,4	29,6	12,6	11,8	7,5
	Стандартная ошибка, S_x	1,20	6,35	1,43	4,36	0,71
Шеки 1	n (число точек испытаний)	5	5	5	5	5
	Среднее	32,4	26,0	25,5	98,4	37,4
	Стандартное отклонение	9,66	2,32	3,18	9,10	1,51
	Коэффициент вариации, V^0	29,8	8,9	12,5	9,3	4,0
	Стандартная ошибка, S_x	4,32	1,04	1,42	4,07	0,68
Азаматли 95	n (число точек испытаний)	4	4	4	4	4
	Среднее	39,0	44,2	31,6	104,5	28,4
	Стандартное отклонение	1,5	16,96	3,14	7,41	7,97
	Коэффициент вариации, V^0	3,9	38,4	9,9	7,1	28,1
	Стандартная ошибка, S_x	0,76	8,48	1,57	3,70	3,99

Некоторые особенности сравниваемых данных затрудняли анализ, а именно, относительно небольшая часть точек испытаний, только две точки испытаний были общими для всех сортов (Гянджа и Абшерон). Сорта Аран и Шеки 1 имели 3 общих точек (кроме двух уже названных и Гобустан). В силу этого обстоятельства результаты по каждому сорту определялись не только собственно сортом, но и

набором точек, в которых он испытывался. Тем не менее, следует обратить внимание на ряд статистически достоверных различий. Более низкие показатели по массе 1000 зерен, стекловидности и содержания клейковины у сорта Шеки 1. Частично это связано с неблагоприятными условиями для формирования качества в двух точках: Шекинский опорный пункт и семеноводческий участок, на которых остальные два сорта не испытывались.

У сорта Аран высокая стекловидность и низкое качество клейковины, чем у других сортов. Сорт Шеки 1 отличался наиболее высоким показателем седиментации. Данные позволяют также сравнительно оценить степень варьирования результатов у разных сортов. Из-за указанных выше ограничений – отсутствие показателей их невозможно обработать методом Эберхарта Рассела, который обычно используют для оценки стабильности и пластичности. Все же, для этих целей можно ориентироваться на коэффициент вариации данных. Меньшее варьирование может указывать на более высокую стабильность, а высокий показатель вариации на большую пластичность. Так, по показателю массы 1000 зерен наименьшее варьирование обнаружено у сорта Азаматли 95 (т.е. он наиболее стабильный) а наиболее варьирование у сорта Шеки 1. По стекловидности зерна наоборот: стабильным был сорт Шеки 1, а наиболее варьирующим – Азаматли 95. По содержанию клейковины и показателя ИДК Азаматли 95 несколько стабильнее двух других сортов. Показатель ИДК у сорта Азаматли 95 в среднем 104,5. По показателю седиментации варьирования у сортов была близка показателю стекловидности.

Основной причиной высокой вариабельности величины и качества урожая зерна пшеницы, кроме особенностей генотипа, является почвенно-климатические условия. При этом у некоторых сортов, например, Азаматли 95 во всех условиях выращивания содержание и качество клейковины было более стабильным, а по стекловидности зерна, наоборот наиболее варьирующим.

Таким образом, для повышения урожайности и качества зерна пшениц важное место имеет выяснение роли генотипа и факторов среды в детерминации изменчивости признаков качества, а также определение адаптивности и продуктивности различных сортов в процессе их взаимодействия со средой.

Литература

1. Павлов А.Н. Повышение содержания белка в зерне. Москва: Наука, 1967 339 с.
2. Гусейнов А.Г. Пути повышения качества зерна пшеницы. Баку: Элм, 1982, 109 с.
3. Каткова А.Ю. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от срока посева и климатической зоны Курганской области: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с/х наук, Курган, 2009, 17 с.
4. Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Л.В. и др. Влияние арабингалактана, выделенного из древесины лиственницы Сибирской на хлебопекарные достоинства мягкой пшеницы и на качество хлеба. //мХимия растительного сырья, 2009, № 1, с. 161–166
5. Методические рекомендации по оценке качества зерна. Москва, 1977, 186 с.

ПІДБІР СЕЛЕКТИВНИХ УМОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ *IN VITRO* ГЛІФОСАТ-РЕЗИСТЕНТНИХ РОСЛИН ОЗИМОГО РІПАКУ *BRASSICA NAPUS L.*

І.С. Гнатюк^{1, 2}, О.І. Варченко^{1, 2}, М.В. Кучук¹,
М.Ф. Парій², Ю.В. Симоненко^{1, 2}

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
e-mail: ignatyuk94@gmail.com

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

Ріпак – *Brassica napus* належить до роду *Brassica*, родини капустяні *Brassicaceae*, представлений ярою (*B. napus oleifera annua*) та озимою (*B. napus oleifera biennis*) формами. Ріпак посідає друге місце у світі за масштабами виробництва рослинної олії, тому він відіграє значну роль у глобальній продовольчій безпеці з точки зору збільшення кількості населення. З впровадженням гібридних сортів у сільському господарстві, виробництво ріпаку було збільшено за нормальних та збіднених ґрунтових умов, а чистий прибуток і частка у ВВП зросли. У процесі гібридизації роду *Brassica* основною перешкодою є визначення найкращої комбінації з різних сортів для гетерозису, хорошого урожаю насіння і генетичної варіації.

Серед основних напрямків селекції ріпаку провідне місце займає отримання рослин, стійких до гербіциду гліфосату. Гліфосат є найбільш широко використовуваним і важливим гербіцидом у світі, оскільки він ефективний, економічний і екологічно доброякісний [1]. Відомо, що традиційні методи селекції для отримання нових форм рослин є трудомісткими, часо- та ресурсозатратними. Нетрадиційне генетичне поліпшення ріпаку базується на застосуванні культури тканин *in vitro* та молекулярно-генетичних підходах. Одним з методів отримання стійких рослин є *Agrobacterium*-опосередкована генетична трансформація, яка передбачає відбір трансгенних рослин на живильному середовищі, доповненому селективним агентом.

Метою нашого дослідження було підібрати оптимальну концентрацію гліфосату для ефективної селекції озимого ріпаку *in vitro*.

В якості рослинного матеріалу використовували насіння озимого ріпаку сортів вітчизняної селекції та насіння гліфосат-резистентного (RR) ріпаку Roundup Ready™ Canola GT73 (RT73), отриманого компанією «Monsanto Company». Рослини вводили в культуру *in vitro* шляхом поверхневої стерилізації насіння та пророщували на безгормональному живильному середовищі МС [2]. Експлантами слугували 7–10 мм фрагменти гіпокотилів 6-денних проростків, які культивували на середовищі МС, доповненому 1 мг/л 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д) протягом 12 діб при 24°C в умовах темряви для ініціації калюсогенезу. Індукцію органогенезу проводили на живильному середовищі МС, доповненому 4 мг/л БАП, 5 мг/л AgNO₃ та 2 мг/л зеатину, а також додавали тестовані концентрації гліфосату – 0,1, 0,5 та 1 мМ. Культивування здійснювали в умовах культиваційної кімнати при 24°C та 16-год фотоперіоді. Для регенерації рослин використовували живильне середовище МС, доповнене 3 мг/л БАП, 2 мг/л зеатину, та 0,1, 0,5 та 1 мМ гліфосату відповідно. В якості контролю використовували регенераційне живильне середовище без додавання гліфосату.

Показано, що морфогенетичні показники RR ріпаку знаходились на однаково високому рівні (до 100%) при додаванні всіх трьох тестованих концентрацій

гліфосату. Частота регенерації, тобто утворення листя і пагонів з морфогенетичних осередків була теж приблизно на одному рівні і становила 17,9%-30,6%, порівняно з 33,3% на контрольному середовищі. Експланти із насіння нестійкого ріпаку утворювали морфогенетичні осередки на всіх концентраціях гліфосату, які перевірялися, але частота їх утворення знижувалась пропорційно збільшенню концентрації гербіциду. Так, при продовженні тривалості культивування на регенераційному живильному середовищі МС, доповненому 0,5 та 1 мМ гліфосату, до 4-х тижнів експланти гинули повністю. Проте, на середовищі, доповненому 0,1 мМ гліфосату експланти утворювали листя та пагони з частотою до 8,3% порівняно з 57,2% такої у контролі. При цьому частота морфогенезу становила 55,6% на регенераційному середовищі, доповненому 0,1 мМ гліфосату, порівняно з 93,3% у контролі.

Таким чином, при проведенні біотехнологічних досліджень з культурою ріпаку *in vitro*, в тому числі відборі трансгенних рослин після генетичної трансформації, в живильному середовищі на етапі формування адвентивних бруньок можна використовувати концентрацію гліфосату 0,1 мМ. Але в регенераційному середовищі кількість гербіциду слід збільшувати до 0,3–0,5 мМ для виключення можливих хибно-позитивних результатів.

Література

1. Dill, G., Jacob, C., and Padgett, S., Glyphosate resistant crops: Adoption, use and future considerations, *Pest Manag. Sci.*, 2008, vol. 64, pp. 326–331.
2. Murashige, T., and Skoog, F., A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiologia Plantarum*, 1962, vol. 15, no. 3, pp. 473–497.

СЕЛЕКЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ЗАПИЛЮВАЧА ЯБЛУНІ

Ю.Д. Гончарук

Інститут садівництва НААН, Київ, Україна
e-mail: yula.goncharuk@gmail.com

Перехресне запилення різних сортів відноситься до ряду умов, необхідних для забезпечення високих урожаїв у плодових насадженнях (Татарінцев О.С., 1981; Badenés Marisa L., 2012; Machado da Rosa J., 2018). Плоди при цьому досягають типових для сорту форм і розмірів з достатньою кількістю насіння (Омельченко І.К., 2006). Переважна кількість промислових сортів яблуні самобезплідні, тому для нормального плодоношення вимагають сумісного садіння з сортами-запилювачами. Чисельні роботи, присвячені вивченню питань перехресної плодючості та самозапилення у яблуні, говорять про те, що ні один сорт з великої кількості досліджуваних при запиленні власним пилом регулярно не зав'язує такої кількості і якості плодів, яку отримують при запиленні пилом кращого сорту-запилювача (Ісаєв С.І., 1976). Не бажане залучення культурних сортів-запилювачів через ускладнення організації догляду за насадженнями, особливо якщо основний сорт і сорт-запилювач різних строків досягання, а також погіршення екологічної обстановки в саду (Сєдов Є.М., 2011).

Одним з пріоритетних напрямів селекції яблуні в Україні та Світі наряду з стійкістю до хвороб, компактністю крони, самоплідністю є створення

універсального запилювача (Пучкин І. О., 2008; Гончарук Ю.Д., 2016), який би забезпечував тривалий строк та високу інтенсивність квітування, слаборослість дерев, скороплідність, формування дрібних плодів (які не потребують збирання), високу якість пилку та сумісність з поширеними в промислових насадженнях сортами яблуні.

Більшість існуючих універсальних запилювачів яблуні походить з Європи та США (Everest, Red Sentinel, Ola, Royalti, Professor Sprenger, Golden Gem та ін.). Всі вони напівкультурні форми (креби), які стали досить популярними в нових інтенсивних яблуневих насадженнях (матеріали WSU Tree Fruit; Мельник О.В., 2013; Cory S., 2016). У «Державному реєстрі рослин, придатних до поширення в Україні» відсутні сорти яблуні, придатні як універсальні запилювачі для цієї культури.

Мета нашої роботи полягала у всебічній оцінці гібридних форм та виділенні з них придатних як універсальні запилювачі яблуні, що досягалось спостереженням за початком, інтенсивністю та тривалістю квітування, всебічним дослідженням якості їх пилку. Важливим критерієм, який характеризує сорт-запилювач, є ступінь життєздатності його пилку та енергія проростання пилкових трубок (Татарінцев О.С., 1981; Гончарук Ю.Д., 2011).

Досліджували 150 гібридних форм яблуні 2012 р. висіву гібридного насіння в Інституті садівництва НААН (Києво-Святошинський р-н. Київської обл.). Ґрунт дослідної ділянки сірий опідзолений, легкосуглинковий. Система утримання його в міжряддях і пристовбурних смугах – чорний пар. Агротехнічний догляд за насадженням (без зрошення) проводиться відповідно до зональних рекомендацій. Гібридизацію, збір та висів насіння, вибраковку сіянців проводили згідно «Программы и методики селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1995 р.). Основні обліки і спостереження виконували за «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999 р.). Життєздатність пилку визначали за методикою І.М. Голубинського та оцінювали за критерієм R. Florin. В якості контролів виступали сорти: Айдаред – звичайний сорт яблуні, поширений у насадженнях як запилювач та Голден Джем – універсальний запилювач для яблуні.

Клімат на Київщині помірно-континентальний. Середньорічна температура повітря у роки досліджень становила 5,8 °С, щорічна кількість опадів досягала 500–550 мм. Зими були сприятливими для успішної перезимівлі рослин та їх генеративних органів. Абсолютна мінімальна температура повітря не досягала критичної для яблуні і становила від мінус 16,9 °С у січні 2018 р. до мінус 18,6 °С у січні 2017 р. Набубнявіння бруньок та квітування проходило у сприятливих для яблуні умовах.

Перше поодинокі квітування гібридних сіянців (7 шт.) відмічено на п'ятий рік після висіву насіння. Вже на шостий рік росту в саду масово закрітувало 80 сіянців (53% популяції) в основному гібридних сімей з участю універсального запилювача Голден Джем.

Квітування тривало 5–9 діб, починаючи з 29 квітня (2017, 2018 р.). Найдовшим (8 та 9 діб відповідно) і найінтенсивнішим (7–9 балів) воно було у сіянців УЗ 1–7–18 та УЗ 5–3–18. Тривалість квітування районованих сортів яблуні у різних групах досягання плодів становила 5–9 діб, починаючи з 29 квітня (2017, 2018 р.).

Пилок високої життєздатності сформували контрольні сорти Айдаред, Голден Джем, а також гібридні сіянці УЗ 5–3–18 та УЗ 1–7–18 (табл.). Більшість форм мали

посередню (40,0–63,3%) якість пилку. Пилок гібридів універсального запилювача для яблуні містив малу кількість оптично порожніх зерен, що свідчить про його однорідність та екологічну стійкість досліджуваних форм. Найменша кількість пророслих пилових зерен притаманна УЗ 1–2–18, УЗ 1–4–18 та УЗ 7–3–18 (22,2; 29,0 та 5,0% відповідно). У останнього трубки проростають тільки за умов густого посіву, а поодинокі зерна навіть не набувають.

Якість пилових зерен гібридних сіянців універсального запилювача яблуні (2017–2018 рр.), ІС НААН

Сорт	Кількість пилових зерен різної якості, %			Довжина пилових трубок, мкм
	пророслі	непророслі	оптично порожні	
Айдаред (к)	76,0	21,8	2,2	520,4
Голден Джем (к)	80,1	13,9	6,0	570,5
УЗ 5–3–18	80,0	18,2	1,8	515,9
УЗ 1–7–18	76,4	19,9	3,7	500,0
УЗ 7–3–18	5,0	94,0	1,0	61,6
УЗ 11–6–18	62,2	34,8	3,0	512,4
УЗ 8–2–18	63,3	31,9	4,8	357,0
УЗ 11–10–18	40,0	55,0	5,0	91,7
УЗ 10–8–10	48,5	50,4	1,1	327,6
УЗ 4–3–18	40,6	54,9	4,5	247,8
УЗ 1–4–18	29,0	67,1	3,9	294,0
УЗ 1–5–17	49,8	47,8	2,4	263,2
НІР ₀₅	7,69			1,65

Пилок досліджуваних гібридних форм значно різнився за енергією росту пилових трубок. Довжина їх через 24 години після висіву пилку на штучне живильне середовище в УЗ 11–6–18, УЗ 5–3–18 та УЗ 1–7–18 перевищувала 500 мкм. Середні за довжиною (250,0–357,0 мкм) вони були у більшості гібридів, що суттєво відрізняє їх від контрольних сортів Айдаред та Голден Джем (вище 500 мкм). Короткими були пилові трубки УЗ 7–3–18 – 61,6 мкм.

Відмічено, що якість пилку за роками досліджень у тих самих гібридів не варіювала, а дружність його проростання була високою. Пилові зерна форм УЗ 11–10–18 та УЗ 9–18–18 за зовнішнім виглядом менші, ніж у решти та мають шорстку поверхню.

З гібридної популяції універсального запилювача для яблуні за тривалістю квітування, високою щорічною життєздатністю пилових зерен та енергією їх проростання виділено як перспективні для первинного сортовивчення форми УЗ 1–7–18 та УЗ 5–3–18. Гібридний сіянець УЗ 7–3–18 квітує нетривало і формує нежиттєздатний пилок, тому підлягає вибракуванню.

Література

1. Селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / под. ред. А.С. Татаринцева. – М.: Колос, 1981. – С. 96–105.
2. Badenes Marisa L. Fruit breeding editors / Marisa L. Badenes, David H. Byrne. – New York: Springer, 2012. – P. 333–363.
3. Diagnóstico dos serviços de polinização commercial em pomares de macieiras no Brasil / [J. Machado da Rosa, C. Joao Arioli, B. Blochtein etc.]. – Rev.Bras.Frusic. – Vol. 40. – no. 2. – Apr09, 2018.
4. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні / І.К. Омельченко. – К.: Урожай, 2006. – 300 с.
5. Исаев С.И. Биология и селекция яблони / С.И. Исаев. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1976. – 239 с.
6. Седов Е.Н. Селекция и новые сорта яблони / Е.Н. Седов. – Орёл: ВНИИСПК, 2011. – 624 с.
7. Пучкин И.А. Основные направления и задачи селекции плодовых и ягодных культур НИИСС им. М.А. Лисавенко / И.А. Пучкин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 7. – С. 17–19.
8. Гончарук Ю.Д. Теоретичне обґрунтування напрямів селекційної роботи та основні її результати / Ю.Д. Гончарук, А.І. Трохимчук // Актуальні дослідження і розробки Інституту садівництва НААН та його мережі. – К.: КТ «Забеліна-Фільковська Т.С. і компанія Київська нотна фабрика», 2016. – С. 63–65.
9. Pollination – Apple. – Treefruit.wsu.edu/web-article/apple-pollination/
10. Мельник О.В. Сорти-запилювачі яблуні / О.В. Мельник, І.О. Личенкова // Новини садівництва, 2013 – № 4. – С. 24–28.
11. Cory S. A manual on apple pollination / S. Cory, T. Hien, N. Azzu. – Rome, 2016. – 210 s.
12. Гончарук Ю.Д. Життєздатність пилку і взаємозапильність імунних до парші сортів яблуні / Ю.Д. Гончарук // Садівництво. – К.: П.П. фірма «Серж», 2011. – Вип. 64. – С. 24–28.
13. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / Под ред. Е.Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1995. – 502 с.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
15. Голубинский И.Н. Жизнеспособность пыльцы и рылец / И.Н. Голубинский // Биология прорастания пыльцы. – К.: Наукова думка, 1974. – С. 276–307.

AMINO ACID CONTENT OF GRAIN OF NEW WHEAT VARIETIES AND LINES

H.M. Hospodarenko, V.V. Liubych, I.O. Polianetska, I.F. Ulianych

Uman National University of Horticulture, Uman

According to the data of FAO experts, the developed countries with about 20% of the world population supply about 50% of the world production of wheat grain [Kiseleva M.I., Kolomiets T.M. et al., 2016; Vieira E.F., Soares C. et al., 2018].

It is possible to solve the problem of producing vegetative protein, valuable for bread baking and confectionary production, using grain of minor wheat varieties or introgressive lines due to higher content of protein and better balance in terms of essential amino acids [Jiang Xiao-ling, Tian Ji-chun et al., 2008; Fedorova D.V., 2016]. In addition, there are a great number of newly hybridized introgressive varieties and lines of wheat, the amino acid composition and biological value of which has not been studied in fine detail [Su W.H., Sun D.W., 2016; Subramanyam S., Shreve J.T. et al., 2018].

One of the most important parameters of grain quality is the quantitative content of essential amino acids [Graciela Caire-Juvera, Francisco A. et al., 2013]. The information on the nutritional content of foods brings the knowledge to bear on the goals of food analysis and food science, may contribute to the establishment of policies on food production and storage, the evaluation of the nutritional status, the formulation of therapeutic diets and investigations into the relationships between diet, health and disease [Grasgruber P., Cacek J., Hřebíček S., 2013].

The essential amino acid parameter is not stable, and may change depending on wheat variety, weather conditions and agrotechnology [Tomic J., Torbica A. et al., 2016; Aradottir G.I., Martin J.L. et al., 2017]. Therefore, the determination of amino acid composition of seed protein and its biological value in the grain of new varieties and lines becomes eminent.

The sum of amino acids in the grain of soft wheat varieties varied from 10.55% in the variety Ac Mackinnon to 17.47% in the variety Kulundynka.

In the grain of soft wheat lines, obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., the sum of amino acids varied from 15.03 to 16.17%, which was in general considerably higher as compared to the standard variety Podolianka (11.06%, at 5% Least Significant Difference, 5% $LSD=0.68$).

The content of essential amino acids was considerably higher compared to the standard ($LSD=0.21$). The highest content of essential amino acids was in the grain of variety Kulundynka (5.18%). The standard had 2.99% essential amino acids.

We also found that the content of amino acids in wheat grain was strongly correlated with the variety and weather conditions. The impact degree of the variety was the highest for essential amino acids – 0.71 and 0.93 – for non-essential acids. The degree of impact of weather conditions was 0.62.

The grain of other wheat lines was also characterized by high content of this group of amino acids. The content of essential amino acids in wheat lines, obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., was from 4.17 to 4.51% or 1.4–1.5 times higher compared to the control.

The main component of the amino acid composition of wheat grain is glutamic acid, the content varied from 2.55 to 4.30% depending on the variety and line. The content of leucine and proline was higher as compared to other amino acids – from 0.59% in Podolianka variety grain to 0.98% in Kulundynka variety grain. The lowest indices were registered for the content of cystine, which varied from 0.06 to 0.23%.

It is known that the content of protein or sum of amino acids does not correspond to high biological value of grain. In addition, the content of amino acids does not carry any information about meeting human organism requirements. Therefore, the value of amino acid score is calculated. It is known that lysine and methionine are limiting amino acids in wheat protein in most varieties and lines, the amino acid score of which varied in our hands from 29 to 91%.

It was determined that at the accuracy of determining the content of amino acids in grain of about 5%, the score of 95% is considered to be non-deficient.

1. The amino acid score of grain of varieties and lines of different wheat species (2013–2015), %

Variety, line	Amino acid							
	Meth + cys	Lys	Thre	Val	Ile	Leu	Try	Phen + thir
Podolianka (<i>st</i>)	29±7 ^c	76±5 ^a	76±15 ^c	88±15 ^b	88±12 ^b	107±2 ^a	144±123 ^c	162±6 ^a
Kokhana	44±5 ^b	84±8 ^b	85±18 ^c	96±11 ^b	95±15 ^b	128±12 ^b	165±128 ^c	206±35 ^b
Emerino	34±11 ^c	73±9 ^b	63±21 ^c	81±29 ^c	97±37 ^c	103±35 ^c	138±91 ^c	170±14 ^a
Pannonikus	49±17 ^c	112±7 ^a	122±30 ^c	85±26 ^c	113±35 ^c	121±19 ^b	212±174 ^c	189±28 ^b
Ac Mackinnon	44±8 ^b	90±16 ^b	85±7 ^a	98±9 ^a	93±16 ^b	149±33 ^c	130±90 ^c	159±32 ^c
Kulundynka	91±12 ^b	144±15 ^b	169±19 ^b	120±13 ^b	172±8 ^a	187±28 ^b	210±164 ^c	298±30 ^b
Chornobrova	43±10 ^c	97±16 ^b	82±6 ^a	96±10 ^b	97±15 ^b	126±28 ^c	185±126 ^c	157±28 ^b
LPP 1314	64±10 ^b	112±16 ^b	106±9 ^a	125±9 ^a	148±10 ^a	165±32 ^c	240±150 ^c	291±52 ^c
P 7	74±17 ^c	120±33 ^c	133±24 ^b	114±30 ^c	102±26 ^c	141±25 ^c	237±200 ^c	208±27 ^b

Note. a – insignificant variation (V=0–10%); b – medium variation (V=10–20%); c – significant variation (V=≥20%)

Thus, the protein of Kulundynka variety grain is the most balanced, as the score of essential amino acids is non-deficient, and the remaining varieties and lines are deficient in 2–5 more amino acids in addition to lysine and methionine. The amino acid score of tryptophane and phenylalanine was non-deficient in grain of all the varieties and lines of wheat.

In the studies of Graciela Caire-Juvera, Francisco A. et al. [2013] the amino acid score of lysine for grain products of wheat was 15–54%, for methionine – 41–47%. However, this index was estimated for children aged 1–2 y.o., whose requirement in amino acids is higher compared to adults, therefore, it is lower.

The calculations demonstrated that 100 g of grain of varieties and lines of wheat species meet the biological requirement of an adult in tryptophane the most (35–68%). The lowest integral score of 100 g of grain meets the requirement in methionine – for 3–6% depending on the varieties and lines of wheat, and for the rest of amino acids – for 4–40%. The biological requirement was met in the best way by 100 g of grain of varieties Kulundynka (9–53%), P 7 and LPP 1314 lines – for 5–68% depending on the amino acid.

The highest metabolization coefficient of essential amino acids was in the grain of varieties Kulundynka (0.42), Emerino (0.43) and Ac Mackinnon (0.47) or 11–24% higher as compared to the control (0.38) (Table 2). As for grain of other soft wheat varieties, this coefficient varied from 0.36 to 0.40.

ICE index characterizes the levels of several indices compared to the optimal values. If $ICE = \leq 1$, the actual value of indices is below the optimal one, $ICE = 1$ – actual values correspond to the optimal ones, $ICE = \geq 1$ – actual values exceed the optimal ones.

The highest index of complex estimation (ICE) of the content of essential amino acids was registered in the grain of varieties Pannonikus (1.12), Kulundynka (1.57) and P 7 (1.27), LPP 1314 (1.37) lines. The lowest index was in the grain of Podolianka variety – 0.83. ICE in other varieties was from 0.95 to 0.98.

Conclusions. The content of amino acids in wheat grain depends the most on selective-genetic origin of the variety and the line. Out of nine samples of soft wheat, only the grain of Kulundynka variety had a non-deficient total amino acid score. In the variety Pannonikus, methionine (AAS=49%) and valine (AAS=81%) appeared to be limited as the content of amino acid was lower compared to the index of the ideal product.

2. The metabolization efficiency coefficient and the index of complex estimation of the content of essential amino acids in the grain of varieties and lines of wheat, 2013–2015

Variety, line	MEC	ICE
Podolianka (st)	0.38±0.06 ^b	0.83±0.16 ^c
Kokhana	0.36±0.04 ^b	0.99±0.13 ^b
Emerino	0.43±0.03 ^a	0.96±0.09 ^a
Pannonikus	0.38±0.07 ^b	1.12±0.33 ^c
Ac Mackinnon	0.47±0.04 ^a	0.95±0.02 ^a
Kulundynka	0.42±0.03 ^a	1.57±0.17 ^b
Chornobrova	0.40±0.04 ^a	0.98±0.11 ^b
LPP 1314	0.39±0.03 ^a	1.37±0.12 ^a
P 7	0.38±0.05 ^b	1.27±0.31 ^c

Note. a – insignificant variation (V=0–10%); b – medium variation (V=10–20%); c – significant variation (V≥20%)

The best-balanced content of amino acids is present in the grain of non-spelt lines P 7 and LPP 1314, obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. The grain of these lines has a non-deficient amino acid score and supplies the human daily requirement in the best way. This grain has 1.1–1.3 times higher content of glutamic, 1.6–1.8 times higher content of arginine, 1.7 times – that of glycine, 1.3–1.4 times – leucine, and 1.3–1.4 times – valine compared to the standard (Podolianka variety). The grain has a high index of complex estimation for essential amino acids.

It is recommended to use Kulundynka variety, lines P 7 and LPP 1314, in the breeding of wheat varieties, as they have a non-deficient score of essential amino acids in grain.

References

1. Kiseleva MI, Kolomiets TM, Pakholkova EV, Zhemchuzhina NS, Lubich VV. The differentiation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for resistance to the most harmful fungal pathogens. *Agricultural Biology*. 2016; 3: 299–309.
2. Vieira EF, Soares C, Machado S, Correia M, Ramalhosa MJ, Oliva-Teles MT et al. Seaweeds from the Portuguese coast as a source of proteinaceous material: Total and free amino acid composition profile. *Food Chem*. 2018; 269: 264–275.
3. Jiang Xiao-ling, Tian Ji-chun, Hao Zhi, Zhang Wei-don. Protein Content and Amino Acid Composition in Grains of Wheat-Related Species. *Agricultural Sciences in China*. 2008; 7(3): 272–279.
4. Fedorova DV. New salty wafer products “Krekisy fish”, made using fish-plant semi-finished products. *Path of Science – Electronic Scientific Journal*. 2016; 2(4): 6–17.
5. Su WH, Sun DW. Facilitated wavelength selection and model development for rapid determination of the purity of organic spelt (*Triticum spelta* L.) flour using spectral imaging. *Talanta*. 2016; 155: 347–357.
6. Subramanyam S, Shreve JT, Nemacheck JA, Johnson AJ, Schemerhorn B, Shukle, RH, Williams CE. Modulation of non-essential amino acid biosynthetic pathways in virulent Hessian fly larvae (*Mayetiola destructor*), feeding on susceptible host wheat (*Triticum aestivum*). *J Insect Physiol*. 2018; 105: 54–63.
7. Graciela Caire-Juvera, Francisco A. Vazquez-Ortiz, Maria I. Grijalva-Haro. Amino acid composition, score and *in vitro* protein digestibility of foods commonly consumed in Northwest Mexico. *Nutr Hosp*. 2013; 28(2): 365–371.
8. Grasgruber P, Cacek J, Hřebíček S. The Amino Acid Score and Physical Growth:

- Implications for the Assessment of Protein Quality. International Scholarly and Scientific Research & Innovation. 2013; 7(12): 949–953.
9. Tomic J, Torbica A, Popovic L, Hristov N, Nikolovski B. Wheat bread making properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. Food Chem. 2016; 199: 565–572.
 10. Aradottir GI, Martin JL, Clark SJ, Pickett JA, Smart LE. Searching for wheat resistance to aphids and wheat bulb fly in the historical Watkins and Gediflux wheat collections. Ann Appl Biol. 2017; 170: 179–188.

ПАРАМЕТРИ АДАПТИВНОСТІ НОВИХ СОРТОЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

І.П. Діордієва

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: diordieva201443@gmail.com*

Зміни клімату, що відбуваються в останні десятиріччя, вимагають якісно нових підходів до створення нових сортів сільськогосподарських культур, зокрема пшениці. У нинішній селекційній роботі на перше місце виходить рівень адаптивного потенціалу нового сорту, його можливість пристосуватись до різних змін метеорологічних чинників (Кравець та ін., 2016). Розробка та виконання селекційної програми за принципами адаптивної селекції дає можливість створювати вихідний матеріал, що характеризується високою екологічною пластичністю і забезпечує високу продуктивність за широкого набору погодних умов (Herman & Sultan, 2011).

Під екологічною пластичністю розуміють здатність сорту формувати високу врожайність за різних ґрунтово-кліматичних умов у різні роки вирощування. Якщо за екологічну пластичність сорту взяти ступінь його реакції на зміну умов, то високопластичним вважається сорт, який швидко збільшує цю ознаку з покращенням умов, і так само швидко її зменшує за їх погіршення (Grogan et al, 2016). Часто висококопластичні сорти є придатними для вирощування в сприятливих умовах на високому агрофоні. При цьому низькокопластичні сорти менше реагують на зміни середовища і найбільш придатні для вирощування в жорстких умовах, де вони не знижують продуктивність та якість. Екологічна стабільність характеризує регулярність норми реакції генотипу та відтворюваність її модифікаційної мінливості (Бурденюк-Тарасевич та ін., 2012).

В Уманському НУС проведено низку досліджень зі схрещування пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) із пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.), спрямованих на створення нових форм пшениці з поліпшеними показниками продуктивності та якості зерна. Результатом цих схрещувань стало створення низки нових сортозразків пшениці, що різняться між собою за проявом господарсько-цінних ознак, зокрема продуктивністю та якістю зерна.

Метою наших досліджень було провести аналіз нових сортозразків пшениці м'якої озимої за параметрами адаптивності та виявити генотипи з високою стабільністю врожайності зерна.

Дослідження проводились упродовж 2015–2018 рр. на дослідному полі НВВ УНУС. Об'єктом досліджень були 14 сортозразків пшениці м'якої озимої,

створених методом віддаленої гібридизації з пшеницею спельта в Уманському НУС. Застосовували загальноприйняту технологію вирощування пшениці озимої. Повторність досліду чотириразова. Облікова площа ділянки – 10 м². Фенологічні обліки та спостереження проводили відповідно до «Методики Державної науково-технічної експертизи сортів рослин». Статистичний аналіз проводили методом дисперсійного аналізу за методикою Е. Р. Ермантраута та В. П. Гудзя (2000).

Екологічну пластичність і стабільність оцінювали за методикою S. A. Eberhardt та W. A. Russell (1966), де пластичність сортів оцінюється за коефіцієнтом регресії b_i , що характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища, а стабільність – за варіансою ознаки (S^2_{di}). Екологічно пластичними і більш пристосованими до несприятливих умов вирощування вважали генотипи з коефіцієнтом регресії $b_i < 1$. Форми, у яких $b_i = 0$ – є середньопластичними; якщо $b_i > 1$, то генотип є низькопластичним. Показник гомеостатичності (Ном) та селекційної цінності (Sc) розраховували за В. В. Хангільдіним та Н. А. Лавриненком (1981).

За результатами оцінки врожайності зерна сортозразків пшениці встановлено, що в середньому за 2015–2018 рр. цей показник становив 5,79 т/га. Найвищу врожайність зафіксовано у сортозразка 1689 (в середньому 6,45 т/га), що достовірно перевищувало стандарт в кожен з років досліджень. Зразок 1692 мав середню врожайність 6,51 т/га та істотно перевищував стандарт за цим показником у 2016 та 2017 рр. Істотно не поступалися сорту Подолянка за врожайністю зразки 1685 (6,21 т/га) та 1514 (6,22 т/га), за $HP_{05}=0,15-0,26$.

Розрахунки екологічної пластичності досліджуваних генотипів показали, що сортозразки 1682 ($b_i=1,26$), 1693 ($b_i=1,30$), 1681 ($b_i=1,25$) та 1598 ($b_i=1,32$) є високопластичними, за врожайністю, оскільки коефіцієнт регресії у них більше 1. Їх можна використовувати на інтенсивному фоні, оскільки вони добре реагують на зміну умов вирощування. Сортозразки 1692 ($b_i=0,99$), 1687 ($b_i=1,06$), 1688 ($b_i=0,98$), 1514 ($b_i=1,01$) та сорт-стандарт ($b_i=1,00$) є середньопластичними, оскільки їх індекс пластичності близький до одиниці. Інші досліджувані генотипи за врожайністю є низькопластичними ($b_i > 1$). Ці зразки неістотно знижували врожайність за лімітованих умов вирощування.

Розрахунки екологічної стабільності (S^2_{di}) сортозразків пшениці показали, що кращими параметрами стабільності характеризувались зразки 1684 ($S^2_{di}=0,24$) та 1675 ($S^2_{di}=0,26$). Проте вони не мають високої продуктивності (середня врожайність 5,33–5,34 т/га), тому вони не представляють цінності у селекційному чи господарському відношенні.

Одним з важливих показників, що характеризують стійкість рослин до дії несприятливих умов середовища, є гомеостаз. За критерій гомеостатичності сортів можна вважати їх здатність підтримувати низьку варіабельність ознак продуктивності. Зв'язок гомеостатичності (Ном) з коефіцієнтом варіації (V) характеризує стійкість ознаки в мінливих умовах середовища. Найбільш стабільними, серед досліджуваних нами сортозразків, виявилися номери 1689 і 1692, про що свідчить високий рівень гомеостатичності (65,86 і 62,87) і середній рівень коефіцієнта варіації (10,48 та 11,28%).

Показник селекційної цінності (Sc) дозволив виділити сортозразки, що поєднують високу або середню врожайність та її стабільну реалізацію в мінливих умовах вирощування, що є найбільш важливим у виробництві. Серед досліджених нами зразків найвищі показники селекційної цінності мали сортозразки 1692 ($Sc=5,33$), 1689 ($Sc=5,04$), 1686 ($Sc=5,08$), та 1514 ($Sc=5,03$).

Отже, в результаті проведених досліджень виділено сортозразки 1689 та 1692, які характеризуються сукупністю високих параметрів врожайності та адаптивності, а саме за врожайністю (6,45–6,51 т/га) перевищують стандарт, мають середню екологічну пластичність ($b_i=0,97-0,99$), високу гомеостатичність ($Hom=62,87$ та $65,86$) та коефіцієнт селекційної цінності ($Sc=5,04-5,33$).

Література

1. Кравець, О. П., Соколова, Д. О., Берестяна, А. М. та ін. (2016). Взаємозв'язок екологічної пластичності елітних сортів озимої пшениці і поліморфізму профілів метилування ДНК у межах сорту. *Наука та інновації*, 2, 57–67.
2. Herman, J., Sultan, S. (2011). Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. *Front Plant Sci*, 102, 1–10.
3. Grogan, S. M., Baenziger, P. S., Anderson, J., Byrne, P. F. (2016). Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. *Crop science*, 56(5), 21–35.
4. Бурденюк-Тарасевич, Л. А., Дубова, О. А., Хахула, В. С. (2012). Оцінка адаптивної здатності сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*, 101, 3–11.
5. Ермантраут, Е. Р., Гудзь, В. П. (2000). Статистический анализ результатов агрономических исследований в прикладной программе «EXCEL-2000». Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы опытного дела». (с. 13–134). Санкт-Петербург.
6. Eberhart, S. A., Russel, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*, 1, 34–40.
7. Хангильдин, В. В., Литвиненко, Н. А. (1981). Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Научн. – техн. бюл. ВСГИ*, 39, 14–22.

СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА У ГІБРИДІВ F₁ TRITICUM AESTIVUM L., СТВОРЕНИХ ЗА УЧАСТІ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАНСЛОКАЦІЙ

Н.С. Дубовик, В.В. Кириленко, О.В. Гуменюк, І.В. Правдзіва

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України
e-mail: natalyadubovyk25@gmail.com

Хліб, виготовлений з пшениці, – один з головних продуктів харчування практично у всіх народів світу. Цінність пшеничного хліба визначається оптимальним хімічним складом зерна. Вміст білка в зерні пшениці м'якої, залежно від сорту та умов вирощування, становить у середньому 13–15%. За смаком, поживністю та перетравністю він переважає хліб із інших зернових культур [1, 2].

Пшенично-житні транслокації (ПЖТ) 1AL/1RS і 1BL/1RS широко використовуються в багатьох селекційних програмах пшениці м'якої озимої і ярої і є прикладом успішного використання чужорідного ресурсу для поліпшення культури. Ці транслокації викликають найбільший інтерес у селекціонерів за позитивного генетичного впливу на цінні господарські і біологічні ознаки та властивості, оскільки – продуктивність, стійкість до абіотичних і біотичних

факторів. У літературі відзначаються деякі відмінності у величинах, напрямках ефектів транслокації короткого плеча жита 1RS у залежності від її локалізації на довгому плечі хромосоми 1AL, 1BL, 1DL. Найбільше зниження якості зерна та його хлібопекарських властивостей спостерігають у генотипів із транслокацією 1DL/1RS, менший негативний вплив – 1BL/1RS і найменший – 1AL/1RS. Крім цього ефекти ПЖТ у значній мірі модифікуються, як генетичними факторами залучених у гібридизацію батьківських форм так і конкретними характеристиками умов вирощування рослин. Майже не досліджували селекційну цінність та порівняння пшенично-житніх транслокацій 1AL/1RS, 1BL/1RS на якість зерна та хлібопекарські властивості борошна в умовах зон України. Одне із найважливіших – це створення сортів з генетично обумовленими високими технологічними властивостями, поліпшеними фізичними властивостями тіста і клейковинного комплексу [3, 4]. В Україні пшениця розглядається переважно як сировина для виготовлення хлібобулочних виробів, хоча може використовуватись і в багатьох інших напрямках [5].

Дослідження проводили впродовж 2016, 2017 рр. на полях лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Вивчали 30 міжсортних гібридів першого покоління, отримані в результаті схрещування сортів носіїв ПЖТ: Експромт (1AL.1RS), Золотоколоса (1AL.1RS), Колумбія (1AL.1RS), Калинова (1BL.1RS), Легенда Миронівська (1BL.1RS), Світанок Миронівський (1BL.1RS) – Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП) та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРГ). Насіння гібридів висівали вручну за такою схемою: материнська форма (♀), гібрид (F₁), батьківська форма (♂). Для максимальної реалізації елементів продуктивності матеріал висівали розрідженим способом: відстань між насінням у рядку – 10 см, між рядками – 30 см, довжина – рядка 1 м. Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження, при настанні повної стиглості структурний аналіз 25 рослин. Якість зерна оцінювали у лабораторії якості зерна МІП згідно з методиками [6, 7]. Статистичну обробку даних здійснювали за методикою Б. А. Доспехова [8]. Ступінь фенотипового домінування визначали за В. Griffing [9]. Дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [10].

Створені гібридні комбінації першого покоління розподілили на чотири групи схрещувань в залежності від наявності ПЖТ: 1AL.1RS/1AL.1RS – 20% від загальної кількості; 1BL.1RS/1BL.1RS – 20%; 1AL.1RS/1BL.1RS – 30% та 1BL.1RS/1AL.1RS – 30%.

Контрастні погодні умови добре відобразили нестабільність кліматичних умов у зоні правобережного Лісостепу України. Середньорічна температура повітря у 2015/16 р. становила 9,6 °С, що на 1,3 °С вище багаторічного показника, у 2016/17 р. – 9,0 °С (вище на 0,7 °С). Сума опадів у 2015/16 р. склала 538 мм (88%), що на 75 мм менше середньої багаторічної норми (613 мм), у 2016/17 р. – 453 мм (74%), що на 160 мм менше

За вмістом білка у зерні експериментального матеріалу в 2016 р. виявили ступінь наддомінування (гетерозис) у 77% гібридних комбінацій, у 2017 р. – 30%. За 2016, 2017 рр. визначено наддомінування (гетерозис) та частково позитивне домінування у 36,7% комбінацій схрещування, кращі з них показані у таблиці 1.

Найбільший ефект ступеня наддомінування (гетерозису) в 2016, 2017 рр. за показником седиментації визначили у 10,0% та 13,3% гібридних комбінацій відповідно.

1. Ступінь фенотипового домінування за вмістом білка у зерні кращих гібридів F₁ пшениці озимої (МІП)

Гібридна комбінація	2016 р.		2017 р.	
	Ступінь домінування			
	hp	розподіл	hp	розподіл
1AL.1RS/1AL.1RS				
Колумбія / Золотоколоса	13,00	НД	0,67	ЧПД
Колумбія / Експромт	1,95	НД	2,71	НД
1BL.1RS / 1BL.1RS				
Легенда МИР / Світанок МИР	8,60	НД	1,00	НД
Легенда МИР / Калинова	9,00	НД	1,57	НД
1AL.1RS / 1BL/1RS				
Золотоколоса / Легенда МИР	10,33	НД	161,00	НД
Колумбія / Легенда МИР	5,00	НД	2,08	НД
Колумбія / Калинова	19,00	НД	0,67	ЧПД
1BL.1RS / 1AL.1RS				
Калинова / Колумбія	23,00	НД	1,33	НД
Світанок МИР / Золотоколоса	14,0	НД	11,00	НД
Легенда МИР / Золотоколоса	8,33	НД	0,71	ЧПД
Легенда МИР / Колумбія	7,50	НД	1,46	НД

Примітка: НД – наддомінування; ЧПД – частково позитивне домінування; МИР – миронівський, миронівська

За середніми значеннями 2016, 2017 рр. високий ступінь гетерозису (НД) виявили 6,7% досліджуваних гібридів: Золотоколоса / Експромт та Експромт / Легенда Миронівська. Завдяки сорту Експромт, вирогідно, сформували комбінації схрещування високий показник седиментації. Отримані дані вказують на можливість успішної селекційної роботи по збільшенню показника седиментації при використанні у родоводах сорту Експромт з ПЖТ 1AL.1RS (табл. 2).

2. Ступінь фенотипового домінування за показником седиментації у кращих гібридів F₁ пшениці озимої (МІП)

Гібридна комбінація	2016 р.		2017 р.	
	Ступінь домінування			
	hp	розподіл	hp	розподіл
1AL.1RS/1AL.1RS				
Золотоколоса / Експромт	1,20	НД	1,40	НД
1AL.1RS / 1BL/1RS				
Експромт / Легенда МИР	2,00	НД	1,86	НД

Примітка: НД – наддомінування; МИР – миронівський, миронівська

При аналізі гібридів за вмістом «сирої» клейковини зерна наддомінування (гетерозис) зафіксовано: в 2016 р. – 40,0% комбінацій схрещування; 2017 р. – 43,3%. Частково позитивне домінування визначено в гібридів: 2016 р. – Колумбія / Золотоколоса, Золотоколоса / Експромт; 2017 р. – Золотоколоса / Легенда Миронівська, Калинова / Світанок Миронівський. Проміжне успадкування спостерігали в генотипів: 2016 р. – 30,0%; 2017 р. – у 20%. У восьми гібридних комбінаціях за середніми показниками (2016, 2017 рр.) вмісту «сирої» клейковини виявлено наддомінування (гетерозис) та частково позитивне домінування

(Колумбія / Експромт; Легенда Миронівська / Світанок Миронівський, Легенда Миронівська / Калинова; Золотоколоса / Легенда Миронівська, Колумбія / Легенда Миронівська, Колумбія / Калинова, Калинова / Колумбія, Легенда Миронівська / Колумбія). Слід відмітити, що в даних гібридів у більшій мірі використані батьківські компоненти Колумбія, Калинова, Легенда Миронівська, які містять 1AL.1RS та 1BL.1RS транслокації і характеризуються високими ефектами успадкування (табл. 3).

3. Ступінь фенотипового домінування за вмістом «сирої» клейковини у гібридів F₁ пшениці озимої (МІП)

Гібридна комбінація	2016 р.		2017 р.	
	Ступінь домінування			
	hp	розподіл	hp	розподіл
1AL.1RS/1AL.1RS				
Колумбія / Експромт	1,3	НД	1,5	НД
1BL.1RS / 1BL.1RS				
Легенда МИР / Світанок МИР	2,7	НД	3,00	НД
Легенда МИР / Калинова	2,0	НД	9,00	НД
1AL.1RS / 1BL/1RS				
Золотоколоса / Легенда МИР	1,24	НД	0,8	ЧПД
Колумбія / Легенда МИР	7,00	НД	8,65	НД
Колумбія / Калинова	1,00	НД	6,11	НД
1BL.1RS / 1AL.1RS				
Калинова / Колумбія	1,8	НД	7,00	НД
Легенда МИР / Колумбія	14,00	НД	3,09	НД

Примітка: НД – наддомінування; ЧПД – частково позитивне домінування; МІР – миронівський, миронівська

У перспективі подальшими дослідженнями заплановано виділити трансгресивні форми в гібридних популяціях пшениці м'якої озимої другого та наступних поколінь. Серед кращих комбінацій необхідно провести добори потомств для подальших досліджень та створити новий вихідний матеріал для селекції перспективних за продуктивністю сортів.

Отже, наявність пшенично-житніх транслокацій в одних комбінаціях забезпечує гетерозис, а в інших – депресію, тобто проявляється не однотипно. Високий рівень наддомінування у F₁, часткове позитивне домінування і проміжне успадкування, як правило, забезпечуватимуть у наступних поколіннях гібридів позитивний і результативний добір форм з порівняно більшим вираженням аналізованої ознаки та трансгресій.

Література

1. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы Киев: Наук. думка, 1995. 627 с.
2. Козуб Н. О., Созінов І. О., Созінов О. О. Залежність показників перехресного запилення від генотипічних особливостей м'якої пшениці. Цитология и генетика. 2008. № 3. С. 87 – 93.
3. Литвиненко М. А., Топал М. М. Ефекти пшенично-житніх транслокацій 1AL/1RS і 1BL/1RS на якість зерна у сортів пшениці м'якої озимої ScinceRise. 2015. № 3(1). С. 82–87.

4. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Хоменко Т. М. Особливості створення та ідентифікації екстра сильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 2018. V. 14, № 1.
5. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колучий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солон В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка: [б. в.], 2012. 330 с.
6. Федін А. М. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва, 1988. 122 с.
7. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. За ред. Ткачик С. О. – 4-те вид., випр. і доп. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 150 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
9. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. V. 35. P. 303–321.
10. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. V. 39. N 3. P. 345–358.

ВИХОВАННЯ В УЧНІВСЬКІЙ МОЛОДІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЯК ЗАПОРУКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ РОСЛИН

П.В. Дячук, Л.П. Перфільєва, А.С. Мехтюк

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
e-mail: pavelitsme@ukr.net

Включення в освітній процес уявлень про те, що основною умовою ефективності біологічних процесів є різноманітність форм життя, до якого дотепер долучаються селекціонери та генетики, вимагає високого світоглядного рівня, та розглядається як завдання сучасної екологічної освіти.

Але в той же час внаслідок прискореного економічного зростання відбувається порушення екологічної рівноваги, що веде до змінення генофонду у природі.

Сучасний соціальний світ, технократична культура прийшли в гострий конфлікт з природою. Людині в усіх формах своєї поведінки у природі та соціумі належить перейти до екологічного мислення і діяльності, проектувати нову траєкторію розвитку. Поняття «екологія» і «культура» стають ключовими і, допомагають осмислити хід історії і місце людини в природі, зберегти національні корені культур, менталітет країн і народів, що виникли в результаті величезного різноманіття взаємодії людини і природи. Слово «культура» спочатку означало «обробіток ґрунту». Пізніше воно стало розумітися як «шанування богів».

При витоках виникнення людства під «культурою» розумілася сукупність матеріальних і духовних цінностей, накопичених за весь період його існування, але потім, з відкриттям інших цивілізацій, виникла потреба у вирішенні цього поняття. Культурні норми і правила не є спадковими ознаками, закладеними в наших генах, вони засвоюються протягом усього життя, за допомогою навчання, цілеспрямованої роботи і діяльності людини.

Екологічна культура це спосіб життєзабезпечення, при якому суспільство формує потреби їх реалізації, не створює загрози життю на Землі, самої системи духовних цінностей, етичних принципів, економічних механізмів, правових норм і соціальних інститутів. Відношення природи і культури дуже складні. І вся ця складність глибоко пронизує життя людини, що виступає сполучною ланкою між природою і культурою. Людина – явище одночасно природне і суспільне. Тому йому властиві як природні, так і культурні форми прояву.

Необхідно однак враховувати співвідношення цих форм. У результаті, культура людини визначає його природу. У всіх самих природних діях людини як живої істоти, виявляється ступінь оволодіння культурою, тобто культурність людини. Причому, проявляючись, культурність змінює природність. Лише гармонійне поєднання культури, як явища, і її проявів в діяльності людини утворює ту культурність, яка не суперечить природності.

Суть оновлення, внесеного екологічним приходом в культуру, полягає в переході від аналізу окремо розглянутих явищ до аналізу зв'язків між ними. Сьогодні відбувається екологізація культури, вона перетворюється на екологічну. Сенс цього переходу у використанні нового шляху гармонізації життя, соціальної та біологічної – через вдосконалення зв'язків між явищами. Екологічна культура – це не тільки сучасна стадія розвитку культури, яка складається під впливом екологічної кризи. Культура на всіх стадіях її розвитку виконувала функцію взаємодії суспільства з природою. Тому, в широкому сенсі, екологічна культура як культура взаємодії суспільства і природи, існувала на протязі всієї історії людства.

Власне екологічна культура – окрема галузь людської духовності, пізнання та практики, яка визначає характер та способи відносин людини з біосферою. Набуття екологічної культури є неодмінною потребою забезпечення виживання та поступу людства.

Суспільство завжди, так чи інакше, реагувало на зміни природних умов та факторів: воно не тільки змінило місце розташування, а й виробляло нові форми екологічної культури. І що особливо важливо – люди виробляли нові форми взаємини з природою і між собою. Процеси взаємної адаптації природи і суспільства йшли століттями.

У сучасних умовах природна детермінація стає по суті екологічною детермінацією, тому що мова йде про наслідки природно-соціальної взаємодії. Тому проблема «правильного» сприйняття природи, так само як і «екологічної культури» входить в даний момент на передній план. Чим раніше вчені почнуть «бити тривогу», тим раніше люди почнуть переглядати результати своєї діяльності та коригувати свої цілі, співставляючи їх із засобами, якими володіє природа, тим швидше можна буде перейти до виправлення помилок, як у світоглядній сфері, так і в сфері екологічної.

Одним з перших, хто підійшов до проблеми екокультури був знаменитий мислитель і дослідник В. І. Вернадський, він вперше серйозно займався проблемами людського чинника в існуванні світу [1].

Сутність культурологічного підходу до дослідження екологічних проблем на сучасному етапі може бути осмислена за умови інтерпретації природи як цінності культури.

Екологічна культура спрямована на подолання власної обмеженості людини як природної істоти (біологічного виду) щодо пристосування в умовах постійної конкуренції з боку тих чи інших форм живої природи. Вона є сукупністю адаптивних ознак виду принципово нового типу.

Долаючи за допомогою здобутих засобів обмеженість своїх тілесних потенцій в осягненні природи, людина стає мірилом та умовою існування всієї біоти як системоорганізуючий стрижень біосфери. Саме тому екологічна культура стає набутком і всієї біосфери, шляхи та напрямки розвитку якої в таких умовах вже не можуть залишитися попередніми.

Основою екологічної культури є екологічна життєдіяльність, що виявляється в різних формах та втіленнях. Об'єктами, на які спрямована життєдіяльність, можуть бути елементи як живої (включаючи людину), так і неживої природи, що входять у сферу людських інтересів і операціонально піддаються впливу, а технологічно – цільовій дії.

Сама екологічна культура є явищем історичним, плинним і змінним у вирі життя, в ході людського поступу. Але вона мусить бути, оскільки втрата її чи істотна деградація лімітує цивілізаційний рух людських спільнот.

Механізм реалізації екологічної культури коріниться у способах та формах природокористування. У цьому процесі поєднуються всі прояви діяльності людини стосовно освоєння природи за допомогою селекції, генетики і створення своєї власної реальності. Користуючись довкіллям, людина може бути як шанобливо-ощадливою, бережливою, так і безжально-руйнівною, згубною.

Селекційно-генетична наука і освіта полягає у здійсненні науково обґрунтованої системи педагогічних впливів, спрямованих на виховання почуття поваги до природи, виявлення мотивів природоохорони, оволодіння основними навичками, поняттями охорони створених сортів, збереження раціонального використання і відтворення природних ресурсів; вироблення у студентів потреби в практичній участі в цій найважливішій сфері діяльності.

У процесі екологічного виховання в учнів цілеспрямовано формується екологічний стиль мислення, який включає екологічне, юридичне, моральне, естетичне ставлення до природи. Екологічно вихована людина розуміє місце людини в природі, має активну життєву позицію у здійсненні заходів з охорони та використання природних ресурсів.

Екологічна освіта і виховання орієнтуються на активну взаємодію людини з природою, побудовану на науковій основі, на сприйманні людини як частини природи. Екологічні знання, доповненні ціннісними орієнтаціями, є основою екологічної культури та екологічного мислення. Вони сприяють усвідомленню цінностей, допомагають вирішенню комплексних селекційно-генетичних проблем, що стоять перед людством, забезпечують комфортність його проживання у майбутньому, сприяють збереженню та примноженню унікальної різноманітності всієї біоти.

Отже, цілеспрямований розвиток системи екологічної освіти і виховання сприяє формуванню та розвитку екологічної культури в тому числі селекційно-генетичної науки.

Під екологічною культурою розуміють здатність людини відчувати живе буття світу, приміряти і пристосовувати його до себе, взаємоузгоджувати власні потреби й устрій природного довкілля. Іншими словами, екологічна культура – це діяльність людини (включаючи і наслідки такої діяльності), спрямована на організацію та трансформацію природного світу (об'єктів і процесів) відповідно до власних потреб та намірів.

Екологічна культура звернена до двох світів – природного довкілля і внутрішнього світу людини. Своїми цілями вона спрямована на створення бажаного устрою чи ладу в природі і на виховання високих гуманістичних життєвих цінностей та орієнтирів у людському житті.

Отже, екологічна грамотність населення на підростаючого покоління повинна стати основним критерієм оцінки результату діяльності держави в цьому напрямі з боку Світового співтовариства, його компетентних організацій.

Екологічна наука має певний досвід щодо дослідження екологічної культури студентів, учнів загальноосвітніх шкіл та особливості екологічного виховання молодших школярів – майбутніх селекціонерів і генетиків.

Література

1. Вернадський В.І. Вибрані твори. К., Наукова думка – 1973, С.84–89.

РЕГУЛЯЦІЯ ГЕНІВ У ЕУКАРІОТІВ

О.В. Зіміна^{1, 2}, В.А. Смірнова², Ю.В. Симоненко^{2, 3}, М.Ф. Парій²

*¹Інститут молекулярної біології і генетики НАН України
e-mail: come2olya@gmail.com*

²Всеукраїнський науковий інститут селекції

³Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

Регуляція генів здійснюється клітинними процесами, які контролюють рівень та спосіб генної експресії. Складний комплекс взаємодій між генами, РНК молекулами, білками та іншими компонентами системи генної експресії визначає місце та час активації специфічних генів, а також кількість РНК та/або білкових продуктів. Знаючи їхні механізми, можливо штучно контролювати роботу генів в клітинах на будь-якому рівні розвитку організму. Деякі гени експресуються постійно, як, наприклад, конститутивні, продукти яких виконують основні метаболічні функції клітини, інші гени активні тільки під час певної стадії розвитку, або в результаті клітинного диференціювання. Регуляція генної активності відбувається на всіх рівнях реалізації генетичної інформації:

- на рівні транскрипції
- на рівні процесінгу РНК молекул та стабілізації мРНК
- на рівні трансляції мРНК в білок

Контроль транскрипції є поширеним способом регулювання виробництва білків, оскільки це перший крок у процесі експресії генів. Відповідно, це привертає найбільшу увагу з точки зору розробки інструментів та генетично інженерних підходів до регулювання генетичної експресії.

У еукаріотів можливість транскрипції гена в першу чергу залежить від організації хроматину в області, де знаходиться даний ген. Скондесовані ділянки ДНК (гетерохроматин) з підвищеною концентрацією гістонів обмежують доступ клітинних ферментів (РНК-полімераз) до генних послідовностей і таким чином унеможливають ініціацію транскрипції (Li et al., 2007). Так, значно впливають на ефективність експресії генів системи ремоделювання хроматину, які шляхом модифікації гістонів (метилування та ацетилювання) вивільнюють ДНК з нуклеосом або переміщують їх з однієї ділянки на іншу (Saksouk, 2015; Petty & Pillus, 2013). В результаті регуляторні ділянки генів стають доступні для факторів ініціації транскрипції. Інший механізм модифікування ДНК за допомогою метилтрансфераз здатен вимикати певні групи генів у спеціалізованих клітинах. Метильований стан ДНК у CpG острівцях репресує гени. Деметилування ДНК за

допомогою деметилтрансфераз, навпаки, призводить до генної активації (Zentner & Henikoff, 2013).

Регуляторні елементи генів включають в себе промотори і термінатори. РНК-полімеразні комплекси мають різну активність щодо різних промоторів і термінаторів. Крім того, взаємодії між 5' UTR (нетрансльованих областей) та ідентичних промоторів сприяють зміні експресії генів. Ця кореляція використовується для регулювання активності генів на рівні розпізнавання промотору, ініціації транскрипції та її термінації. Це призвело до створення та розвитку бібліотек промоторів, 5'-нетрансльованих областей та термінаторів (Engstrom & Pfleger, 2017).

Факторами транскрипції є білки, які грають важливу роль у регулюванні транскрипції генів шляхом специфічного зв'язування з промоторними послідовностями (Samuel, 2012; Lindemose, 2013). Промотори часто класифікуються як слабкі та сильні. Проте фактори транскрипції мають потенціал змінювати ці показники потужності промотору. Фактори, які перетворюють слабкий промотор у сильний, називаються активаторами транскрипції; фактори, які перетворюють сильний промотор в слабкий, називаються репресорами (Meshi & Iwabuchi, 1995). На зв'язування з ДНК багатьох з цих факторів транскрипції впливають умови навколишнього середовища, такі як наявність невеликих молекул-продуктів метаболізму та інших лігандів. Таким чином, такі молекули (наприклад, гормони) можуть бути використані як перемикачі транскрипційної активності. Світло також може регулювати експресію генів, опосередковано активуючи неактивний фактор транскрипції, наприклад, як це відбувається в рослинах (Petrillo et al., 2015; de Mena et al., 2018).

На відміну від багатьох білків-регуляторів, які розпізнають специфічні послідовності ДНК, TAL (transcription activator-like effectors) ефектори – це білки, що подібні до білків-активаторів транскрипції, мають модульну структуру і можуть бути природньо або штучно сконструйовані для розпізнавання майже будь-якої конкретної послідовності ДНК. С-кінцевий домен природних TAL ефекторів може містити області, які взаємодіють з факторами транскрипції або можна зшити з іншими регуляторними білками. Таким чином, такі білки-регулятори є особливо корисними засобами для контролю транскрипції будь-якої цільової генної послідовності (Garg et al., 2012).

На ряду з TALE системою активації транскрипції недавно успішно реалізовано інший інструмент на основі CRISPR/Cas9 технології. Хоча каталітично активний Cas9 широко використовується для редагування геному, опосередковане ДНК-рекомбінацією, каталітично неактивний Cas9 (dCas9) також можна використовувати для регуляторних функцій. Спеціально підібрані послідовності CRISPR і злитий з dCas9 регуляторний білок можуть бути направлені практично на будь-яку послідовність ДНК, подібне до того, що було описано вище для TALEs. Таким чином, CRISPR/Cas9 є передовим ефективним інструментом для націлювання регуляторних білків на будь-яку цільову генну послідовність (Kabadi & Gersbach, 2014).

Після пост-транскрипційної обробки зріла мРНК повинна транспортуватися з ядра до цитоплазми, щоб за її допомоги можна було транслювати білок. Цей етап є також ключовою точкою регуляції експресії генів у еукаріотів. Еукаріотичні мРНК відрізняються своєю стабільністю і деякі нестабільні транскрипти, як правило, мають послідовності, які зв'язуються з мікроРНК. Цей процес називається РНК-інтерференцією. В результаті взаємодії мРНК з інтерферуючими РНК відбувається

її пост-транскрипційна деградація (An et al., 2014). Таким чином, знижуючи стабільність мРНК завдяки спеціально підібраним інтерферуєчим РНК, можна призводити до припинення синтезу білків та негативної регуляції відповідних генів (Rosa et al., 2018).

Є також можливості для пост-трансляційного контролю експресії генів у еукаріотів. Деякі синтезовані поліпептиди розрізаються ферментами на більш дрібні форми. Крім того, вони повинні бути спрямовані на місце їх дії, щоб бути біологічно активними, що можна досягти спеціально включеними до складу білків транзитними пептидними. Контролюючи стабільність білків, можна регулювати експресію генів. Стабільність сильно варіюється в залежності від конкретних амінокислотних послідовностей, присутніх в білках. Різні модифікації (фосфорилювання, ацетилювання) цих амінокислотних залишків сприяють формуванню вторинної, третинної, четвертинної структури білків та відповідної їхньої активності (Arsova et al., 2018).

Література

1. Li, B., Carey, M., and Workman, J., The role of chromatin during transcription, *Cell*, 2007, vol. 128, no. 4, pp. 707–719. doi: 10.1016/j.cell.2007.01.015;
2. Saksoyk, N., Simboeck, E., and Déjardin, J., Constitutive heterochromatin formation and transcription in mammals, *Epigenetics & chromatin*, 2015, vol. 8, no. 3. doi: 10.1186/1756-8935-8-3;
3. Petty, E., and Pillus, L., Balancing chromatin remodeling and histone modifications in transcription, *Trends in genetics*, 2013, vol. 29, no. 11, pp. 621–629;
4. Zentner, G., and Henikoff, S., Regulation of nucleosome dynamics by histone modifications, *Nat Struct Mol Biol.*, 2013, vol. 20, no. 3, pp. 259–266. doi: 10.1038/nsmb.2470;
5. Meshi T., and Iwabuchi, M., Plant transcription factors, *Plant Cell Physiol.*, 1995, vol. 36, no. 8, pp. 1405–1420;
6. Petrillo, E., Godoy Herz, M., Barta, A., Kalyna, M., and Kornblihtt, A., Let there be light: regulation of gene expression in plants, *RNA biology*, 2015, vol. 11, no. 10, pp. 1215–1220;
7. Lindemose, S., O'Shea, C., Jensen, M., and Skriver, K., Structure, function and networks of transcription factors involved in abiotic stress responses, *International journal of molecular sciences*, 2013, vol. 14, no. 3, pp. 5842–5878. doi: 10.3390/ijms14035842;
8. Lambert, S., Jolma, A., Campitelli, L., Das P., Yin, Y., Albu, M., Chen, X., Taipale J., Hughes, T., and Weirauch, M., The Human Transcription Factors, *Cell*, 2018, vol. 172, no. 4, pp. 650–665. doi: 10.1016/j.cell.2018.01.029;
9. Engstrom, M., and Pfleger, B., Transcription control engineering and applications in synthetic biology, *Synthetic and systems biotechnology*, 2017, vol. 2, no. 3, pp. 176–191. doi: 10.1016/j.synbio.2017.09.003;
10. De Mena, L., Rizk, P., and Rincon-Limas, D., Bringing Light to Transcription: The Optogenetics Repertoire, *Frontiers in genetics*, 2018, vol. 9, p. 518. doi: 10.3389/fgene.2018.00518;
11. Garg, A., Lohmueller, J., Silver, P., and Armel, T., Engineering synthetic TAL effectors with orthogonal target sites, *Nucleic acids research*, 2012, vol. 40, no. 15, pp. 7584–7595.
12. Kabadi, A., and Gersbach, C., Engineering synthetic TALE and CRISPR/Cas9 transcription factors for regulating gene expression, *Methods* (San Diego, Calif.), 2014, vol. 69, no. 2, pp. 188–197.

13. An Y., Pei Z., Xin N., and Wang H. RNA Interference and Applications in Plants. In: Zhang TC., Ouyang P., Kaplan S., and Skarnes B. (eds). Proceedings of the 2012 International Conference on Applied Biotechnology (ICAB 2012). *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2014, vol 250. Springer, Berlin, Heidelberg;
14. Rosa, C., Kuo, Y., Wuriyanghan, H., and Falk, B., RNA Interference Mechanisms and Applications in Plant Pathology, *Annu Rev Phytopathol.*, 2018, vol. 56, pp. 581–610. doi: 10.1146/annurev-phyto-080417-050044;
15. Arsova, B., Watt, M., and Usadel, B., Monitoring of Plant Protein Post-translational Modifications Using Targeted Proteomics, *Frontiers in plant science*, 2018, vol. 9, p. 1168. doi: 10.3389/fpls.2018.01168.

ІНДУКЦІЯ КАЛЮСОГЕНЕЗУ ІЗ ЗРІЛИХ ЗАРОДКІВ ДЛЯ ОЗИМИХ ГЕНОТИПІВ *TRITICUM SPELTA* L. ТА *TRITICUM AESTIVUM* L.

**А.В. Кирієнко^{1, 2}, М.В. Кучук¹, Ю.В. Симоненко^{1, 2},
М.Ф. Парій², Н.Л. Щербак¹**

¹*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України*
e-mail: my.phd.anastasiya@gmail.com

²*Всеукраїнський науковий інститут селекції*

Метою цього дослідження було здійснити підбір оптимальних умов для отримання культури дедиференційованих калюсних клітин спельти (*Triticum spelta* L.) та пшениці м'якої (*T. aestivum* L.) із експлантів зрілих зародків. У якості вихідного рослинного матеріалу було використано 5 генотипів гексаплоїдної пшениці: *T. aestivum* L. "Елегія миронівська" (ярий тип розвитку) та *T. aestivum* L. "Бунчук" (озимий тип); озима спельта *T. spelta* L. «Альберта», «Європа» та «Зоря України». Для роботи ці зразки були люб'язно надані Всеукраїнським науковим інститутом селекції.

Поверхневу стерилізацію зерна проводили 96% етиловим спиртом протягом 3 хв, з наступним замочуванням зерна на 10 хв у 5% розчин гіпохлориту натрію. Після цього кілька разів відмивали стерильною дистильованою водою. Для покращення ізоляції незрілих зародків зерно замочували у стерильну дистильовану воду на 60 хв. Зрілі зародки рівномірно розміщували на відповідному живильному середовищі. Було використано різні типи живильних середовищ, але найкраще себе показали лише три типи з наступним компонентним складом: 1) 1 мг/л – 2,4-Д, 0,5 – мг/л пиклорам, 150 мг/л цефтриаксон, 3% цукру, стандартні компоненти для середовища MS [Murashige and Skoog, 1962]; 2) 2 мг/л – 2,4-Д, 10 мг/л – AgNO₃, 150 мг/л цефтриаксон, 3% цукру; 3), 150 мг/л цефтриаксон, 2% цукру, вітаміни за Гамборгом [Gamborg et al., 1968]. Експланти культивувались при + 26 С, у темряві. Спостереження за калюсогенезом проводили через 7, 21 та 28 днів.

Встановлено, що живильне середовище, яке найкраще підходить для утворення калюсів озимої пшениці м'якої, містить 2 мг/л 2,4-Д, 10 мг/л нітрату срібла та 3% цукру. Середній відсоток калюсогенезу на 21 добу у різних генотипів на цьому живильному середовищі коливався у межах 80 – 100%. Деякі генотипи демонстрували генетичну схильність до калюсогенезу незалежно від компонентного складу середовища MS (спельта «Європа», пшениця м'яка «Бунчук»), в той час як інші дуже повільно утворювали калюс (спельта «Зоря

України»). Серед 5 генотипів, найбільш пластичним, тобто таким, що найкраще та найшвидше формує калюси на різних типах живильних середовищ, виявився генотип спельти «Європа».

Таким чином, у наших експериментах було показано, що найкраще індукція калюсогенезу проходить на живильному середовищі із 2 мг/л – 2,4-Д, у темряві при + 26 С, а калюси набувають оптимальних розмірів на 21 день.

Наразі тривають експерименти із отримання рослин-регенерантів із калюсів, де вихідними експлантами є зрілі зародки.

Література

1. Gamborg, O.I., Miller, R.A., and Ojima, K., Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells, *Experimental Cell Research*, 1968, vol. 50, no. 1, pp. 151–158.
2. Murashige, T., and Skoog, F., A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiologia Plantarum*, 1962, vol. 15, no. 3, pp. 473–497.

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ УКРАИНЫ И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, УСТОЙЧИВОГО К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ

М.И. Киселева¹, Т.М. Коломиец¹, В.В. Любич²

¹ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Московская область, Большие Вяземы

² Уманский национальный университет садоводства
e-mail: lyubichv@gmail.com

В 2016–2018 годах в инфекционном питомнике ВНИИФ на фоне искусственного заражения проведена оценка по устойчивости к популяции бурой ржавчине 38 сортов озимой пшеницы из коллекции ВИР, принадлежащих селекции Украины. Развитие инфекции на растениях пшеницы в поле во многом зависело от устойчивости сортов к популяции *P. triticina* из Московской области, а также от условий погоды текущего года, сложившихся в период вегетации культуры. По селекционной и иммунологической значимости были отобраны сорта озимой пшеницы из коллекции ВИР, представляющие перспективный селекционный материал и обладающие высокой полевой (*Nebokraj*) и частичной устойчивостью к бурой ржавчине (*Komertsijna*, *Ivanis'ka ostista*, *Nakhodka 4*, *Nikoniya*).

Озимая пшеница – одна из основных продовольственных культур большинства стран мира, в т.ч. и России. В нашей стране на долю этой зерновой культуры приходится более 40% валового объема производства зерна.

Распространение гриба *Puccinia triticina* Eriks., обладающего высокой репродуктивной и миграционной способностью, связано с возделыванием на больших площадях сортов пшеницы с неэффективными генами устойчивости [1, 2]. Из-за развития эпифитотий, вызванных бурой ржавчиной, высокая потенциальная урожайность культуры часто остается нереализованной [3, 4]. Значительная вариабельность вирулентности и высокий уровень патогенной изменчивости приводит к отбору и накоплению в популяциях *P. triticina* генов вирулентности, способных преодолевать гены устойчивости пшеницы [5, 6, 7].

Основной причиной вредоносности болезни является возделывание восприимчивых и генетически однотипных, близкородственных сортов пшеницы

[8, 9]. В то же время возделывание устойчивых к бурой ржавчине сортов является основным компонентом интегрированной защиты растений от болезни, развивающим зерновое производство и снижающим риск загрязнения окружающей среды фунгицидами [10].

Поиск источников новых генов устойчивости к бурой ржавчине остается актуальной для селекции на иммунитет. Результативность селекции устойчивых сортов зависит от исходного материала, который может быть отобран при изучении генетически разнообразного мирового генофонда пшеницы, способного сдерживать развитие болезни [11].

Эффективность отбора исходного материала для селекции устойчивых сортов пшеницы зависит от многих биотических и абиотических факторов. Использование фитопатологических и генетических критериев позволяет проводить оценку и отбор селекционных образцов пшеницы более рационально при наличии инфекционного материала, обладающего максимальным спектром вирулентности и агрессивности, типичным для района, где проводятся испытания, и при сложившихся благоприятных условиях для развития гриба на всех этапах развития вегетирующих растений [12, 13].

Целью исследований являлась оценка набора сортов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) селекции Украины из коллекции ВИР и отбор из них источников и доноров устойчивости к бурой ржавчине, адаптированных к неблагоприятным биотическим факторам внешней среды Нечерноземной полосы.

В 2016–2018 гг. во ВНИИ Фитопатологии (Большие Вяземы Московской обл.) изучалась устойчивость 38 сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) из коллекции ВИР к возбудителю бурой ржавчины.

Посев сортов проводили в первой-второй декадах сентября 2015, 2016 и 2017 годов. Каждый сорт высевали в метровые деланки с нормой посева – не менее 70 зерен в рядке.

Ежегодно в первой-второй декадах апреля по мере схождения снежного покрова проводили оценку состояния образцов озимой пшеницы после перезимовки.

Устойчивость сортов озимой пшеницы к бурой ржавчине изучали на искусственном инфекционном фоне. Стандартом по восприимчивости к болезни и накопителем инфекции в питомнике служила линия яровой пшеницы Хакасская, семенами которой весной обсеивали опытные деланки.

Инфекционным материалом бурой ржавчины для заражения растений в питомнике служили споры природной популяции гриба, собранные на посевах пшеницы в Одинцовском районе Московской области. Инфекционный материал включал 28 генов вирулентности: *p1*, *p2a*, *p2b*, *p2c*, *p3a*, *p3ka*, *p3bg*, *p9*, *p10*, *p11*, *p14a*, *p14b*, *p15*, *p17*, *p18*, *p19*, *p21*, *p25*, *p26*, *p27+31*, *p28*, *p30*, *p32*, *p33*, *p39*, *p40*, *p46*, *pV*.

Предварительно для получения необходимого для создания инфекционного фона количества материала споры гриба в условиях теплицы размножали на высоко-восприимчивой линии пшеницы Хакасская.

Оцениваемые сорта озимой пшеницы при достижении растениями фазы начала колошения инокулировали спорами изолятов бурой ржавчины в смеси с тальком в отношении 1:100. Нагрузка составляла 15 мг спор на 1 м² посева. Фенологические фазы растений пшеницы, необходимые для инокуляции, в указанные выше годы наступали в зависимости от складывающихся условий погоды в разные календарные сроки: в 2016 и 2017 годах – первой и третьей

декадах июня, соответственно, в 2018 году – в конце мая. Растения заражали в вечерние часы, совпадающие с началом выпадения росы. Во время заражения растений были соблюдены условия, для успешного развития инфекции, безветренная погода, относительная влажность воздуха – 90%, температура – 20–22°C.

Наблюдения за появлением болезни в поле начинали через 10 дней после инокуляций и далее проводили через каждые в 5–7 дней. При каждом учете интенсивность поражения бурой ржавчиной оценивали не менее чем на 50–100 растениях. Развитие болезни описывали по модифицированной шкале Кобба (1948) [14]. Тип реакции растений определяли по шкале Mains E.B., Jackson H.S. (1926) [15]. Оценки интенсивности поражения растений пшеницы возбудителем бурой ржавчины прекращали при усыхании листовых пластинок, что часто совпадало с фазой созревания растений, – первая-третья декада июля.

На основании данных полевых оценок сортов озимой пшеницы были рассчитаны показатели площади под кривой развития болезни (ПКРБ) и индекса устойчивости (ИУ). Эти показатели вычисляли для каждого образца пшеницы по программе Microsoft Excel. Полученные данные позволяли классифицировать сорта пшеницы на 4 типа устойчивости к бурой ржавчине: иммунные, устойчивые, с замедленным развитием болезни и восприимчивые (табл. 1).

1. Классификация сортов озимой пшеницы по типу устойчивости к бурой ржавчине по результатам полевой оценки 2018 года

ИУ (усл.ед.)	ПКРБ (усл.ед.)	Интенсивность поражения образца при последнем учете, %	Тип устойчивости
0	0	0	Иммунность, RR
0,05–0,12	42–101,5	5–10	Устойчивость, R, MR
0,26–0,48	218,5 – 398,5	25–40	Замедленное развитие, MS
0,50–0,89	416,5–746,5	60–80	Восприимчивость, S, SS
1	836,5	80–100	

В связи с тем, что величины показателей ПКРБ и ИУ по годам оказались сравнимыми, но их значения несколько различались, ниже приводятся данные, полученные в полевых испытаниях в 2018 году.

В 2016–2018 годах в инфекционном питомнике ВНИИФ на фоне искусственного заражения проведена оценка по устойчивости к высококовирулентной популяции бурой ржавчине 38 сортов озимой пшеницы из коллекции ВИР, принадлежащих селекции Украины. Популяция гриба состояла из спор нескольких изолятов, собранных на посевах пшеницы в Московской области и размноженных на восприимчивом сорте Хакасская. При достижении растениями пшеницы фазы колошения, что происходило в годы испытаний в разные календарные сроки, и при появлении благоприятных условий проводилось заражение растений. Развитие инфекции на растениях пшеницы в поле во многом зависело от устойчивости сортов к популяции *P. triticina* из Московской области, а также от условий погоды текущего года, сложившихся в период вегетации культуры.

В 2016 году благоприятные условия для заражения сортов озимой пшеницы сложились к 10 июня, первые признаки поражения бурой ржавчиной на

восприимчивых сортах появились через месяц только 10 июля. Максимального развития болезнь достигла 24.07.2016.

В 2017 году из-за длительного периода аномально холодной первой половины лета инокуляция была проведена 25 июня. Первые признаки болезни зафиксированы 17 июля, т.е. через 3 недели после инокуляции. Во второй половине лета с повышением температуры воздуха развитие болезни на восприимчивых сортах произошло стремительно и достигло максимума уже 24.07.2017, т.е. как и 2016 году.

В мае-июле 2018 года в Московской области стояла засушливая погода с высоким температурным фоном и небольшим количеством дней с осадками. Средние температуры мая – июля превышали среднегодовые значения более чем на 30С. Заражение озимой пшеницы было проведено 27 мая, т.е. на 2–3 недели раньше, чем в предыдущие годы. Первые признаки болезни появились уже 15 июня, а максимальное развитие болезни отмечено 14 июля. Раннему развитию болезни на посевах озимой пшеницы способствовали не только температуры, содействующие быстрой смене фенофаз растений, но и запас весенней влаги в почве.

Условия для заражения растений во все годы испытаний были практически одинаковыми: одна и та же фаза вегетации растений, равная споровая нагрузка, наличие конденсата на растениях в вечернее время, близкие дневные и ночные температуры, соответствующие 20–220С и 13–160С, соответственно. Роса сохранялась на растениях примерно до 10–11 часов утра следующего дня.

Несмотря на некоторые особенности погодных факторов по годам, в периоды вегетации сортов озимой пшеницы в инфекционном питомнике ВНИИФ сформировались условия, при которых болезнь приобретала характер эпифитотии.

На восприимчивых сортах озимой пшеницы первые признаки бурой ржавчины наблюдали в фазе цветения. Интенсивность поражения этих образцов составляла 10–25%. При последующих оценках устойчивости интенсивность поражения растений постепенно нарастала. Как правило, она достигала максимума в фазу молочно-восковой спелости. Таким образом, период от появления первых признаков бурой ржавчины до максимального поражения растений восприимчивого сорта озимой пшеницы составлял две-четыре недели во второй-третьей декадах июля – с установлением благоприятной для развития гриба погоды.

Проверка сортов озимой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в полевых условиях питомника ВНИИФ в 2016–2018 годах показала, что образцы различались по устойчивости к патогену (табл. 2).

На основании данных наблюдений за динамикой развития бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы в полевых условиях, оценок и расчетов показателей ПКРБ и ИУ, образцы были разделены на группы по типу устойчивости к болезни. Среди них 28 сортов, или 73,6%, показали высокую восприимчивость к бурой ржавчине. Девять сортов озимой пшеницы, или 23,7%, обладали замедленным развитием болезни. Высокую полевую устойчивость к болезни проявил озимый сорт Nebokraj. Интенсивность поражения листьев сорта едва достигала 10%.

Более наглядно картина развития бурой ржавчины представлена на примере 6 сортов озимой пшеницы из трех групп устойчивости (рисунок).

На рисунке в качестве самого восприимчивого к бурой ржавчине представлен сорт Povelija, интенсивность поражения которого в динамике возрастала быстро.

2. Устойчивость образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции ВИР к бурой ржавчине по результатам полевой оценки в Московской области, 2018 г.

№ катал. ВИР	Разновидность	Название	Тип реакции, балл*	Интен- сивность пораже- ния, % *	ПКРБ	Индекс устой- чивости
		Хакасская	4	100	836,5	1
65906	erythrospermum	Gestiya	4	100	746,5	0,89
65914	erythrospermum	Lebidka odes'ka	4	100	746,5	0,89
65631	erythrospermum	Odes'ka 267	4	100	746,5	0,89
65636	erythrospermum	Fantaziya odes'ka	4	100	746,5	0,89
65639	lutescens	Tsyghanka	4	100	746,5	0,89
65910	erythrospermum	Vatazhok	23	100	746,5	0,89
65915	erythrospermum	Lastivka odes'ka	34	100	716,5	0,86
65920	lutescens	Poveliya	34	100	716,5	0,86
65911	erythrospermum	Zorepad	23	80	676,5	0,81
65794	erythrospermum	Schegra nyva	2+3	100	626,5	0,76
65899	lutescens	Chygyrinka	33+	100	626,5	0,76
65908	erythrospermum	Pylypivka	4	100	626,5	0,75
65912	erythrospermum	Golubka odes'ka	34	100	626,5	0,75
65898	erythrospermum	Lazurna	34	80	556,5	0,67
65919	lutescens	Areal	34	80	556,5	0,67
65918	erythrospermum	Evklid	2+3	80	489,0	0,58
65900	lutescens	Khmel'nychanka	33+	80	466,5	0,56
65626	erythrospermum	Kyivs'ka ostista	34	60	468,5	0,56
65627	erythrospermum	Lada odes'ka	34	60	468,5	0,56
65905	lutescens	Areal Yuvileinyj	34	60	468,5	0,56
65654	erythrospermum	Al'yans	34	80	448,5	0,54
65655	erythrospermum	Cordovyta	34	80	448,5	0,54
65897	lutescens	Charogijka Bilotserkivs'ka	3	80	448,5	0,54
65628	erythrospermum	Lyubava odes'ka	34	60	416,5	0,50
65633	erythrospermum	Poshana	34	60	416,5	0,50
65634	erythrospermum	Ukrainka odes'ka	;23	60	416,5	0,50
65903	erythrospermum	Spasivka	34	60	416,5	0,50
65913	erythrospermum	Knyagynya Ol'ga	23	60	416,5	0,50
65901	erythrospermum	Lymarivna	34	40	398,5	0,48
65917	erythrospermum	Zolotoglava	33+	40	396,5	0,47
65916	lutescens	Zhajvir (Zdobutok)	34	40	376,5	0,45
65902	lutescens	Zluka	33+	40	308,5	0,37
65904	erythrospermum	Blago	233+	40	308,5	0,37
65907	lutescens	Komertsijna	0	25	218,5	0,26
65625	erythrospermum	Ivanis'ka ostista	34	25	218,5	0,26
65629	erythrospermum	Nakhodka 4	;12	25	218,5	0,26
65630	erythrospermum	Nikoniya	;12	25	218,5	0,26
65909	erythrospermum	Nebokraj	;12	10	101,5	0,12

Примечание* показатели на дату последнего учета – 14.07.2018

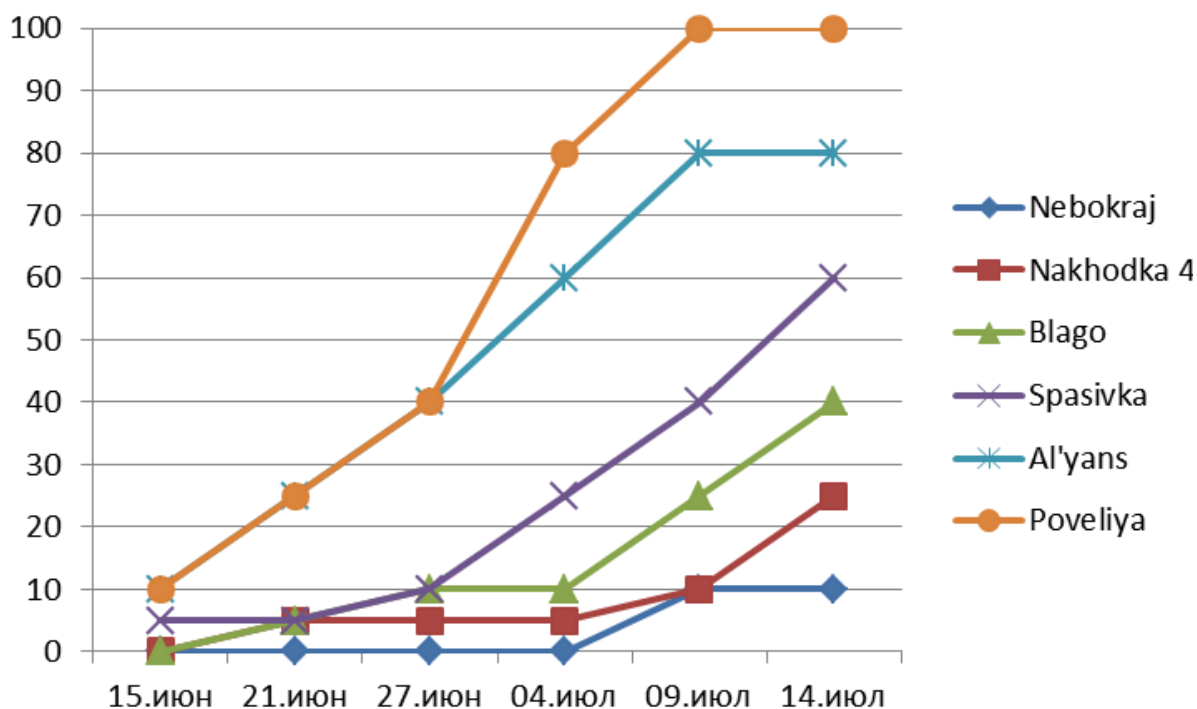


Рис. Динамика развития бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы из коллекции ВИР в инфекционном питомнике ВНИИФ, 2018 г.

При последних учетах интенсивность поражения его составила 80–100%, что соответствовало коэффициентам ПКРБ – 746,5 ед. и ИУ – 0,89. Кривая, показывающая развитие болезни на сорте Nebokraj, отнесенного к группе с высоким типом устойчивости, была самой пологой. Интенсивность поражения его достигала 10%, ПКРБ – 101,5 и ИУ – 0,12. У сортов Nakhodka 4 и Blago с замедленным развитием болезни, к концу эксперимента кривая уровня развития болезни не превышала 25–40%, ПКРБ – 218,5–308,5, и ИУ – 0,26–0,37.

Несмотря на то, что погодные условия из года в год несколько различались, что влияло на скорость накопления инфекции, резких изменений в динамике и нарастании болезни на сортах и образцах пшеницы, мы не заметили. Все изучаемые показатели такие, как интенсивность поражения, ПКРБ, ИУ, были сравнимыми по годам и находились в пределах, дающих возможность дать объективную оценку устойчивости сортообразцов пшеницы. На основании показателей ПКРБ и ИУ, а также по селекционной и иммунологической значимости отобраны образцы озимой пшеницы из коллекции ВИР, представляющие перспективный селекционный материал, обладающие высокой полевой и частичной устойчивостью к бурой ржавчине.

Литература

1. Одинцова И.Г., Шеломова Л.Ф. Пути селекции на устойчивость в связи с миграцией возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1977. – Том 58, № 3. – С. 41–44.
2. Смирнова Л.А. Использование эффективных Lr-генов в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине // Методические рекомендации. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 32 с.
3. Назарова Л.Н., Санин С.С. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991–2008 гг.) «Защита и карантин растений», 2010. №2, с. 70(2)-80(12).

4. Новожилов К. В., Захаренко В. А. Уровни и тенденции изменения видового состава и внутривидовой структуры, ареалы комплексов вредных и полезных организмов и прогноз опасных фитосанитарных ситуаций по зонам страны // Санкт-Петербург. 2000.
5. Nelson, R.R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. // Ann. Rev. Phytopathol., 1978, № 16, p. 359–378.
6. Park, R.F., Goyeau, H., Felsenstein, F.G., Bartos, P. and Zeller, F.J. Regional phenotypic diversity of *Puccinia triticina* and wheat host resistance in western Europe, 1995 *Euphytica* 122 (2001) 113–127.
7. Смирнова Л.А., Жемчужина А.И., Бабаянц Л.Т., Купцова В.П. Расоспецифическая устойчивость озимой пшеницы к бурой ржавчине. // Селекция и семеноводство. 1991. № 5. С. 2–4.
8. Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Пухальский В.А. Динамика генетического разнообразия сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), районированных на территории России в 1929–2005 гг. // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 10. – С. 1359–1370.
9. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине. – М., 2012. – 93 с.
10. Коваленко Е.Д., Киселева М.И., Коломиец Т.М., Жемчужина А.И. и др. Иммуногенетические основы отбора исходного материала для селекции сортов пшеницы с длительной устойчивостью к бурой ржавчине / Материалы 6-ой международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений как основа экологического земледелия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем». – Краснодар, 2010, с. 594–596.
11. Коваленко Е.Д., Киселева М.И., Коломиец Т.М., Лапочкина И.Ф., Митрофанова О.П., Худокормова Ж.Н. Создание генбанка источников и доноров устойчивости пшеницы к наиболее опасным болезням // Сборник: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем Материалы III Всероссийского съезда по защите растений (в трех томах). Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР); главный редактор В.А. Павлюшин. 2013. С. 404–408.
12. Kolmer, J.A., 1996. Genetics of resistance to wheat leaf rust. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34:435–455.
13. Коваленко Е.Д., Жемчужина А.И., Киселева М.И., Коломиец Т.М., Щербик А.А. Стратегия селекции пшеницы на устойчивость к ржавчинным заболеваниям // Защита и карантин растений. 2012. № 9. С. 19–22.
14. Peterson, R.F., A.B. Campbell, and A.E. Hannah. 1948. Adigrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Can. J. Res. Sect. C26*:496–500.
15. Mains, E.B., and H.S. Jackson. 1926. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss. *Phytopathology* 16:89–120.

НОВІ ВАРІАНТИ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАНСЛОКАЦІЙ З УЧАСТЮ ПЛЕЧА 1RS

Н.О. Козуб^{1,2}, І.О. Созінов¹, Г.Я. Бідник^{1,2},
Н.О. Дем'янова^{1,2}, О.І. Созінова^{1,2}, А.В. Карелов^{1,2}, Я.Б. Блюм²

¹Інститут захисту рослин НААН

e-mail: natalkozub@gmail.com

²ДУ "Інститут харчової біотехнології і геноміки НАН України"

Пшенично-житні транслокації з участю житнього плеча 1RS (1BL.1RS і 1AL.1RS) залишаються найбільш поширеними інтрогресіями серед комерційних сортів пшениці м'якої *Triticum aestivum* L [1]. Станом на 2011 рік було відомо біля 1050 сортів мали 1BL.1RS і біля 100 сортів з 1AL.1RS [1]. У практично всіх таких комерційних сортів 1RS походить від жита (*Secale cereale* L.) Petkus від лінії Riebesel 47–51, створеної Г. Рібезелем (Riebesel) у 30-ті роки 20 століття [2]. Одним з найбільш відомих сортів з 1BL.1RS є сорт Кавказ. У транслокації 1AL.1RS житнє плече походить від аргентинського сорту жита Insave через сорт октоплоїдного трітікале Gaucho (сорт м'якої пшениці Chinese Spring, Китай / жито Insave), а першим сортом м'якої пшениці з 1AL.1RS став сорт Amigo, районований у США в 1976 році [1, 2].

Обидві пшенично-житні транслокації несуть гени стійкості до фітопатогенів [3]. Зокрема, 1BL/1RS типу Кавказ несе ген *Sr31*, ефективний проти всіх рас стеблової іржі, крім раси Ug99 [4]. Транслокація 1AL.1RS типу Amigo несе ген стійкості до збудника стеблової іржі ген *Sr1RS^{Amigo}*, що є ефективним проти відомих біотипів раси Ug99 [5]. У багатьох дослідженнях показано позитивний вплив присутності транслокацій 1BL.1RS і 1AL.1RS на урожай зерна та його елементів [6–8]. У той же час присутність пшенично-житньої транслокації, особливо 1BL.1RS, приводить до зниження хлібопекарної якості [9]. Оскільки в генофонді комерційних сортів присутні практично лише дві пшенично-житні транслокації з участю 1RS, важливим завданням є розширення різноманітності цього плеча у складі транслокацій. Є різні шляхи збільшення такої різноманітності: модифікація існуючих транслокацій через рекомбінацію або мутації та створення повністю нових транслокацій від схрещення з житом або з трітікале за механізмом поперечного розщеплення по центромері (centric misdivision) [11]. У даній роботі ми наводимо результати створення нових транслокацій з участю плеча 1RS через рекомбінацію та мутації.

Для пошуку нових транслокацій досліджували наступний матеріал. 1) Популяція рекомбінантно-інбредних ліній (PII) пшениці м'якої озимої покоління F₆, створена основі схрещення з участю ліній з транслокаціями 1BL.1RS (типу Кавказ) і 1AL.1RS (типу Amigo) Б-16 × 7086 AR [12]. Лінія Б-16 – носій 1BL.1RS; 7086 AR – носій 1AL.1RS. 2) Потомства рослин F₁ і F₂ від схрещення майже ізогенних ліній (MIJ) за гліадиновими локусами GLI-D1–4 × GLI-B1–3, рослини F₁ від схрещення GLI-D1–4 × GLI-B1–4 у варіанті з гамма-опроміненням сухих зерен дозою 200 Гр і в контролі. MIJ створено д.б.н. М.М. Копусем на основі сорту Безоста 1 [13]. MIJ GLI-B1–3 відрізняється від сорту Безоста 1 присутністю 1BL.1RS транслокації як у сорту Кавказ, GLI-D1–4 – алелем *Gli-D1j* замість *Gli-D1b*, MIJ GLI-B1–4 – алелем *Gli-B1g* замість *Gli-B1b*, лінія B3D4 – алелем *Gli-D1j* замість *Gli-D1b* та присутністю 1BL.1RS. 3) Сорт MV Táltos, лінія CWX.

Електрофорез гліадинів проводили в кислому середовищі в 10% поліакриламідному гелі (ПААГ) [14]. SDS-Електрофорез загальних білків зерна проводили за методикою Laemmli в 10% розділяючому гелі [15]. Аналізували по 5–15 окремих зерен з рослини. Маркером транслокацій є присутність на електрофореграмі спирторозчинних білків зерна секалінових компонентів, кодованих генами локусу *Gli-R1*. Маркером 1BL.1RS транслокації типу Кавказ є присутність блоку компонентів, кодованих алелем *Gli-B1l* (Gld 1B3) [9, 16], а маркером 1AL.1RS типу Amigo – блоку компонентів, позначеного *Gli-A1w* (Gld 1A17) [14].

У результаті аналізу матеріалу пшениці з використанням запасних білків як генетичних маркерів ідентифіковано нові генотипи за плечем 1RS.

Лінія CWX з секалінами від жита Воронежське СГІ. Лінію CWX створено за допомогою маркерного добору рослин F₂ від схрещення H273 × H242. Лінія H242 несе 1BL.1RS транслокацію типу Кавказ, а лінія H273 має пшенично-житнє заміщення (1B)1R від октоплоїдного тритикале АД825 (Гостіанум 237 / жито Воронежське СГІ) [17]. За допомогою електрофорезу запасних білків відібрано рослину, що має 1BL.1RS транслокацію з алелями секалінів від жита Воронежське СГІ. Лінія CWX експресує секаліни, електрофоретичний спектр яких відрізняється від блоків секалінів типу Кавказ і Amigo. Крім того, ця лінія експресує білок, кодований локусом, тимчасово $22,9 \pm 3,1$ сМ [18].

Набір ліній з ліній пшениці м'якої з рекомбінантними плечами 1RS від жита Petkus та Insieve в складі пшенично-житних транслокацій 1BL.1RS і 1AL.1RS. З використанням локусів *Gli-R1*, *Gli-A1*, *Gli-B1* як генетичних маркерів ідентифіковано генотипи з рекомбінантними 1RS (47 ліній – 12% від всіх РІЛ) серед РІЛ комбінації Б-16 × 7086 AR [12]. У першій групі ліній з рекомбінантним плечем 1RS при наявності компонента, кодованого алелем *Gli-A1x*, в електрофоретичному спектрі гліадинів були присутні секаліни як у сорту Amigo, кодовані алелем w^A , проте в положенні 1BL.1RS, про що свідчить відсутність компонентів, кодованих *Gli-B1e*. У другій групі таких ліній на електрофореграмах гліадинів одночасно спостерігались продукти експресії алеля *Gli-B1e* та блоку секалінів типу Кавказ (I^K) при відсутності компоненту, кодованого *Gli-A1x*, тобто секаліновий алель I^K типу Кавказ виявився у складі 1AL.1RS. Загалом, потенційні рекомбінанти можуть бути ідентифіковані серед більше ніж 250 РІЛ з транслокаціями. У даному дослідженні також показано, що 1RS від Amigo має ген, що кодує секалін «а», *Sec-Nx*, що розміщений дистально від *Gli-R1* на відстані біля 10 сМ. Ідентифіковано РІЛ з рекомбінантними генотипами за локусами *Gli-R1* і *Sec-N*: *Gli-R1I^K Sec-Na* (експресія секаліна «а») та *Gli-R1w^A Sec-No* (відсутність експресії секаліна «а») в положеннях 1A або 1B, у яких, в першу чергу, можна очікувати нові комбінації генів стійкості до хвороб і шкідників [12].

В угорського сорту *MV Táltos* з використанням локусів *Gli-R1*, *Gli-A1*, *Gli-B1* нами визначено транслокацію 1BL.1RS, проте з алелями секалінових локусів типу Amigo [12].

Нуль-алель за локусом Gli-R1 у складі транслокації 1BL.1RS (спонтанна мутація). Серед рослин F₂ від схрещення майже ізогенних ліній за гліадиновими локусами GLI-D1–4 □ GLI-B1–3 на основі сорту Безоста 1 ідентифіковано рослину, що в потомстві давала розщеплення на присутність 1BL.1RS та нуль-алель за *Gli-R1* у складі цієї транслокації. На електрофоретичному спектрі спирторозчинних білків виділеного мутанта відсутні всі компоненти, кодовані генами локусу *Gli-R1* (алелем *Gli-B1l*) (рис., доріжка 2).

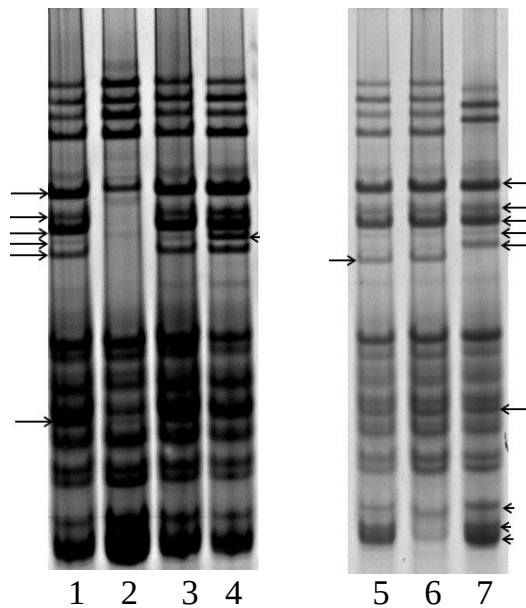


Рис. 1 Електрофореграми мутантів за за локусом *Gli-R1* у складі транслокації 1BL.1RS (електрофорез у ПААГ в кислому середовищі) на основі сорту пшениці м'якої Безоста 1:

1, 3 – лінія B3D4; 2 – мутант з нуль-алелем за локусом *Gli-R1*; 4 – мутант з підсиленням синтезом одного компонента α -секаліна (відмічений короткою стрілкою); 5, 6 – мутант зі збільшеною рухомістю компонента α -секаліна (відмічений стрілкою); 6 – цей же мутант, але з нуль-алелем за локусом *Gli-A2*; 7 – лінія GLI-B1-3 (компоненти, кодовані алелем *Gli-A2b*, показані короткими стрілками). Довгими стрілками зліва і справа показано секаліни, кодовані локусом *Gli-R1* (алель *Gli-B1l*).

*Підсилений синтез одного компонента α -секаліна, кодованого локусом *Gli-R1* у складі транслокації 1BL.1RS (спонтанна мутація).* Серед рослин F₁ від схрещення МІЛ GLI-D1-4 $\square$ GLI-B1-3 на основі сорту Безоста 1 ідентифіковано одну рослину, у потомстві якої зустрічались зернівки з підсиленням синтезом четвертого компонента (зверху) α -секаліна у блоці секалінів, кодованих *Gli-R1*. (рис. 1, доріжка 4). Порівняння інтенсивностей відповідного компонента на електрофореграмі у мутанта і вихідної форми показало збільшення інтенсивності компонента в приблизно 4–5 разів.

*Змінена рухомість одного компонента α -секаліна, кодованого локусом *Gli-R1* у складі транслокації 1BL.1RS (індукована мутація).* Серед зернівок однієї рослини F₁ від схрещення МІЛ за гліадиновими локусами GLI-D1-4 $\square$ GLI-B1-3 у варіанті з опроміненням (200 Гр) ідентифіковано генотипи зі зміненою рухливістю нижнього α -компонента блока секалінів, кодованого *Gli-R1* (алеля *Gli-B1l*) [19]: нижній α -секалін мав більшу рухомість на електрофореграмі спирторозчинних білків зерна, порівняно з рухомістю нижнього α -секаліна, кодованого алелем *Gli-B1l* (Рис. 1, доріжки 5, 6). Було розмножено потомство з цієї рослини і за допомогою електрофорезу відібрано лінію, гомозиготну за даною мутацією. У лінії з цією індукованою мутацією відмічено появу нуль-алеля за локусом *Gli-A2* (рис. 1, доріжка 6), якої спочатку у даного мутанта за *Gli-R1* не спостерігалось (див. рис 4 в [19]).

Висновки. З використанням запасних білків як генетичних маркерів нами створено як новий матеріал транслокацій (нова 1BL.1RS транслокація від жита Воронезьке СГІ у лінії CWX), так і видозмінені транслокації, що є продуктом

рекомбінації між відомими транслокаціями від жита Petkus та Insave (набір P1L від схрещення Б-16 × 7086 AR) та мутацій (три мутанти за експресією секалінів, кодованих локусом *Gli-R1* у складі транслокації 1BL.1RS на основі сорту Безоста 1). Нами уточнено транслокацію в угорського сорту MV Táltos як 1BL.1RS, проте з алелями секалінових локусів типу Amigo, яка, найбільш ймовірно також є продуктом рекомбінації між транслокаціями від жита Petkus та Insave. Матеріал з рекомбінантними транслокаціями може бути використаний для пошуку нових поєднань генів стійкості до хвороб і шкідників, а мутанти за секаліновими генами – для вивчення ролі окремих компонентів у визначенні хлібопекарної якості і механізмів регуляції синтезу запасних білків, а також безпосередньо як вихідний матеріал для селекції пшениці.

Література

- Schlegel R. (2016) Current list of wheats with rye and alien introgression V05–16, 1–18. Retrieved from <http://www.rye-gene-map.de/rye-introgression>
- Rabinovich, S.V. (1998). Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*, 100, 323–340.
- McIntosh, R.A. (2013). Catalogue of Gene Symbols. Gene Catalogue. Retrieved from: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2013/ GeneSymbol.pdf>
- Pretorius, Z.A. (2000). Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f sp *tritici* in Uganda. *Plant Disease*, 84(2), 203.
- Singh, R.P., Hodson, D.P., Jin, Y., Lagudah, E.S., Ayliffe, M.A., Bhavan, i S., Rouse, M.N., Pretorius, Z.A., Szabo, L.J., Huerta-Espino, J., Basnet, B.R., Lan, C., Hovmøller, M.S. (2015). Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control. *Phytopathology*, 105, 872–884.
- Ehdaie, B., Whitkus, R.W., Waines, J.G. (2003). Root biomass, water-use efficiency, and performance of wheat rye translocations of chromosomes 1 and 2 in spring bread wheat ‘Pavon’. *Crop Science*, 43, 710–717.
- Kim, W., Johnson, J.W., Baenziger, P.S., Lukaszewski, A.J., Gaines, C.S. (2004). Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci.*, 44, 1254–1258.
- Howell, T., Hale, I., Jankuloski, L., Bonafede, M., Gilbert, M., Dubcovsky, J. (2014) Mapping a region within the 1RS.1BL translocation in bread wheat affecting grain yield and canopy water status. *Theor Appl Genet.*, 127, 2695–2709.
- Созинов, А.А. (1985) *Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции*. М.: Наука.
- Payne, P.I. (1987) Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annual Review of Plant Physiology*, 38, 141–153.
- Lukaszewski A.J. Behavior of centromeres in univalents and centric misdivision in wheat // *Cytogenet. Genome Res.* 2010. V. 129. P. 97–109. DOI: 10.1159/000314108
- Kozub, N., Sozinov, I., Karelov, A., Bidnyk, H., Demianova, N., Sozinova, O., Blume, Ya., Sozinov, A. (2018) Studying recombination between the 1RS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations using storage protein loci as genetic markers. *Cytol. Genet.*, 52(6), 440–447. DOI: 10.3103/S0095452718060063
- Копусь, М.М. (1994) О естественной геногеографии глиадиновых аллелей у озимой мягкой пшеницы. *Селекция и семеноводство*, 5, 9–14.
- Kozub, N.A., Sozinov, I.A., Sobko, T.A., Kolyuchii, V.T., Kuptsov, S.V., Sozinov,

- A.A. (2009). Variation at storage protein loci in winter common wheat cultivars of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Cytology and Genetics*, 43(1), 55–62. doi: 10.3103/S0095452717020050
15. Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680–685. doi:10.1038/227680a0
 16. Metakovsky, E.V. (1991). Gliadin allele identification in common wheat. II Catalogue of gliadin alleles in common wheat. *J. Genet. Breed.*, 45, 325–344.
 17. Motsnyy, I.I., Fayt, V.I., Blagodarova, E.M. (2009) Identification and characteristics of the 1R (1B) bread wheat substitution stocks. *Tsitol Genet.*, 43(3), 26–35.
 18. Kozub, N.A., Motsnyi, I.I., Sozinov, I.A., Blume, Ya.B., Sozinov, A.A. (2014). Mapping a new secalin locus on the rye 1RS arm. *Cytol. Genet.*, 48(4), 203–207.
 19. Kozub, N.A., Sozinov, I.A., Blume, Ya.B., Sozinov, A.A. (2013). Study of the effects produced by gamma-irradiation of common wheat F₁ seeds using gliadins as genetic markers. *Cytol Genet.*, 47(1), 13–19. DOI: 10.3103/S0095452713010040

АНАЛІЗ МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ВІД ГІБРИДИЗАЦІЇ З *AEGILOPS* *BIUNCIALIS* VIS. ЗА ЛОКУСАМИ ЗАПАСНИХ БІЛКІВ ЯК ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ ХРОМОСОМИ 1U

**Н.О. Козуб^{1,2}, І.О. Созінов¹, Г.Я. Бідник^{1,2},
Н.О. Дем'янова^{1,2}, О.І. Созінова^{1,2}, А.В. Карелов^{1,2}, Я.Б. Блюм²**

¹*Інститут захисту рослин НААН*
e-mail: natalkozub@gmail.com

²*ДУ “Інститут харчової біотехнології і геноміки НАН України”*

Види роду *Aegilops* є важливим компонентом третинного генофонду пшениці [1], джерелом генів стійкості до хвороб і шкідників, абіотичних стресів, генів, що визначають якість зерна для пшениці м'якої *Triticum aestivum* L. (BBAADD, 2n=42) [1–3]. Широко поширений тетраплоїдний вид *Ae. biuncialis* Vis. (UUM^bM^b) вид розглядають як потенційно корисний для перенесення генів стійкості до абіотичних факторів, хвороб та генів, що визначають харчову цінність зерна [4–9]. Створено матеріал пшениці м'якої з інтрогресіями від *Ae. biuncialis*, які істотно впливали на вміст білку в зерні, вміст основних компонентів харчової клітковини зерна – полісахаридів клітинних стінок (арабіноксилану і β -глюкану) та співвідношення глютенінів і гліадинів у загальному білку, вміст мікроелементів Zn і Mn в зерні пшениці, стійкість до борошнистої роси та жовтої іржі, вміст білку та показники хлібопекарної якості [6–9].

Хлібопекарна якість борошна пшениці на 80% визначається алельним складом локусів запасних білків, у першу чергу – високомолекулярних субодиниць глютенінів [10]. У пшениці і споріднених видів високомолекулярні субодиниці глютенінів кодуються локусами *Glu-1*, розміщеними на довгих плечах хромосом першої гомеологічної групи, на коротких плечах цих же хромосом розміщені локуси, що кодують гліадини *Gli-1* і низькомолекулярні субодиниці глютенінів *Glu-3* [11]. Тому локуси запасних білків є зручними маркерами для пошуку інтрогресій хромосом першої гомеологічної групи. Метою даної роботи був аналіз матеріалу від схрещень пшениці м'якої з *Ae. biuncialis* за генетичними маркерами хромосоми 1U – локусами *Glu-U1* і *Gli-U1*.

Досліджували раніше створений матеріал пшениці м'якої озимої F₄-F₇ від схрещення з *Ae. biuncialis*. Для схрещень було використано сорти і лінії пшениці озимої Безоста 1, Одеська червоноколоса, Б-16. Як батьківський компонент використано зразки з популяцій Кара-Дага. Гібриди F₁ беккросували пшеницею. Наступні покоління вирощували поруч з посівами пшениці без ізоляції, що давало можливість перехресного запилення. Починаючи з F₄ проводили відбір рослин за масою зерна з рослини.

Гліадини аналізували електрофорезом у кислому середовищі в 10% поліакриламідному гелі за методикою [12]. Електрофорез загального білку, у тому числі високомолекулярних (HMW) субодиниць глютенінів проводили за методикою Laemmli в 10% розділяючому гелі (SDS-електрофорез) [13]. Аналізували по 5 окремих зерен з рослин F₄-F₇.

Для ідентифікації хромосоми 1U *Ae. biuncialis* як генетичні маркери ми використали локуси запасних білків: локус високомолекулярних субодиниць глютенінів *Glu-U1*, що розміщений на довгому плечі (1UL) і гліадин-кодуєчий локус *Gli-U1*, що знаходиться на короткому плечі (1US). Порівняння спектрів гліадинів після електрофорезу в кислих умовах та спектрів загального білку зерна на SDS-електрофореграмах у ліній від схрещення пшениці з *Ae. biuncialis* дозволило виявити гліадиновий компонент, кодований *Gli-U1*, на SDS-електрофореграмі під зоною високомолекулярних субодиниць глютенінів (рис. 1).

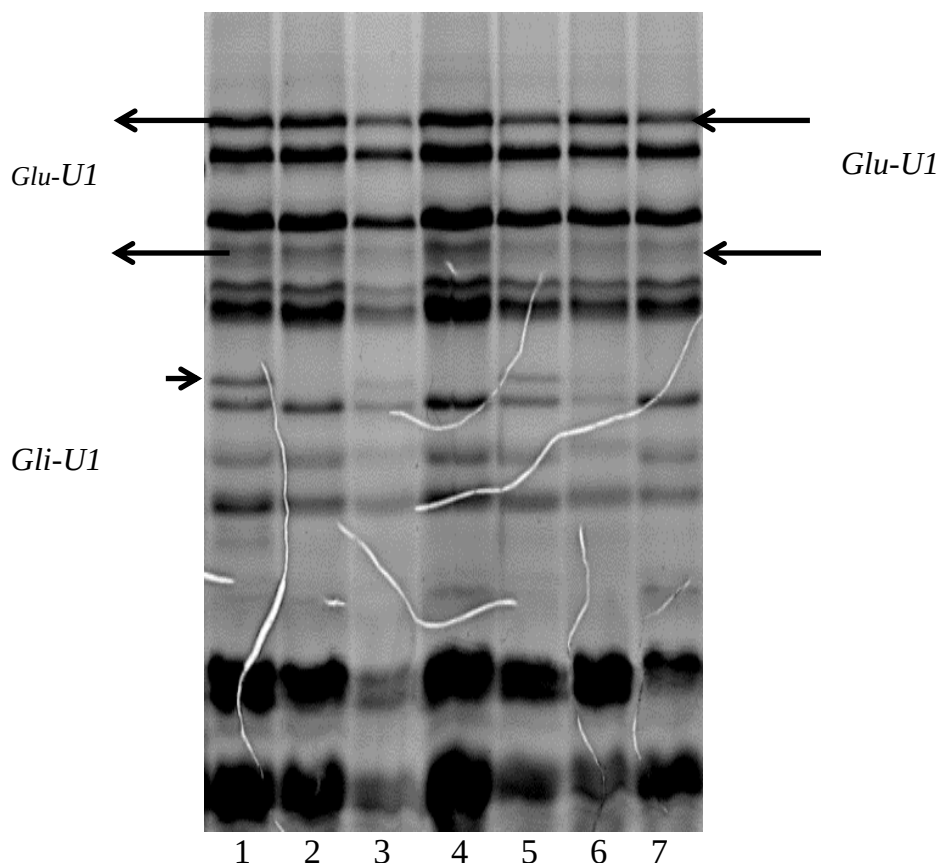


Рис. 1 SDS-Електрофореграма загального білку окремих зернівок з рослин пшениці від міжвидової гібридизації з *Ae. biuncialis*:

1, 3, 5, 6 – з цілою хромосомою 1U; 2, 4, 7 – з лише плечем 1UL.

Довгими стрілками показано високомолекулярні субодиниці глютенінів, кодовані генами локусу *Glu-U1* *Ae. biuncialis*; короткою стрілкою позначено гліадин, контрольований локусом *Gli-U1* *Ae. biuncialis*.

З використанням запасних білків кодованих локусами *Gli-U1* і *Glu-U1* як генетичних маркерів було ідентифіковано присутність хромосоми 1U серед потомства 14 з 21 проаналізованих рослин F₄. Серед зернівок з цих рослин зустрічались зернівки з експресією генів локусу *Glu-U1* та без продуктів експресії локусу *Gli-U1* (Рис. 1). Було ідентифіковано п'ять ліній F₄ з такими генотипами (з лише маркером плеча 1UL) у потомстві. Зерно з ліній F₄ з ідентифікованою хромосомою 1U або плечем 1UL було висіяне для подальших відборів.

По відношенню до успадкування хромосоми 1U, сім'ї F₄ міжвидових гібридів можна охарактеризувати наступним чином: 1) наявність хромосоми 1U (маркери – продукти експресії локусів *Gli-U1* і *Glu-U1*) у всіх проаналізованих зернах (3 рослини F₄); 2) гетерогенність за присутністю хромосоми 1U (серед проаналізованих зерен є носії 1U та зерна без 1U) (3 рослини F₄); 3) відсутність хромосоми 1U; 4) наявність маркера довгого плеча хромосоми 1U – 1UL (маркер – продукти експресії локусу *Glu-U1* та відсутність продуктів експресії *Gli-U1*) (1 рослина F₄); 5) гетерогенність за наявністю довгого плеча хромосоми 1U (серед проаналізованих зерен є носії 1UL та зерна без 1UL) (2 рослини F₄); 6) гетерогенність за присутністю хромосоми 1U, плеча 1UL та зерна без інтрогресії 1U (2 рослини F₄).

Серед рослин F₅ – потомства 11 окремих рослин F₄ від міжвидової гібридизації з *Ae. biuncialis*, відібраних за наявністю маркерів хромосоми 1U, спостерігались різні варіанти успадкування хромосоми 1U. Потомство однієї рослини F₄ (MVG 7–1 – гетерогенна за транслокацією 1UL) втратило плече 1UL, тоді як у потомстві іншої гетерогенної за транслокацією 1UL рослини F₄ (MVG 34–151) біля 40% потомків також виявились гетерогенними за присутністю цього плеча. Серед потомства рослини MVG 32–16 з плечем 1UL 25% втратили його, а у ще 25% воно виявилось у гетерогенному стані, що свідчить про нестабільність його передачі. Серед носіїв хромосоми 1U, дві лінії стабільно передавали її потомству (MVG 11–72 і MVG 11–9), тоді як у потомстві третьої лінії (MVG 7–23) спостерігалось розщеплення на п'ять класів, відносно присутності 1U, у тому числі з'являлись класи з наявністю лише плеча 1UL. Поява генотипів з плечем 1UL також спостерігалась у потомстві всіх рослин, гетерогенних за присутністю 1U. Таким чином, поява зернівок з маркером лише плеча 1UL спостерігалось *de novo* у рослин F₅ – потомства чотирьох рослин F₄.

Отже, серед рослин F₄, відібраних за наявністю маркерів хромосоми 1U, та їх потомків F₅ втрата плеча 1UL при наявності 1UL спостерігалась у 9 з 11 випадків (82%).

Кращі за продуктивністю (масою зерна з рослини) рослини F₅ з присутністю матеріалу хромосоми 1U (ціла хромосома або плече) було пересіяно до одержання рослин F₇. Аналіз з маркерами хромосоми 1U показав статистично істотну елімінацію матеріалу хромосоми 1U в F₆ з частотою 0,222 ($\chi^2 = 44,8$, $P < 0,001$) та в F₇ з частотою 0,227 ($P = 0,024$ за one-tailed Fisher Exact Probability Test). Ці дані вказують на те, що в процесі розмноження йде відбір проти незбалансованих генотипів.

У багатьох роботах показано, що у рослин уніваленти в мейозі мають схильність до поперечного розщеплення по центромері (centric misdivision) з формуванням телоцентриків [14–16]. У результаті цього процесу можуть формуватись також ізохромосоми або, при наявності двох різних унівалентів, центричні транслокації [16]. Незбалансований набір хромосом пшениці і *Ae. biuncialis* у нашому матеріалі від міжвидової гібридизації, очевидно, приводить до формування телоцентриків або центричних транслокацій. Ці явища ми можемо

спостерігати як регулярну появу генотипів з відсутністю маркерів короткого плеча 1US при наявності 1UL. Цікаво, що на даному матеріалі ми практично не виявляли формування генотипів з лише коротким плечем хромосоми 1U. Це може бути пов'язано з втратою телоцентриків з плечем 1US при формуванні гамет, їх зниженою передачею, або ж низькою життєздатністю таких генотипів.

Незбалансований набір хромосом пшениці і *Ae. biuncialis* у матеріалі від міжвидової гібридизації F₄-F₅ приводить до формування телоцентриків або центричних транслокацій, про що свідчить регулярна поява генотипів з відсутністю маркерів короткого плеча 1US при наявності 1UL. У F₆-F₇ спостерігається елімінація матеріалу хромосоми 1U з частотою біля 0,222. Виявлено високу частоту формування генотипів з втратою плеча 1US при наявності 1UL, тоді як генотипи з 1US без 1UL були рідкісними. Лінії з інтрогресією локусу *Glu-U1* є важливим джерелом нових високомолекулярних субодиниць глютенінів для збагачення генофонду пшениці м'якої.

Література

1. Qi, L., Friebe, B., Zhang, P., Gill, B.S. (2007). Homoeologous recombination, chromosome engineering and crop improvement. *Chromosome Res.*, 15, 3–19. DOI: 10.1007/s10577-006-1108-8
2. Schneider, A., Molnár, I., Molnár-Láng, M. (2008) Utilisation of *Aegilops* (goatgrass) species to widen the genetic diversity of cultivated wheat. *Euphytica*. 2008. V. 163. P. 1–19. doi: 10.1007/s10681-007-9624-y.
3. Kilian, B., Mammen, K., Millet, E., Sharma, R., Graner, A., Salamini, F., Hammer, K., Özkan, H. (2011). *Aegilops*. In C. Kole (Ed.), *Wild crops relatives: genomic and breeding resources* (pp. 1–76). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-14228-4.
4. Molnár I., Gaspar L., Savari E., Dulai S., Hoffman B., Molnár-Láng M., Galiba G. (2004) Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought. *Functional Plant Biology*, 31, 1149–1159. doi: 10.1071/FP03143
5. Dulai, S., Molnár, I., Szopkó, D., Darkó, É., Vojtkó, A., Sass-Gyarmati, A., Molnár-Láng, M. (2014). Wheat-*Aegilops biuncialis* amphiploids have efficient photosynthesis and biomass production during osmotic stress. *J. Plant Physiol.*, 171, 509–517. doi: 10.1016/j.jplph.2013.11.015
6. Rakszegi, M., Molnár, I., Lovegrove, A., Darkó, É., Farkas, A., Láng, L., Bedő, Z., Doležel, J., Molnár-Láng, M., Shewry P. (2017) Addition of *Aegilops* U and M chromosomes affects protein and dietary fiber content of wholemeal wheat flour. *Frontiers in Plant Science*, 8(1529). doi: 10.3389/fpls.2017.01529
7. Farkas, A., Molnár, I., Dulai, S., Rapi, S., Oldal, V., Cseh, A., Kruppa, K., Molnár-Láng, M. (2014). Increased micronutrient content (Zn, Mn) in the 3Mb(4B) wheat – *Aegilops biuncialis* substitution and 3Mb.4BS translocation identified by GISH and FISH. *Genome*, 57, 61–67. doi: 10.1139/gen-2013-0204
8. Tan, F., Zhou, J., Yang, Z., Zhang, Y., Pan, L., Ren, Z. (2009). Characterization of a new synthetic wheat – *Aegilops biuncialis* partial amphiploid. *Afr. J. Biotech.*, 8(14), 3215–3218. doi: 10.5897/AJB09.359
9. Zhou, J.P., Yao, C.H., Yang, E.N., Yin, M.Q., Liu, C., Ren, Z.L. (2014). Characterization of a new wheat-*Aegilops biuncialis* addition line conferring quality-associated HMW glutenin subunits. *Genetics and Molecular Research*, 13(1), 660–669. doi: 10.4238/2014.January.28.11.

10. Payne, P.I. (1987) Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annual Review of Plant Physiology*, 38, 141–153.
11. McIntosh, R.A. (2013). Catalogue of Gene Symbols. Gene Catalogue. Retrieved from: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2013/ GeneSymbol.pdf>
12. Kozub, N.A., Sozinov, I.A., Sobko, T.A., Kolyuchii, V.T., Kuptsov, S.V., Sozinov, A.A. (2009). Variation at storage protein loci in winter common wheat cultivars of the Central Forest-Steppe of Ukraine. *Cytology and Genetics*, 43(1), 55–62. doi: 10.3103/S0095452717020050
13. Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680–685. doi:10.1038/227680a0
14. Darlington, C.D. (1939) Misdivision and the genetics of the centromere. *J. Genet.*, 37, P. 341–364.
15. Sears, E.R. (1952). Misdivision of univalents in common wheat. *Chromosoma*, 4, 535–550.
16. Lukaszewski, A.J. (2010). Behavior of centromeres in univalents and centric misdivision in wheat. *Cytogenet. Genome Res.*, 129, 97–109. DOI: 10.1159/000314108

РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ *CERCIS CHINENSIS* BUNGE ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ В НДП «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ

Л.А. Колдар, В.М. Оксантик

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України

Однією з найважливіших функцій живого рослинного організму є розмноження, яке забезпечує існування виду та розселення його на якомога більші території і є основним способом відтворення їх у практиці декоративного садівництва, лісівництва та агролісомеліорації. Здійснення цих функцій відбувається за рахунок насінного та вегетативного розмноження, які доповнюють один одного, а здатність до генеративного розмноження інтродукованих деревних рослин в нових умовах свідчить про значний рівень адаптації їх до навколишнього середовища (Hrunkiewicz, et al. 2001)..

Серед великого різноманіття рослин, що населяють нашу планету, провідне місце посідають деревні рослини, представником яких є рід *Cercis* L. (за APG IV – родина *Fabaceae*), який походить з прадавньої флори Землі. Рослини видів роду *Cercis* є цінними як джерело декоративного, меліоративного, медоносного матеріалу та має високі лікарські властивості (Колдар, 2018).

Маловідомим, в Україні, представником роду є вид *C. chinensis* Bunge, цінність якого полягає у різноманітті біоморф, тривалому рясному цвітінні, яскравому бузково-рожевому забарвленні квіток, оригінальній формі листків, високій загальній декоративності, завдяки чому він є перспективним інтродуцентом, який може бути широко використаним у зеленому будівництві України (Колдар, 2006; Колдар, 2010).

Одним із основних критеріїв оцінки розвитку рослин, в різних умовах інтродукції, прийнято вважати вступ їх у генеративну фазу, а репродуктивна здатність рослин є провідним показником їх стійкості до несприятливих екологічних умов (Бессонова, 2001; Смит, 1985; Karnosky, 1974). Тому мета нашої роботи полягала у визначенні репродуктивної здатності рослин *C. chinensis* в

умовах Національного дендропарку «Софіївка» НАН України.

Перехід до стадії репродуктивного розвитку, у багатьох випадках визначається умовами місць росту рослин. Згідно наших спостережень, в умовах Правобережного Лісостепу України, рослини *C. chinensis* генеративного віку досягають у 6–8 річному віці, утворюючи на минулорічних пагонах поодинокі суцвіття з 3–4 квітками. Варто вказати, що при кращому ґрунтовому живленні та освітленні, у вільно ростучих особин, плодоношення розпочинається в більш ранньому віці ніж у особин зімкнутих насаджень. Крім цього рослини, які ростуть в культурних насадженнях раніше досягають стадії зрілості, ніж у природних умовах росту. Пояснюється це тим, що в культурі створюються більш сприятливі умови для їхнього росту.

Важливою ланкою генеративного розвитку рослин *C. chinensis*, від якої значною мірою залежить успіх насінного відновлення, є цвітіння. Тому дослідження показників цвітіння рослин даного виду представляє суттєвий інтерес для оцінки їх репродуктивної здатності.

Щодо строків закладання генеративних органів у бруньках відновлення, то у *C. chinensis* вони закладаються у другій половині вегетаційного періоду, і в зимівлю рослини входять з повністю сформованими органами квітки. Розвиток генеративних органів розпочинається навесні (17–22.04) з набухання бруньок за суми ефективних температур $225,4^{\circ}\text{C}$, а розтріскування бруньок та поява горбчиків квіткових бруньок – 26.04–3.05. Характер розташування репродуктивних органів у кроні дерева визначали на модельних гілках способом підрахунку кількості гнізд із генеративними бруньками, квіткових бруньок у гнізді, бруньок у суцвітті та квіток на одному погонному метрі. Кількість репродуктивних органів є величина не стала і щорічно змінюється. Одним з досліджених нами чинників, що має вплив на кількість квіток, які з'являються навесні, є сума ефективних температур на початок періоду диференціації генеративних бруньок (табл.). Вона прямо пропорційна кількості утворених квіток.

Показники репродуктивної здатності різновікових рослин *C. chinensis*

Вік рослин, років	Сума ефективних температур на початок диференціації генеративних бруньок ($^{\circ}\text{C}$)	Кількість, шт.				Польова схожість нестратифікованого насіння, %
		квіток на 1 пог. м	плодів на 1 пог. м	насінин у плоді	Маса 1 тис. насінин, г	
5	2148,6	344±14	288	2	25±2	32
7	1976,2	162±08	119	3	23±1	23
9	2013,5	256±10	274	3	24±2	36
10	1687,2	226±06	229	3	25±2	26

За роки спостережень найбільшу кількість квіток (344 шт. на 1 погонному метрі) спостерігали за суми ефективних температур $2148,6^{\circ}\text{C}$, проте за температури $1976,2^{\circ}\text{C}$ цей показник становив лише 162 шт., а за $2013,5^{\circ}\text{C}$ – 256 шт.

Проведений нами аналіз показників репродуктивної здатності досліджуваних рослин *C. chinensis* показав, що в умовах інтродукції, у Правобережному Лісостепу України, рослини формують плоди, утворюють схоже насіння, яке не здатне до швидкого проростання і утворення самосіву. Як вказує Попцов (1976) це пов'язано з особливим, органічним типом спокою характерним насінню *C. chinensis*.

Принципова відмінність його від інших типів у тому, що відбувається не часткова складність доступу води і притуплення ходу ростових процесів, а повне їх припинення. Насіння до якого не проникає вода, не може проростати. В природних вологих умовах воно дуже поступово виходить із стану органічного спокою і цей процес може тривати багато років.

В умовах культури, швидке проростання насіння ми провокували термообробкою та скарифікацією концентрованою сірчаною кислотою (H_2SO_4) за експозицій 10, 15 та 20 хвилин. Найбільш ефективними виявились обробки насіння окропом до повного остигання при якому кількість пророслого насіння становила 57% та концентрованою сірчаною кислотою (15 хв.) – 51%.

Отже, *C. chinensis* в умовах Правобережного Лісостепу України має високі показники цвітіння і плодоношення та задовільний стан генеративних органів, що вказує на його високу репродуктивну здатність в умовах інтродукції. Для усунення органічного типу спокою у насіння, що уповільнює його проростання, необхідно використовувати термообробку та скарифікацію концентрованою сірчаною кислотою за експозиції 15 хвилин.

Література

1. Бессонова В. П. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2). Запорожье. Изд-во Запорож. гос. ун-та, 2001. 193 с.
2. Колдар Л.А. Інтродукція видів роду *Cercis* L. у Правобережний Лісостеп України та перспективи використання їх у зеленому будівництві. Умань: УВПП, 2006. 158 с.
3. Колдар Л.А. Біоморфологічні особливості рослин *Cercis chinensis* Bunge в умовах інтродукції у Національному дендропарку «Софіївка» НАН України // Інтродукція рослин. К.: Академперіодика, 2010. № 2. С.15–19.
4. Колдар Л.А. Сучасний стан насаджень представників роду *Cercis* L. у НДП «Софіївка» НАН України. Матеріали X Міжнародної наукової конференції «ЛАНДШАФТНА АРХІТЕКТУРА В БОТАНІЧНИХ САДАХ І ДЕНДРОПАРКАХ» 12–15 червня 2018 року. м. Київ. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2018. С. 290–293.
5. Попцов А.В. Твердые семена. Физиология семян. М., 1976. 156 С.
6. Смит У. Х. Лес и атмосфера. М.: Прогресс, 1985. 429 с.
7. Karnosky D. F. The effects of SO_2 on in vitro forest tree pollen germination and tube elongation // Journal of Envir. Quality. 1974. №3. P. 406–409.
8. Hruniewicz I., Sydnik B., Sekowski M., Wilczkiewicz A. Rozmnazanie drzew i krzewow lisciastych. Warszawa: PWN, 2001. P. 353

СОВРЕМЕННОЕ ВАВИЛОВЕДЕНИЕ

Э.И. Колчинский

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания
и техники РАН, Санкт-Петербург, РФ
e-mail: ekolchinsky@yandex.ru

Вавиловедение как направление в истории науки оформилось в 1987 г., когда в СССР стали публично называть имена тех, кто был причастен к гибели Н. И. Вавилова (Тахтаджян, 1987). На совместном заседании АН СССР, ВАСХНИЛ и

ВОГиС, посвященном 100-летию со дня рождения ученого, академик А. А. Никонов уверял: «...современный состав ВАСХНИЛ осудил и отверг все, что связано с лысенковщиной. Мы последовательно и настойчиво осуществляем крупные меры по преодолению тяжелых последствий лысенковщины» (Никонов, 1988, С. 44). Жизнь не подтвердила оптимизм тогдашнего президента ВАСХНИЛ (Graham, 2016; Kolchinsky, 2017a, b). Лысенкоизм по-прежнему имеет немало приверженцев, в том числе в институтах бывшего ВАСХНИЛ. При этом в самом вавиловедении, как и в любой науке, существуют различные подходы, методы, оценки, интерпретации и т. д., базирующиеся на архивных материалах, литературных источниках и воспоминаниях, подвергаемых источниковедческой проверке. Об этом свидетельствуют биографии Н. И. Вавилова, написанные генетиками В. И. Глазко и Н. П. Гончаровым и писателем С. Е. Резником (Глазко, 2017, 2018; Гончаров, 2017; Резник, 2017). Доклад продолжает начатую в прошлом году тему об эволюции восприятия Н. И. Вавилова в русскоязычном пространстве с целью выяснить, насколько репрезентативны эти книги для современного вавиловедения и отражения в них борьбы ученого с лысенковщиной (Колчинский, 2017, 2018a, б).

Истоки вавиловедения восходят к опубликованной С. Е. Резником биографии Н. И. Вавилова, сочетающей достоинства художественной литературы с канонами научности (Резник, 1968). Помимо архивного материала в книге использовались сведения, полученные автором в многочисленных интервью с участниками тех событий. 50 лет спустя С. Е. Резник представил другую книгу, которая по объему в несколько раз превышает предыдущую, вобрав наиболее важную информацию из многочисленных историко-научных и публицистических работ, опубликованных за прошедшие десятилетия (Резник, 2017). В ее основу также положены собственные архивные изыскания автора и его новые интервью. Книга демонстрирует и изменение нарратива о жизни и деятельности Н. И. Вавилова в связи с изменившимся социокультурным контекстом и развитием истории науки, уделяющей все больше внимания исторической антропологии, микросоциологии и методологии «кейс-стадис».

В новой книге С. Е. Резник, разворачивая жизненную эпопею Н. И. Вавилова, показывает, как под влиянием социума, учителей и чтения книг в ученом зрело убеждение, что ликвидация голода возможна лишь благодаря селекции культурных растений с целью повышения их урожайности (Резник, 2017). Достижению этой сверхзадачи он посвятил жизнь, уделяя много времени экспедициям для сбора культурных растений и их диких сородичей. Уникальность Н. И. Вавилова как организатора состояла в том, что он смог своими идеями увлечь десятки зрелых, первоклассных ученых разных специальностей и убеждений, направляя их деятельность как «один мощный кулак».

Не обошел С. Е. Резник и сложные вопросы о том, почему Н. И. Вавилов сотрудничал с большевиками и сделал при них блестящую карьеру. Надеясь с помощью власти реализовать научные планы, он стремился помочь преодолеть голод 1921–1922, 1929 и 1932–1933 гг., дать крестьянству высокоурожайные сорта, расширить их ассортимент. Дитя своего времени, он считал возможным построить справедливое общество. Но уже с конца 1920-х гг. Н. И. Вавилов работал в условиях, где в мгновение ока сменялись крупные администраторы, ответственные за сельское хозяйство, и сотни ученых, связанных с ними (Kolchinsky, 2014). В книге нет привычных обличений и разоблачений тех, кто благодаря Н. И. Вавилову сделал карьеру, а потом оговорил его на допросах. Автор понимает, что уже в репрессиях, обрушившихся на науку в конце 1920-х годов, методы допросов были

столь ужасны, что арестованные не выдерживали и становились на путь оговора коллег и сотрудничества с карательными органами. Изуверские методы позднее заставят признать «свою вину» и самого Н. И. Вавилова. Но цену этим признаниям знали мастера заплочных дел и их вдохновитель. Вздорные обвинения нужны были власти для того, чтобы возложить на ученых ответственность за катастрофические провалы сельскохозяйственной политики.

С. Е. Резник опроверг утверждения о том, что трагедия Н. И. Вавилова связана с поражением в партийной борьбе правых, якобы являвшихся его покровителями. Никаких документальных подтверждений эта версия не нашла. Долгое время И. В. Сталин лояльно относился к Н. И. Вавилову. Об этом свидетельствует стенограмма совещания в кабинете у И. В. Сталина от 15 марта 1929 г., где главным докладчиком был Н. И. Вавилов, и последовавшее вскоре его назначение президентом ВАСХНИЛ, сохранение его в составе ВЦИК до 1935 г. и т. д. Без ведома И. В. Сталина это было бы невозможно. Н. И. Вавилов был всегда лоялен к власти, не считая юношеских увлечений 1905 г., не идентифицировал себя с какой-либо группой менявшихся партийных и правительственных чиновников. По его собственным словам, он служил науке и стране.

В книге 1968 г. С. Е. Резнику не дали рассмотреть вопрос об отношениях между Н. И. Вавиловым и И. В. Мичуриным, а также о диалоге Н. И. Вавилова с Т. Д. Лысенко и И. И. Презентом, провозгласившими себя «мичуринцами» № 1 и № 2. Здесь же он еще раз убедительно показал, что И. В. Мичурин не имел никакого отношения к мичуринской биологии, равно как и к тандему Лысенко–Презента, создавшим её уже после смерти увлеченного садовода-любителя, селекционера плодовых и ягодных культур. То, что они называли мичуринской агробиологией, не имело никакого отношения к традициям отечественной биологии, как пытаются представить некоторые новоявленные апологеты «народного академика», «русского патриота» и «защитника православия» Т. Д. Лысенко (Graham, 2016; Kolchinsky, 2017a, b). Изначально это был политико-идеологический проект, поддержанный наркомом земледелия Я. А. Яковлевым, заведующим сельскохозяйственным отделом ЦК ВКП(б) Л. М. Кагановичем и И. В. Сталиным с целью скрыть провалы в сельском хозяйстве и заглушить недовольство звоном литавр о превосходстве отечественной науки над зарубежной, а практики над теорией.

При этом С. Е. Резник опровергает также многие мифы, представляющие в карикатурном виде главных оппонентов Н. И. Вавилова. Отказавшись от их черно-белого изображения, С. Е. Резник дает социально-психологические характеристики Т. Д. Лысенко и И. И. Презента, пытаясь раскрыть мотивы их поведения. Оба показаны как типичные представители своего времени, когда ценились идеологическая непримиримость, готовность выполнять любое распоряжение властей и обещать невыполнимые вещи. Здесь недостаточны были колебания вместе с линией партии, нужно было вовремя предусмотреть очередной её зигзаг. Оба они, конечно, причастны к гибели Н. И. Вавилова, но главная вина лежит не на них. В целом и они, и противостоящие им генетики были актерами, сыгравшими в спектакле, поставленном революцией 1917 г. (Колчинский, 1991).

Авторы многих биографий Н. И. Вавилова рассказывали о его родных и близких. Но С. Е. Резник впервые в полной мере показал, какую важную роль семья играла в его становлении как личности, поддерживая в дни испытаний и горестей, одобряя и вдохновляя на грандиозные свершения. Н. И. Вавилов раскрывается не только как ученый и организатор науки, но и как преданный сын, заботливый брат, влюбленный мужчина и супруг, любящий отец двух сыновей.

Становится ясно, что только в семье со столь прочными нравственными традициями мог вырасти такой мужественный человек.

В отличие от писателя С. Е. Резника академик Н. П. Гончаров – один из современных ведущих генетиков растений. У него также репутация профессионального историка науки, разрабатывающего научное наследие Н. И. Вавилова и других знаменитых растениеводов, а также институциональную и социальную историю сельскохозяйственных наук. Он также дает детальный анализ разносторонней научной и административной деятельности Н. И. Вавилова как агробиолога и организатора сельскохозяйственной науки, поднимая острые вопросы о методах изучения «дела Вавилова–Лысенко» и достоверности его воспроизведения в историко-биологической литературе (Гончаров, 2017).

Главную заслугу Н. И. Вавилова Н. П. Гончаров видит в создании богатейшей на то время коллекции культурных растений и их диких сородичей. Долгое время она оставалась самой представительной по биоразнообразию, но сейчас опустилась на четвертое место в мире среди аналогичных генетических банков. Сохраняет свое значение и теория Н. И. Вавилова о Центрах происхождения культурных растений, впоследствии дополненная и усовершенствованная.

Вместе с тем Н. П. Гончаров возражает против попыток использовать имя Н. И. Вавилова в «конъюнктурных, идеологических целях» как символического антипода Т. Д. Лысенко, представляемого в свою очередь лидером «пролетарской (сталинской) биологии», именуемой то «мичуринской биологией», то «советским творческим дарвинизмом». Правильно отметив отсутствие четких определений этих понятий, как «мичуринской генетики» и «мичуринской агробиологии», Н. П. Гончаров пытается выяснить соотношение между ними. По его мнению, институционализация мичуринской агробиологии шла во время максимальной поддержки Т. Д. Лысенко И. В. Сталиным, хотя связь самого этого термина с деятельностью Т. Д. Лысенко не очевидна. Автор призывает рассматривать развитие агробиологии в СССР без идеолого-политических клише, как это принято, по его мнению, в большинстве работ о Н. И. Вавиллове, но с позиций жесткой историко-научной методологии, отказавшись от всякого рода беллетризованных журналистских расследований и реконструируя научную и организационную деятельность Н. И. Вавилова на фоне когнитивной и социальной истории биологических и сельскохозяйственных наук в СССР.

Н. П. Гончаров признает, что работы Н. И. Вавилова стали символом достижений отечественной науки, подлинным ее брендом, но протестует против написания его биографии как жития святых. Историк науки должен иметь мужество преодолеть литературно-киношный образ героя, созданный по законам героико-патриотического жанра со значительной степенью слухов, домыслов, легенд и мифов. По его мнению, только в последнее десятилетие работы о Н. И. Вавиллове стали приобретать научный характер, избавляясь от нравственно-идеологической риторики 1960–1990-х гг. С этим трудно согласиться. Истина не рождается в готовом виде, подобно Афине из головы Зевса. Научные биографии Вавилова в XXI в., в том числе и книга В. Д. Есакова (Есаков, 2008), которую Н. П. Гончаров правильно считает лучшей среди них, стали возможны потому, что им предшествовал самоотверженный труд нескольких поколений, прежде всего, Ф. Х. Бахтеева, Ю. Н. Вавилова, Ж. А. Медведева, С. Е. Резника, М. А. Поповского, В. Н. Сойфера и др. В условиях негласного запрета исследовать и освещать в публикациях «дело Вавилова–Лысенко» и малой доступности архивов они по крупицам собрали сведения, в том числе из прессы и из интервью, о его жизнедеятельности и динамике противостояния. Часть из сообщаемых фактов не

выдержала источниковедческой проверки. Но это обычная практика, связанная с критикой функционирующего знания и очищением его от артефактов в любой отрасли науки. И эта работа далека от завершения. Вавиловедам придется не раз возвращаться к казалось бы решенным вопросам в силу гипотетичности всякого знания.

Н. П. Гончаров, будучи полевым исследователем, прошедшим некоторыми маршрутами Н. П. Вавилова на Ближнем Востоке и Эфиопии, дал яркий и исчерпывающий анализ его научного подвига как путешественника, не забыв предшественников и коллег по изучению биоразнообразия культурных растений и их интродукции. Он понимает, как необходим личный экспедиционный опыт при изучении технологии возделывания культивируемого растения, выбранного для импорта и интродукции. Не все теории Н. П. Вавилова общеприняты в наши дни, но они всегда лежали в русле тенденций развития биологии XX века, стимулируя новые дискуссии и исследования, особенно по проблеме гомологических рядов наследственной изменчивости и концепции центров происхождения культурных растений. Тем не менее, в систематике и эволюционной теории слабо освоено богатство идей Вавилова о политипических видах растений и путях их эволюции.

Титаническая работа ученого по созданию системы государственного сортоиспытания (Госсортсети) и селекционных станций шла в сложных социокультурных условиях. Конфликты с Д. Д. Арцыбашевым, А. Г. Лорхом и А. К. Кодем по стратегическим вопросам развития ВИРа, по мнению Н. П. Гончарова, воспроизводились и отражались в противостоянии с Лысенко. Анализ деятельности ученого на базе архивных материалов, впервые вводимых Н. П. Гончаровым в научный оборот, позволяет лучше понять динамику развития конфликтов Н. И. Вавилова с различными группами в самой науке и во властных структурах. Вся жизнь Вавилова как ученого и организатора науки – это борьба не только за идеи, но и за финансовые, материальные и кадровые ресурсы, которая была чрезвычайно опасной в сталинской России, так как проигравшие часто обрекались на смерть. С конца 1920-х гг. Н. И. Вавилову приходилось отстаивать право не только на исследования, но и на свою жизнь, а также на свободу своих коллег. Конфликт с Т. Д. Лысенко и поражение, по версии Н. П. Гончарова, пришлось на третью волну критики Н. И. Вавилова, приобретшей полностью политизированный характер.

Н. П. Гончаров осознает сложность воссоздания объективной картины, учитывая интересы ныне живущих учеников и родственников участников тех событий, так и политико-идеологическую ангажированность ряда авторов. В отличие от большинства вавиловедов он считает ранние работы Т. Д. Лысенко достижением отечественной науки и призывает восстановить в правах и саму «агробологию», и «теорию стадийного развития» с яровизацией. Однако вопрос о том, должны ли вавиловеды проверять обоснованность обсуждаемых тогда концептов, остается спорным. Выяснять, кто ретроспективно был прав или неправ в научных дискуссиях, не в сфере компетенции историков науки. Сторонники социального конструктивизма пытались полностью игнорировать научную составляющую «дела Вавилова–Лысенко», что мешало пониманию его природы и трагической развязки. Не принесет пользы противоположная крайность. Сам Н. П. Гончаров демонстрирует эффективность системного анализа когнитивных, социально-политических, историко-антропологических и институциональных факторов. Это ему удалось сделать без героизации Н. И. Вавилова и без панегириков в его адрес и притом с глубоким пониманием сути обсуждаемых проблем и с изложением собственных взглядов как действующего биолога. Все это

делает его книгу уникальной.

Иностранный член РАН В. И. Глазко – специалист в области молекулярной генетики и биотехнологии и автор ряда монографий по социальной истории и философии отечественной биологии. Жанр его книги о Н. И. Вавилове следует характеризовать как историко-научное и социально-политическое эссе генетика, пытающегося осмыслить причины трагедии отечественной биологии, которая стала жертвой режима, построенного на идейном однообразии, жесткой иерархии, беспощадных репрессиях и уничтожении всего талантливого и уникального (Глазко, 2017, 2018). Здесь нет собственных архивных изысканий. Автор воссоздает историческую панораму 1935–1943 гг. как некий слоеный пирог, в котором каждая часть (хроника страны и хроника жизни самого Н. И. Вавилова, его научные достижения, социально-политические события, прямо воздействующие на его судьбу, научные концепты его оппонентов и используемые ими методы борьбы, архивные документы, передающие дух эпохи, и др.) используется для реконструкции целостной картины «безумной эпохи», последствия которой, по мнению автора, ощущаются в наши дни при обсуждении столетиями не решаемых проблем импортозамещения и продовольственной безопасности. В книге нет классического единства сюжета, героев, времени и места действия, но многоаспектность и многоплановость повествования позволяет дать объемное изображение происшедшего безумия, обозначив его временные и пространственные параметры.

В. И. Глазко показывает, как важно исследовать когнитивные, социально-политические, институциональные и этико-психологические аспекты кризиса фундаментальной и прикладной науки в СССР. В отличие от Н. П. Гончарова он не признает никаких достижений у Т. Д. Лысенко и не видит ничего рационального в теории «стадийного развития», яровизации и т. д. По его мнению, молекулярная генетика и геномика сельскохозяйственных видов выросла из научной селекции, созданной Н. И. Вавиловым. До него конструирование генотипов с фенотипическим проявлением хозяйственно ценных признаков шло путем проб и ошибок. Теперь стало возможным вмешиваться в структуру генома и его архитектуру, вплоть до геномного редактирования.

Обращение к научному наследию Н. И. Вавилова генетиков и растениеводов очень важно. Оно позволяет лучше понять, как его концепты выглядят с разных позиций, бытующих в современной науке, особенно в связи с бурным развитием эпигенетики. Благодаря участию специалистов разных наук «ни одна область историко-биологических исследований не развивалась за последние 50–60 лет столь продуктивно, как *вавилотоведение*» (Резник, 2017, с. 507). Это развитие идет вопреки действию некоторых политических сил, пытающихся замолчать обстоятельства трагедии Н. И. Вавилова, чтобы снять вину властей в трагическом развитии всей советской науки. В то же время усилилась прогрессивная тенденция уйти от сакрализации конфликта Н. И. Вавилова с Т. Д. Лысенко, от дихотомий: «гений – злодейство», «ученый – шарлатан», «патриот – предатель», «теоретик – практик». Налицо отказ от вульгарной политизации и стремление понять мотивы действовавших лиц. Это дает признать все три книги важным шагом в развитии вавилотоведения. Они обогащают методологию и разнообразие подходов, способствуя изживанию штампов.

Литература

1. Глазко В. И. (2017, 2018). *Николай Вавилов. Жизнь как служение Родине*: В 2 т. М.: Курс. Т. 1. 656 с.; Т. 2. 826 с.

2. Гончаров Н. П. (2017). *Николай Иванович Вавилов*. Новосибирск: Академическое издательство «Гео». 466 с.
3. Есаков В. Д. (2008). *Николай Иванович Вавилов*. М.: Наука. 286 с.
4. Колчинский Э. И. (2017). «В бой идут одни старики», или о перспективах возрождения лысенкоизма в России. *Вопросы истории естествознания и техники*. Том. 38, № 2. С. 365–384.
5. Колчинский Э. И. (2018а). Пятьдесят лет спустя: размышления над книгами, изданными к 130-летнему юбилею со дня рождения Н. И. Вавилова и накануне 70-летия со дня августовской сессии ВАСХНИЛ. *Вопросы истории естествознания и техники*. Том. 39, № 3. С. 559–591. DOI: 10.31857/S020596060001125–9.
6. Колчинский Э. И. (1991). Несостоявшийся «союз» философии и биологии (20–30-е гг.). *Репрессированная наука*. Л.: Наука. С. 34–70.
7. Колчинский Э. И. (2018б). Эволюция нарратива о Н. И. Вавилеве: 1920–1980-е гг. *Селекційно-генетична наука і освіта*. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції (Парієві читання), Умань, 19–21 февраля 2018 г. / [Редкол.: О.О. Непочатенко (відп. ред.) та ін.]. Умань: УНУС. С. 103–108.
8. Никонов А. А. (1988). Жизнь и деятельность Н. И. Вавилова. *Вестник АН СССР*. № 3. С. 37–46.
9. Резник С. Е. (2017). *Эта короткая жизнь. Николай Вавилов и его время*. М.: Захаров. 1056 с.
10. Резник С. (1968). *Николай Вавилов*. М.: Молодая гвардия. 334 с.
11. Тахтаджян А. Л. (1987). Континенты Н. И. Вавилова. *Литературная газета*. 1987. 25 ноября. С. 4.
12. Graham L. (2016). *Lysenko's Ghost: Epigenetics and Russia*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 2016. 209 p.
13. Kolchinsky E. I. (2017a). Current Attempts at Exonerating Lysenkoism and their Causes. *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon*. Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond / Eds. W. deJong-Lambert and N. Krementsov. Cham (Switzerland): Springer International Publishing AG. Vol. 2. P. 207–236. DOI: 10.1007/978-3-319-39179-3_8.
14. Kolchinsky E. I. (2017b). Nikolai I. Vavilov in the Realm of Historical and Scientific Discussions. *Almagest*. Vol. 8, No. 1. P. 4–37.
15. Kolchinsky E. (2014). Nikolai Vavilov in the years of Stalin's 'revolution from above' (1929–1932). *Centaurus*. 2014. Vol. 56, № 4. P. 339–358.

ОТРИМАННЯ ГЕНЕТИЧНО ЗМІНЕНИХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) СПОСОБОМ AGROBACTERIUM- ОПОСЕРЕДКОВАНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ *IN PLANTA*

А.Г. Комісаренко

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
e-mail: allakomisarenko2017@gmail.com*

На сьогодні великі перспективи в генетичному поліпшенні рослин покладаються на генетичну інженерію, яка може створювати трансгенні сорти з принципово новими ознаками, стійкі до абіотичних і біотичних стресових

факторів, що дозволить кардинально змінити технологію і ареал вирощування багатьох культур, зменшити посівні площі, матеріальні затрати і собівартість продукції [8].

Отже, до традиційних селекційно-генетичних методів додатково можуть бути залучені методи генетичної інженерії, що дасть змогу суттєво розширити межі процесу створення нових форм рослин. При цьому залучення до роботи генотипів пшениці озимої вітчизняної селекції дозволить підвищити їх генетичний потенціал за рахунок привнесення нового цінного матеріалу.

Застосування способу *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in planta* з використанням векторних конструкцій, які в своєму складі містять цільові гени, що можуть підвищувати рівень стійкості до абіотичних стресів дає можливість отримувати стрес-стійкі форми рослин, які в подальшому можна залучати в селекційному процесі [7]. Таким способом були отримані трансгенні рослини кукурудзи, соняшника і пшениці, які характеризувались підвищеною стійкістю до різних осмотичних стресів, за рахунок експресії інтегрованих генів катаболізму проліну [1, 4, 6].

Генетично змінені рослини пшениці озимої генотипів: УК 322/17, УК 95/17, УК 065 і УК 209h були отримані способом *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in planta*, який здійснювали штамми *A. tumefaciens* LBA4404 і AGLO, що несуть бінарний вектор pBi2E з дволанцюговим РНК-супресором гена проліндегідрогенази (*pdg*) та з використанням штаму AGLO, який містить плазмиду pBi-OAT з додатковою копією гена орнітин-δ-амінотрансферази (*oat*) *Medicago truncatula*, люб'язно надані доктором біологічних наук Кочетовим О.В. У даних конструкціях гени проліндегідрогенази *A. thaliana* і орнітин-δ-амінотрансферази *M. truncatula* є цільовими, а ген неоміцинофосфотрансферази *nptII* – селективним.

Генетичну трансформацію *in planta* проводили в умовах вегетаційного досліджу (рис.). Рослини пшениці озимої до початку цвітіння кастрували, після чого наносили суспензію клітин *Agrobacterium tumefaciens*. Запилення здійснювали пилком рослини відповідного генотипу через певний (3–5 діб) проміжок часу. При цьому суцвіття пшениці ізолювали пергаментними ізоляторами до повного дозрівання насіння. Раніше нами вже повідомлялось про ефективність інтеграції в рослинний геном трансгенів шляхом нанесення суспензії клітин *A. tumefaciens* у процесі запилення на рослинах кукурудзи, соняшника і пшениці [2, 3, 5, 9].



Рис. Генетична трансформація пшениці озимої *in planta*.

Успішність генетичної трансформації в пшениці залежить від багатьох факторів, насамперед від реакції генотипів як на дієвість векторної конструкції, так і на спосіб проведення процедури трансформації. При цьому важливим результатом є показник зав'язування повноцінного насіння. Хоча він і не відображає кінцевий результат – інтеграцію трансгена в геном, але беззаперечно впливає на вихід рослин із трансгенним статусом.

Між досліджуваними нами генотипами пшениці відмічалась достовірна різниця за показником зав'язування насіння при застосуванні різних векторних конструкцій (табл.).

Отримання Т0 пшениці озимої після генетичної трансформації *in planta*

Генотип	Штам <i>A.tumefaciens</i>	Векторна конструкція	Кількість колосків (шт.)	Кількість насінин (шт.)	Вихід насінин із колоса (шт.)
УК 322/17	AGJO	pBi-OAT pBi2E	20	286	14,3
	AGJO	pBi2E	11	63	5,7
	LBA 4404		9	86	9,6
УК 95/17	AGJO	pBi-OAT pBi2E	40	265	6,6
	LBA 4404		44	466	10,5
УК 065	AGJO	pBi-OAT pBi2E	55	133	2,4
	AGJO		40	144	3,6
УК 209h	AGJO	pBi-OAT pBi2E	37	40	1,1
	AGJO	pBi2E	15	12	0,8
	LBA 4404		25	70	2,8

В результаті генетичної трансформації пшениці озимої *in planta* було отримано 1565 Т0 зернівок. Слід відзначити генотип УК 322/17, який мав найвищий показник зав'язування насіння (14,3 шт.) при використанні штаму AGJO, що містить плазмиду pBi-OAT із цільовим геном орнітин- δ -аміноотрансферази. Низький показник зав'язування насіння для цього генотипу спостерігався при застосуванні векторної конструкції AGJO pBi2E, яка містить дволанцюговий РНК-супресор гена проліндегідрогенази. Однак за *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації з використанням штаму LBA4404, що несе таку ж саму векторну конструкцію вихід насіння підвищувався майже в два рази. Таким чином, різниця між максимальним і мінімальним значенням показника зав'язування насіння при використанні AGJO pBi-OAT для досліджуваних генотипів складала в середньому 13,2 штук насінин на колос.

Хороші показники продемонстрував і генотип УК 95/17, переважна кількість отриманого насіння в результаті генетичної трансформації належала йому. Найнижчим рівнем зав'язування насіння характеризувався генотип УК 209h.

Отже, в результаті *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації пшениці озимої способом інокуляції бактеріальної культури в процесі запилення з використанням штамів LBA4404 та AGJO із векторними конструкціями pBi2E і pBi-OAT отримані генетично змінені рослини. Подальший скринінг отриманих варіантів спрямований на виділення форм з новими бажаними характеристиками.

Література

1. Комісаренко А.Г., Михальська С.І. Рівень вільного проліну в Т3 трансгенних рослинах соняшника (*Helianthus annuus* L.) з дволанцюговим РНК супресором гена проліндегідрогенази. Фактори експериментальної еволюції організмів. К.: Логос. 2017. Т.20. С. 211–214.

2. Комісаренко А.Г., Михальська С.І., Тищенко О.М. Спосіб застосування *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in planta* для отримання трансгенних рослин сояшника (*Helianthus annuus* L.). Патент України на корисну модель №86108 від 10.12.2013.
3. Матвєєва О.Ю., Тищенко О.М., Моргун Б.В. Спосіб отримання трансгенних рослин кукурудзи за допомогою *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації *in planta*. Патент на корисну модель №77331 від 11.02. 2013.
4. Михальська С.І., Комісаренко А.Г., Курчій В.М., Тищенко О.М. Генетична трансформація *in planta* пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Фактори експериментальної еволюції організмів. К.: Логос, 2018. Т. 22. С. 293–298.
5. Михальська С.І., Комісаренко А.Г., Тищенко О.М. Розробка методів *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації пшениці. Фактори експериментальної еволюції організмів. К. 2015. Т.17. С. 213–216.
6. Михальская С.И., Сергеева Л.Е., Матвеева А.Ю., Коберник Н.И., Кочетов А.В., Тищенко Е.Н., Моргун В.В. Повышение содержания свободного пролина в осмотолерантных растениях кукурузы с двухцепочечным РНК-супрессором гена пролиндегидрогеназы. Физиология растений и генетика. 2014. Т.46, № 6. С.482–489.
7. Моргун Б.В., Тищенко Е.Н. Молекулярные биотехнологии по повышению устойчивости культурных злаков к осмотическим стрессам. К.: Логос, 2014. 218с.
8. Моргун В.В. Проблемы генетики и селекции растений в Украине на рубеже тысячелетий. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. Т. 33, № 5. С. 452–455.
9. Тищенко Е.Н., Комисаренко А.Г., Михальская С.И., Сергеева Л.Е., Адаменко Н.И., Моргун Б.В., Кочетов А.В. *Agrobacterium*-опосредованная трансформация подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) *in vitro* и *in planta* с использованием штамма LBA4404, несущего плазмиду pBi2E с двуцепочечным РНК-супрессором гена пролиндегидрогеназы // Цитология и генетика. – 2014. – Т. 48, № 4. – С. 19–30.

ДОБІР ГЕНЕТИЧНО ЦІННИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦУКРОВО-КОРМОВИХ ГІБРИДІВ ПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

М.О. Корнєєва, С.М. Тимчишин, Л.С. Пурдяк

*Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
Інститут сільського господарства Карпатського регіону*

Україна на даний час є енергозалежною країною, саме тому сільськогосподарська наука орієнтує агропромисловий комплекс України на вирощування енергетичних культур як відновлювальних джерел енергії [1].

Вітчизняні наукові організації, такі як Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків та його мережа (ІБКіЦБ), Інститут землеробства, Інститут сільського господарства Карпатського регіону (ІСГКР) та інші мають ознакові колекції пилкостерильних форм цукрових буряків, а також фертильні форми кормових буряків (лінії, сортозразки, сорти, селекційні номери), які можуть бути

використані для формування цукрово-кормових гібридів на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності, придатних для виробництва альтернативних видів біопалива [2, 3].

Більш повно розкрити генетичний потенціал продуктивності можливо за умови гібридизації новостворених ліній, попередньо оцінених за комбінаційною здатністю. В основу цих досліджень покладено результати раніше проведених дослідів зі створення нових генотипів буряків, що володіють підвищеним біоенергетичним потенціалом (вихід біоетанолу, вихід енергії [4,5].

Метою нашого дослідження було оцінити комбінаційну здатність 6 пилкостерильних ліній цукрових буряків селекції ІБКіЦБ, які будуть використовуватися як материнський компонент цукрово-кормових гібридів на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності, і 23 селекційних номерів кормових буряків, оригіномом яких є ІСГКР.

Дослідження проводили на дослідних полях ІСГКР у 2016–2018 рр. Біоенергетичні показники різних форм буряків визначали за «Методичними рекомендаціями з технології вирощування енергетичних цукрових буряків (К.,2015) [6]. Комбінаційну здатність за показником «вихід енергії» оцінювали за топкросними схрещуваннями. Відбирали лінії з достовірно високими ефектами загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ).

Упродовж дослідження було оцінено базові показники пилко стерильних ліній за основними господарсько-цінними ознаками (елементами продуктивності, стійкість до хвороб, біоморфологічні показники коренеплодів). Проте для гібридизації більш важливою є комбінаційна здатність. За гібридизації вдало підібраних ліній, що характеризуються високою комбінаційною здатністю, можна очікувати гетерозисний ефект.

Найвищий вихід енергії (розрахункові дані за продуктивними властивостями) у топкросних гібридів було відмічено у комбінаціях, створених за участю пилкостерильних ліній ЧС Ів.24869 (61,5 ГДж/га) та ЧС Ів.2484 (58,4 ГДж/га). Їх ефекти ЗКЗ були достовірно позитивними і становили відповідно 6,7 та 4,0 ГДж/га (рис. 1).

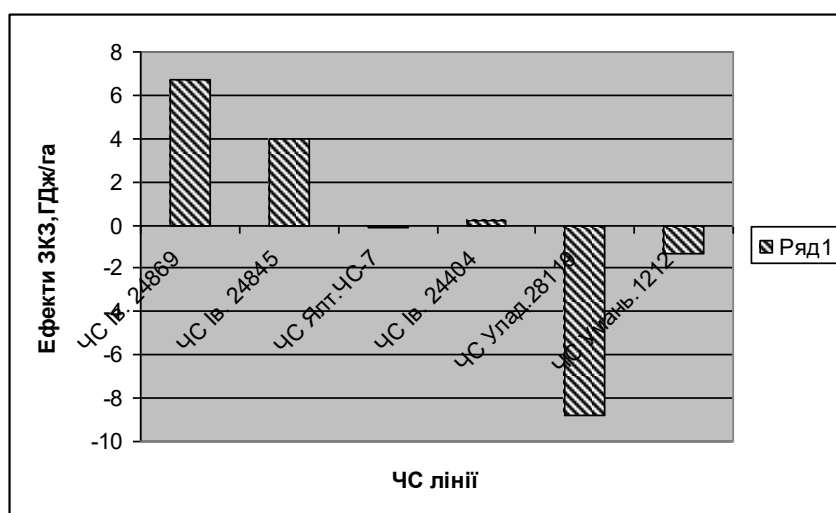


Рис. 1 Ефекти ЗКЗ за ознакою «вихід енергії» пилкостерильних ліній цукрових буряків – компонентів цукрово-кормових ЧС гібридів

На основі вивчення базисної продуктивності зразків кормових буряків виділено 4 зразка з виходом енергії, що перевищує 80,0 ГДж/га. Це гібридні зразки

к 13 х 14 (85,0 ГДж/га), к 41 х 42 (87,8 ГДж/га), а також сорти Галицький (82,3 ГДж/га) та Львівський жовтий (80,8 ГДж/га).

За оцінкою комбінаційної здатності запилювачів кормових буряків було виділено 10 із 23 зразків, у яких ефекти ЗКЗ мали додатний знак. На рис.2 наведено неповну матрицю, тобто кращі номери, тому сума ефектів ЗКЗ не дорівнює нулю. Серед сортів найнижчий позитивний ефект ЗКЗ було відмічено у сорту Лада (0,5 ГДж/га), у той час як сорти Галицький і Львівський жовтий мали високі його значення – відповідно 8,0 та 6,5 ГДж/га.

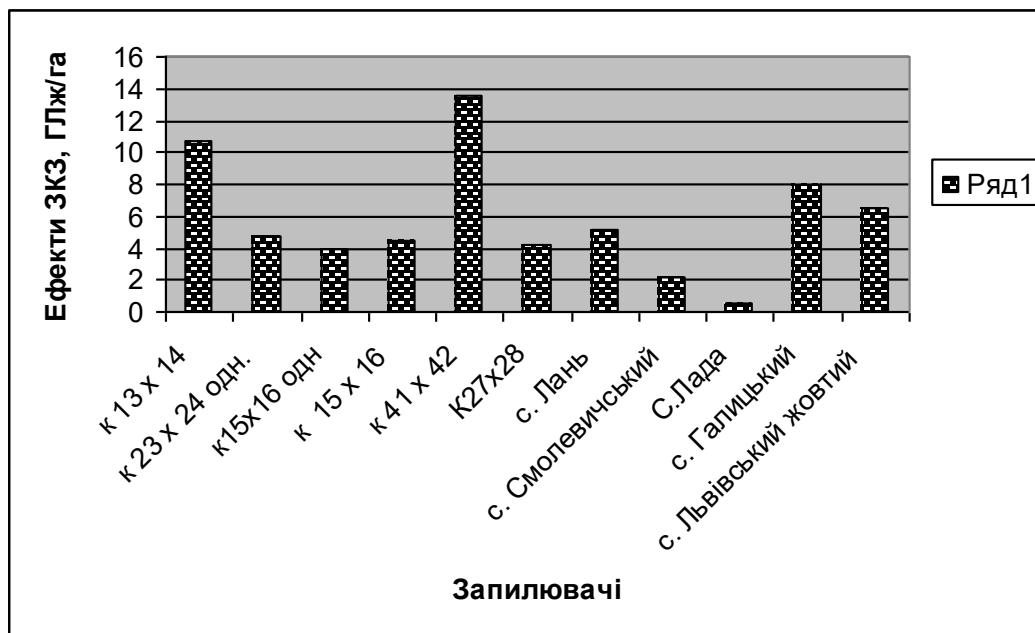


Рис. 2 Ефекти ЗКЗ за ознакою «вихід енергії» кращих запилювачів кормових буряків – компонентів цукрово-кормових ЧС гібридів

Найвищим ефектом ЗКЗ характеризувалися гібридні зразки кормових буряків к 13 / 14 та к 41 / к 42 з високим виходом енергії – відповідно 10,7 та 13,5 ГДж/га. Серед інших кращим форм кормових буряків з високим позитивним ефектом ЗКЗ були запилювачі к23/к24 та сорти Галицький, Львівський жовтий та Лань. Їх доцільно залучати у гібридизацію для створення гібридів для цілей відновлювальної енергетики.

Для визначення генотипової структури мінливості ознаки «вихід енергії». використали дисперсійний аналіз топкроссних гібридів. Як відомо, на прояв ознаки впливають не тільки адитивні ефекти батьківських ліній, але і їх взаємодія (неаддитивна варіанса). У випадку топкроссних цукрово-кормових ЧС гібридів вплив адитивної складової генотипової дисперсії батьківських форм, що інтерпретує показник ЗКЗ, виявився таким – 30% – для кормових буряків,ю і 21% – для тестерів. Неаддитивну взаємодію, в тому числі і епістатичні ефекти, характеризують показники специфічної комбінаційної здатності (СКЗ). Аналіз часток впливу цих компонентів показав, що переважаючою у генотиповій мінливості (49%) результуючої ознаки «вихід енергії» були ефекти взаємодії материнської та батьківської форми (рис. 3). Це свідчить про важливість підбору пар при формуванні цукрово-кормових ЧС гібридів буряків, які будуть використовуватися у біоенергетичних цілях, що дасть високі показники виходу енергії.

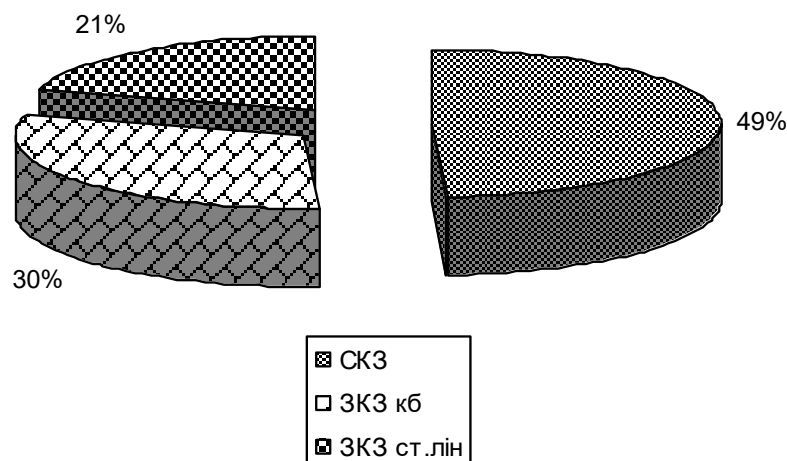


Рис. 3 Структура генотипової мінливості ознаки «вихід енергії» топкросних ЧС гібридів цукрово-кормових буряків

Однак, сумарний вплив цінних адитивних комплексів генів батьківських форм – сортозразків кормових і пилко стерильних зразків цукрових буряків на формування ознаки і ефекти їх взаємодії в конкретному наборі селекційних номерів – компонентів виявилися майже рівноцінними – відповідно 51 та 49% як частки загальної генотипової дисперсії.

Отже, на основі вивчення загальної комбінаційної здатності за результуючою ознакою вихід енергії оцінено 6 материнських компонентів – ЧС ліній цукрових буряків та 23 зразків кормових буряків для створення нових генотипів цукрово-кормових гібридів, придатних для виробництва біопалива. Селекційну перспективу мають комбінаційно-цінні лінії цукрових буряків ЧС Ів.24869 та ЧС Ів.2484 іванівського походження та гібридні зразки кормових буряків к 13 х 14 та к 41 х к 42, а також кращі зразки кормових буряків з високим позитивним ефектом ЗКЗ - запилювачі к23/к24 та сорти Галицький, Львівський жовтий та Лань селекції ІСГКР.

Література

1. Роїк М.В., Ягольник О.Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. *Біоенергетика*, 3 2(6), 2015. С. 4–5.
2. Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов. *Сельскохозяйственная биология*, 2012. № 5. С. 3–19
3. Роїк М.В., Корнєєва М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції. *Цукрові буряки* № 6. 2015. С.7–9.
4. Ненька О.В., Ненька М.М., Корнєєва М.О. Прогнозування гетерозису гібридів цукрових буряків на основі оцінок комбінаційної здатності компонентів за діалельною та топкросною схемами *Тези доповідей Міжнародної наукової конференції «Гетерозис: Досягнення та проблеми», присвяченої 110-річчю від дня народження Ю.П.Мірюти (18–20 березня 2015 р.)*. Умань: УНУС, 2015. С.78–79.
5. Дубчак О. В., Андрєєва Л.С., Вакуленко П.І., Корнєєва М.О Створення моделі гібридів цукрових буряків нового покоління. *Зб.наук.пр. ІБКіЦБ*. Вип. № 23. 2015. С. 90–96.
6. Методичні рекомендації з технології вирощування енергетичних цукрових буряків. К.: ІБКіЦБ, 2015. 30 с.

МЕТОДИ ІЗОТЕРМІЧНОЇ АМПЛІФІКАЦІЇ ДНК В РОСЛИННИЦТВІ

А.В. Корчмарьов, О.О. Захарова, Н.Е. Волкова

ТОВ «Котекна Україна Лімітед»

Сьогодні існує певна кількість молекулярно-генетичних методів, які успішно використовуються в селекційному процесі сільськогосподарських культур для підвищення ефективності добору необхідних зразків та прискорення строків створення сортів. Зокрема, це маркерний добір за генами/алелями цільових ознак, їх пірамідування в єдиному генотипі, редагування геномів. Велику роль у напряму впровадження молекулярно-генетичних маркерів в сучасну селекцію зіграв винахід К. Малліса щодо ампліфікації ДНК в процесі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Подальший прогрес в розробці молекулярно-генетичних маркерів пов'язаний з методами ізотермічної ампліфікації ДНК.

До методів ізотермічної ампліфікації ДНК відносяться метод ампліфікації з витісненням ланцюга (Strand displacement amplification) (Walker et al., 1992); ампліфікація за принципом «кільця, що котиться» (Rolling circle amplification), яка представляє відтворений *in vitro* механізм реплікації ДНК деяких бактеріофагів (Fire, Xu, 1995); петльова ампліфікація (Loop-mediated isothermal amplification of DNA) (Notomi et al., 2000); хеліказо-залежна ампліфікація (Helicase-dependent isothermal DNA amplification) (Vincent et al., 2004), яка принципово повторює реплікацію в клітині. Але найбільшу популярність набув метод рекомбіназної полімеразної ампліфікації (РПА) (Recombinase polymerase amplification, RPA) (Piepenburg et al., 2006). Завдяки ізотермічності (реакція РПА протікає в діапазоні 37–42 °C) та відсутності втрати часу на переходи від однієї температури до іншої, що притаманне ПЛР, ампліфікація цільових фрагментів з фемтомолярною й навіть аттомолярною чутливістю триває 3–20 хвилин в залежності від протоколу. Метод РПА широко використовується для детекції вірусів та мікроорганізмів людини та тварин.

Щодо використання РПА-технології у рослинництві. Одним з напрямів є детекція (за короткий час та з високою чутливістю) генномодифікованих (ГМ) конструкцій в рослинних зразках. Так, на основі регуляторної послідовності промотора вірусу мозаїки цвітної капусти 35S (CaMV-35S) і термінатора гена нопалінсинтази (*nos*) *Agrobacterium tumefaciens*, які широко використовуються при створенні ГМ культур, розроблено два набори РПА-праймерів та опрацьовано РПА-технологію скринінгу та виявлення ГМ конструкцій в зразках чотирьох основних ГМ культур (кукурудзи, рису, бавовника та сої) (Xu et al., 2014). Також на основі РПА-технології розроблено високочутливу й специфічну систему виявлення ГМ сої Genuity Roundup Ready 2 Yield (RR2Y) у зразках насіння та продемонстровано застосування цього методу як в лабораторії, так і в польових умовах (Chandu et al., 2016).

Іншим напрямом використання РПА-технології є детекція рослинних патогенів. Так, РПА-технологія використана для розробки двох простих і швидких підходів для виявлення збудника фітофтори *Phytophthora* spp.: родоспецифічного аналізу, мультиплексованого з внутрішнім рослинним контролем, та видоспецифічних аналізів для *Phytophthora ramorum* і *P. kernoviae* (Miles et al., 2015). Специфічність оцінювали з використанням ДНК, виділеної з більш ніж 136 таксонів *Phytophthora*, 21 *Pythium* spp., 1 *Phytopyrium* sp. та широкого кола видів рослин. Нижня межа лінійного детектування становила 200–300 фг ДНК у всіх РПА-аналізах патогена.

Також дані підходи валідовано в польових умовах шляхом збору 222 зразків рослин з симптомами захворювання з більш ніж 50 різних агрогосподарств. Опрацьовано РПА-технологію (на основі гена *virD2*) для детекції *Agrobacterium* spp. (Fuller et al., 2017). Раннє та швидке виявлення патогенних агробактерій має ключове значення для боротьби з захворюванням – корончатими галлами тютюну *Nicotiana benthamiana*. Технологія дозволила виявити пг-кількості ДНК збудника. РПА-технологію використано для детекції рослинних патогенів *Botrytis cinerea*, *Pseudomonas syringae*, *Fusarium oxysporum* (Lau et al., 2016). Розроблено мультиплексну систему, що виявляла навіть дві копії ДНК *B. cinerea*. Мультиплексне виявлення трьох патогенів успішно продемонстровано поза лабораторних умов на рослинах *Arabidopsis thaliana* та різних сортах томатів.

Слід відмітити можливість виконувати РПА безпосередньо сирих зразків (в одній пробірці). Так, за РПА-технологією ампліфіковано нуклеїнові кислоти безпосередньо з неочищених зразків, таких як екстракт рослинної тканини, сок, проби ґрунту і води, зразки їжі (яйця і куряче м'ясо) (Li et al., 2018).

Отже, ефективні стратегії боротьби з хворобами для запобігання катастрофічних втрат врожаю вимагають швидких, чутливих і мультиплексних методів виявлення збудників для своєчасного прийняття рішень. Законодавства країн Європейського Союзу та інших вимагають визначення та маркування наявності ГМ конструкцій. Для вирішення цих потреб доцільно впроваджувати РПА-технологію – швидкий, високоспецифічний і чутливий метод. Тривалість аналізу значно скорочується (результати можуть бути отримані за 15 хв), процедура – спрощується. Перевагами цієї технології також є простота підготовки зразків (не вимагають екстракції ДНК), використання мінімального обладнання (менш дороге та портативне обладнання, ніж при аналізуванні на основі ПЛР), можливість виконання в польових умовах.

Література

1. Chandu, D., Paul, S., Parker, M., Dudin, Y., KingSitzes, J., Perez, T.,..., Piepenburg, O. (2016). Development of a rapid point-of-use DNA test for the screening of Genuity® Roundup Ready 2 Yield® soybean in seed samples. *Biomed. Res. Int.* 2016, 3145921. doi: 10.1155/2016/3145921.
2. Fire, A. & Xu, S. (1995). Rolling replication of short DNA circles. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 92(10), 4641–4645.
3. Fuller, S., Savory, E., Weisberg, A., Buser, J., Gordon, M., Putnam, M. & Chang, J. (2017). Isothermal amplification and lateral-flow assay for detecting crown-gall-causing *Agrobacterium* spp. *Phytopathology.* 107, 1062–1068. doi: 10.1094/PHYTO-04-17-0144-R.
4. Lau, H., Wang, Y., Wee, E., Botella J. & Trau, M. (2016). Field demonstration of a multiplexed point-of-care diagnostic platform for plant pathogens. *Anal. Chem.* 88, 8074–8081. doi: 10.1021/acs.analchem.6b01551.
5. Li, J., Macdonald, J. & von Stetten, F. (2018). Review: a comprehensive summary of a decade development of the recombinase polymerase amplification. *Analyst.* 144(1), 31–67. doi: 10.1039/c8an01621f.
6. Lobato, I. & O'Sullivan, C. (2018). Recombinase polymerase amplification: Basics, applications and recent advances. *Trends Analyt. Chem.* 98, 19–35. doi: 10.1016/j.trac.2017.10.015.
7. Miles, T., Martin, F. & Coffey, M. (2015). Development of rapid isothermal amplification assays for detection of *Phytophthora* spp. in plant tissue. *Phytopathology.* 105(2), 265–278. doi: 10.1094/PHYTO-05-14-0134-R.

8. Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N. & Hase, T. (2000). Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res.* 28(12), E63.
9. Piepenburg, O., Williams, C., Stemple, D. & Armes, N. (2006). DNA detection using recombination proteins. *PLoS Biol.* 4, e204. doi.org/10.1371/journal.pbio.0040204.
10. Vincent, M., Xu, Y. & Kong, H. (2004). Helicase-dependent isothermal DNA amplification. *EMBO Rep.* 5(8), 795–800. doi: 10.1038/sj.embor.7400200.
11. Walker, G., Fraiser, M., Schram, J., Little, M., Nadeau, J. & Malinowski, D. (1992). Strand displacement amplification – an isothermal, *in vitro* DNA amplification technique. *Nucleic Acids Res.* 20(7), 1691–1696.
12. Xu, C., Li, L., Jin, W. & Wan, Y. (2014). Recombinase polymerase amplification (RPA) of CaMV-35S promoter and nos terminator for rapid detection of genetically modified crops. *Int. J. Mol. Sci.* 15, 18197–18205. doi: 10.3390/ijms151018197.

ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ФУНДУКА (*CORYLUS DOMESTICA* KOS. ET OPAL.) КОЛЕКЦІЇ НДП «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ

І.С. Косенко, А.І. Опалко, О.А. Балабак

*Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань
e-mail: ndp.sofievka@gmail.com; opalko_a@ukr.net; o.a.balabak@ukr.net*

Горіхи культивованих форм ліщини (*Corylus* spp.), що вирощуються під назвою фундук (*C. domestica* Kos. et Opal.) на світовому ринку нині займають почесне друге місце, поступаючись лише мигдалю (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.). Стабільний попит на горіхи фундука зумовлює підвищений інтерес щодо розвитку фундукарства, що проявляється у тенденції щорічного зростання площ під цією цінною горіхоплідною культурою, які у 2017 р. за даними ФАО перевищили 670 тис. га (Hazelnuts ..., 2017). Однак показники виробництва горіхів залишаються досить нестабільними, з коливаннями валового збору від 708,5 тис. тон у 2014 р. до 1 млн. 6,2 тис. тон у 2017 р. (рис. 1).

При цьому лідерство на світовому ринку фундука дотепер зберігає Туреччина, частка якої у цій кількості становить 70–75% зі щорічним виробництвом 450–800 тис. тонн нелущених горіхів. З показником 100–130 тис. тонн друге місце стабільно посідає Італія, а США й Азербайджан поділяють третє й четверте місця із середньорічними показниками 20–35 тис. тонн (Косенко и др., 2017; Hazelnuts ..., 2017).

Серед країн-імпортерів найбільше горіхів закупають Італія, Німеччина, Франція, Росія, Швейцарія, Бельгія, Канада, Польща Нідерланди й Австрія, а також країни Скандинавії. Бельгійські імпортери переважну кількість закуплених горіхів переробляють у різні кондитерські вироби, які продаються не лише у Бельгії, а й у третіх країнах. Дуже велику кількість лущених горіхів закуповує італійська транснаціональна корпорація Ferrero SpA, що спеціалізується на шоколаді та різних кондитерських výroбах. На її фабриках у Німеччині, Франції, Бельгії, Нідерландах, Швейцарії, США, Британії та інших країнах світу виробляють горіхово-шоколадний крем-пасту Нутеллу, а також цукерки у великому асортименті, кокосово-кремові солодоші, шоколад тощо (Ciemniewska-Żytkiewicz et al., 2015). Починаючи з 2003 р. продукція Ferrero SpA все більше закріплюється на українському ринку (Белова та ін., 2014).

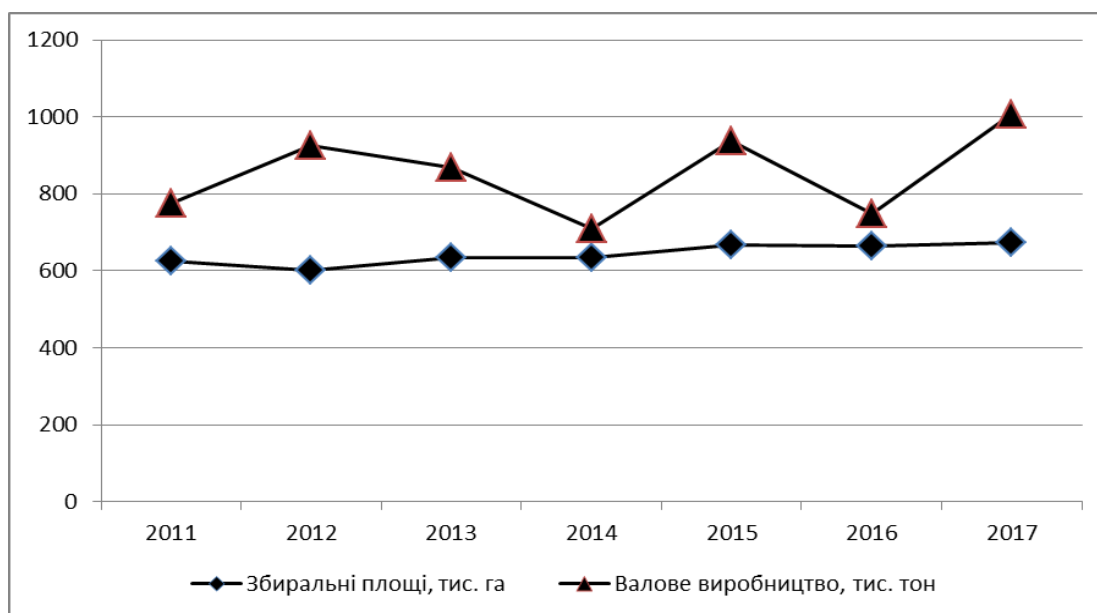


Рис. 1 Збиральні площі та валове виробництво нелущених горіхів фундука у світі у 2011–2017 рр. (за даними ФАО; Hazelnuts ..., 2017)

Нині в Україні збирають лише по 10–20 тонн горіхів фундука на рік, що у п'ять–сім разів менше, ніж було у 1995–98 рр. Тож власним урожаєм внутрішній попит, котрий через хибні традиції харчування у 70 разів менший від рекомендованої норми, забезпечується лише на 12–15%, що зумовлює потребу в імпорті зі зрозумілим подорожчанням, як самих горіхів, так і продуктів їхньої переробки (Косенко и др., 2017). Після різкого зменшення кількості фундукових насаджень, площі під якими впродовж 1999–2006 рр. досягли свого мінімуму у 2006 р., намітилась тенденція їх повільного зростання, однак при недостатньому виробництві горіхів фундука (рис. 2).

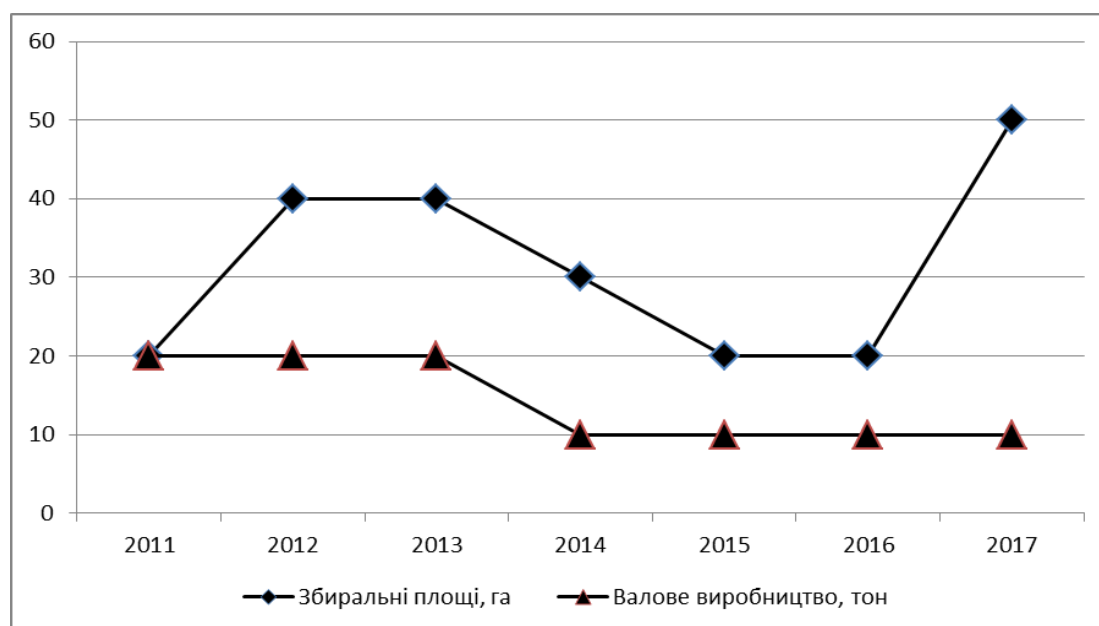


Рис. 2 Збиральні площі та валове виробництво нелущених горіхів фундука в Україні у 2011–2017 рр. (за даними ФАО; Hazelnuts ..., 2017)

Аналіз динаміки загальної культури харчування населення України засвідчує перспективи наближення середньорічного споживання плодів горіхів до

рекомендованих дієтологами 3,6 кг на одну особу. Для досягнення цього необхідно до 2025 р. наростити виробництво горіхів фундука до 12 тис. тонн на рік. Наразі вітчизняне виробництво разом із імпортованими горіхами не забезпечує навіть 25–30% цієї кількості (Сатіна та ін., 2011). Це зумовлює потребу розвитку фундукарства і необхідність удосконалення сортименту, насамперед його поповнення вітчизняними сортами.

Умови підсоння всіх агро-кліматичних регіонів України цілком задовільні щодо забезпечення потреб фундука у температурному режимі і тривалості фотоперіоду (Балабак & Балабак, 2017; Кульбіда та ін., 2013). Решта проблем, що гальмують розвиток фундукокультури в Україні може бути розв’язана організаційно-агротехнічними заходами, насамперед створенням сучасної переробної галузі, та впровадженням нових вітчизняних сортів, що поєднують високу адаптивність з продуктивністю та відповідною якістю горіхів (Kosenko, 2015; Kosenko et al., 2017; Molnar, 2011; Косенко и др., 2017).

Усвідомлення необхідності не лише ефективного використання існуючого сортименту фундука, а й потреби створення нових вітчизняних сортів спонукало до проведення наших досліджень. З цією метою у ланках колекційного й гібридного саду та саду первинного сортовивчення за загальноновживаними методиками вивчали врожайність 165 сорто-зразків фундука як власної селекції, так і отриманих з інших наукових установ України і світу, а також видів ліщини. П’ять кращих сортів були оцінені в екологічних випробуваннях, проведених у семи господарствах різних регіонів України.

У колекційному саду найбільшими показниками середньої врожайності протягом перших трьох років після вступу у пору плодоношення характеризувались рослини сорту Дохідний з показником 448,0 кг/га. Значно меншою була врожайність сортів Урожайний-80 (126,0 кг/га) і Грандіозний (127,7 кг/га). Решта вивчених сортів фундука в середньому формували від 184,8 до 381,7 кг/га горіхів. Зокрема сорти Караманівський, Болградська новинка, Дар Павленка, Шедевр, Степовий, Зоринський, Фундук-85, Зюйдівський і Дохідний, що характеризувались більш раннім початком плодоношення, показали значний ріст врожайності, зокрема з 53,2–179,2 кг/га до 355,6–809,2 кг/га або в 1,7–4,5 рази, тоді як сорти Урожайний-80, Грандіозний, Корончатий, Морозівський і Лозівський урожайний вступали в товарне плодоношення пізніше, їх врожайність у 2012 р. (перший рік оцінювання) становила лише 5,6–19,6 кг/га, що в 9,1–32,0 рази менше порівняно з кращим за врожайністю сортом Дохідний.

У ланках гібридного саду, де вивчалось отримане нами насінне потомство від схрещування найбільш продуктивних в умовах України вітчизняних та інтродукованих сортів з представниками *C. chinensis* Franch. та *C. avellana* ‘Fuscorubra’ було виділено ряд перспективних сіянців для створення нових сортів, зокрема Софіївський 1 (Україна-50×*C. avellana* ‘Fuscorubra’), Софіївський 2 (Дар Павленка×*C. avellana* ‘Fuscorubra’), Софіївський 3 (Черкеський-2×*C. chinensis*) та Софіївський 15 (Гарібальді×*C. chinensis*).

У саду первинного сортовивчення досліджені впродовж 2013–2018 рр. вищезгадані нові сорти підтвердили свої переваги за комплексом господарче-цінних ознак, підвищеною в порівнянні з турецькими і азербайджанськими сортами зимостійкістю і посухостійкістю, відсутністю періодичності плодоношення, а також технологічно-привабливою для виробників цукерок і шоколаду кулястою або майже кулястою формою плодів.

Окрім того, кращі сортозразки колекції НДП «Софіївка» НАН України характеризувались стрімким нарощуванням врожайності (табл. 1).

Врожайність горіхів сортів фундука в саду первинного сортовивчення, т/га

Сорт	Рік урожаю						Середнє
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Урожайний-80	0,18	0,27	0,51	0,96	1,43	1,69	0,84
Грандіозний	0,11	0,25	0,39	0,91	1,34	1,59	0,76
Корончатий	0,08	0,46	0,87	1,42	2,29	2,42	1,25
Караманівський	0,17	0,35	0,68	1,19	1,66	1,84	0,98
Морозівський	0,11	0,46	0,90	1,53	2,41	2,58	1,33
Лозівський урожайний	0,09	0,51	0,85	1,34	2,13	2,33	1,20
Болградська новинка	0,22	0,39	0,75	1,22	1,78	2,03	1,06
Дар Павленка	0,22	0,38	0,72	1,24	1,79	2,08	1,07
Шедевр	0,26	0,45	1,03	1,65	2,41	2,56	1,39
Степовий	0,26	0,47	0,99	1,54	2,43	2,59	1,38
Зоринський	0,25	0,51	0,98	1,59	2,35	2,42	1,34
Фундук-85	0,33	0,45	0,98	1,57	2,34	2,49	1,36
Зюйдівський	0,39	0,63	1,04	1,71	2,42	2,57	1,46
Дохідний	0,35	0,81	1,25	1,81	2,53	2,61	1,56
Софіївський 1	0,25	0,47	0,97	1,58	2,44	2,58	1,38
Софіївський 2	0,18	0,46	0,91	1,42	2,11	2,23	1,21
Софіївський 3	0,12	0,35	0,87	1,21	2,09	2,21	1,14
Софіївський 15	0,27	0,46	1,09	1,68	2,53	2,61	1,44
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>	<i>0,09</i>	<i>0,10</i>	

Так врожайність сорту Морозівський за шість років від початку плодоношення збільшилась у 12,1 разів, сортів Зоринський, Степовий і Шедевр – у 5,3–5,4, Дохідний, Зюйдівський і Фундук-85 – у 3,7–4,5, нові сорти Софіївський 1 та Софіївський 15 – у 5,5 і 5,3, а Софіївський 2 і Софіївський 3 – у 6,7 і 9,5 разів відповідно, що дає підстави для впровадження нових сортів у виробництво, а також залучення їх у подальшу селекцію.

З огляду на одержані результати найбільш перспективний з-поміж нових сортів Софіївський 15 було включено у програму екологічних виробничих випробувань для порівняння з кращими вітчизняними і зарубіжними сортами фундука (табл. 2).

З'ясувалось, що у досить різні за метеорологічними показниками роки у більшості господарств, розташованих у різних за ґрунтово-кліматичними умовами регіонах України новий сорт фундука Софіївський 15 перевищив за врожайністю контрольний сорт Дар Павленка з близькими показниками до сорту Шедевр. Інтродуковані з кавказького регіону сорти Футкурамі та Черкеський-2 поступились за середньою врожайністю горіхів контрольному сорту Дар Павленка, а також вітчизняним сортам Софіївський 15 і Шедевр у саду Дослідно-селекційного дендрологічного лісового центру «Веселі Боковеньки» (с. Веселі Боковеньки, Долинського р-ну, Кіровоградської обл.); фермерському господарстві Миколи Громяка «Трояндова республіка» (с. Кірове, Комінтернівського р-ну, Одеської обл.); ТОВ «Інвест основа» (с. Шпанів, Рівненського р-ну, Рівненської обл.); розсаднику фундука Анатолія Космидайла (с. Велика Севаст'янівка, Христинівського р-ну, Черкаської обл.) та Державному дендрологічному парку «Тростянець» НАН України (с. Тростянець, Ічнянського р-ну, Чернігівської обл.).

2. Врожайність горіхів сортів фундука у виробничому сортовивченні (2013–2018 рр.)*, т/га

Місце випробування	Сорт				
	Дар Павленка	Шедевр	Софіївський 15	Футкурамі	Черкеський-2
с. Ескі-Сарай, АР Крим	1,04	1,37	1,42	1,12	1,14
м. Ужгород, Закарпатської обл.	1,05	1,29	1,25	1,01	1,03
с. Веселі Боковеньки, Кіровоградської обл.	0,95	1,15	1,19	0,59	0,61
с. Кірове Одеської обл.	1,05	1,29	1,22	0,81	0,85
с. Шпанів, Рівненської обл.	0,97	1,19	1,28	0,63	0,56
с. Велика Севастьянівка, Черкаської обл.	1,03	1,35	1,37	0,72	0,58
с. Тростянець, Чернігівської обл.	0,62	0,85	0,92	0,51	0,47

Примітка: * – 2010 рік садіння

Натомість у фермерському господарстві Ганієва Нарімана (с. Ескі-Сарай, Сімферопольського р-ну, АР Крим) та фермерському господарстві Володимира Ісаака (м. Ужгород, Закарпатської обл.) урожайність сортів Футкурамі та Черкеський-2 була близькою у Закарпатській обл. і дещо вищою в Криму, ніж урожайність контрольного сорту Дар Павленка, однак в обох пунктах випробування була нижчою, ніж показники сортів Софіївський 15 і Шедевр. Цей феномен зменшення у згаданих господарствах різниці між урожайністю вітчизняних і інтродукованих з кавказького регіону сортів можна пояснювати м'якшим кліматом Закарпатської обл. і Криму, що має схожі до кавказьких параметри.

На підставі проведених станційних і екологічних випробувань вітчизняних і інтродукованих сорто-зразків фундука створений в НДП «Софіївка новий сорт Софіївський 15, що характеризується кулястими плодами, підвищеною зимостійкістю і посухостійкістю, відсутністю періодичності плодоношення, а також високою якістю жирно-кислотного складу олії у поєднанні з високою продуктивністю й скороплідністю, підготовлено до подання до Українського інституту експертизи сортів рослин для державної науково-технічної експертизи з метою реєстрації і поширення в садівництві України.

Література

1. Балабак, О. А., & Балабак, А. В. (2017). Оцінка зимо і морозостійкості сортів та форм фундука (*Corylus domestica* Kosenko et Ораїко). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. № 1. С. 112–115.].
2. Белова, Т. Г., Черкасова, В. В., & Розумей, С. Б. (2014). Використання сучасних концепцій управління маркетингом в діяльності ТОВ «Ферреро-Україна». *Регіональна економіка та управління*. № 1. С. 26–28.

3. Косенко, И. С., Опалко, А. И., & Балабак, А. А. (2017). Значение генетической коллекции орешника (*Corylus* spp.) НДП «Софиевка» для отечественной селекции фундука. *Успехи современной науки*. Т. 2, № 9. С. 151–158.
4. Кульбіда, М. І., Єлістратова, Л. О., & Барабаш, М. Б. (2013). Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. № 35. С. 118–130.
5. Сатіна Г. М., Олещенко Ф. Г., Кошлакова Н. М., Косенко І. С., Опалко А. І., Балабак О. А., Тарасенко Г. А... & Трикоз Н.М. (2011). *Наукові основи та складові Галузевої програми розвитку горіхівництва в Україні*. К.: Логос. 100 с.
6. Cierniewska-Żytkiewicz H., Verardo V., Pasini F., Bryś J., Koczón P., & Caboni M. F. (2015). Determination of lipid and phenolic fraction in two hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars grown in Poland. *Food chemistry*. Vol. 168. P. 615–622.
7. Hazelnuts, with shell (2017). *FAOSTAT Domains Production/Crops: Average*. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Accessed 28 February 2019).
8. Kosenko I. S. (2015) Genetic Resources of the Genus *Corylus* L. in the National Dendrological Park “Sofiyivka” of NAS of Ukraine. *Ecological Consequences of Increasing Crop Productivity: Plant Breeding and Biotic Diversity* [Eds. Anatoly I. Opalko et al.]. Toronto; New Jersey: Apple Academic Press. Ch. 16. P. 155–166.
9. Kosenko I. S., Opalko A. I., Balabak O. A., Opalko O. A., Balabak A. V. (2017 b). Hazelnut breeding in the National Dendrological Park “Sofiyivka” of the NAS of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*. Vol. 13, № 3. P. 245–251.
10. Molnar, T.J. (2011) *Corylus*. Wild crop relatives: genomic and breeding resources. *Forest trees*. [Ed.: Chittaranjan Kole]. Berlin; Heidelberg: Springer, 2011. Ch. 2. P. 15–48.

ВИВЧЕННЯ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗА ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

С.П. Коцюба

Уманський національний університет садівництва, м. Умань
e-mail: bbkots@icloud.com

Підвищення врожайності кукурудзи є важливим критерієм оцінювання при її вирощуванні. Належна увага при цьому приділяється добору генотипів. Здатність генотипу формувати врожай визначається його генетичним потенціалом, що є провідним фактором урожайності (Юрку та ін., 2006; Климова, 2006).

Аналіз результаті досліджень вказує, що величина врожаю залежить, як від умов року так і вегетаційного періоду, і має значні коливання для окремих генотипів.

У групі ранньостиглих ліній щороку перше місце за врожайністю займала лінія Б 260 (3,21–4,48 т/га), що забезпечило середнє за роки досліджень 3,81 т/га.

Хоча за середньорічними показниками лінії F 7 та ЧК 73 були близькими з урожайністю 3,03 і 2,89 т/га відповідно, перевагу слід віддати лінії F 7 яка щороку істотно перевищувала лінію ЧК 73 за врожайністю крім посушливого 2016 року коли лінія F 7 несуттєво на 0,26 т/га поступилася лінії ЧК 73 при НІР_{0,95} за фактором А (генотипи) – 0,35 т/га, тобто різниця була в межах точності дослідіду.

У групі середньоранніх у середньому за роки досліджень перше місце за

врожайністю – 4,96 т/га, зайняла лінія Ум 333. При цьому у 2016 і 2018 роках вона була найкращою в досліді, 2017 рік на другому місці за врожайністю з показником 5,08 т/га.

Високий рівень урожайності, в середньому за три роки, показала лінія Ум 331 (3,36–5,57 т/га). Вона посіла друге місце у загальному рейтингу.

Аналізуючи отримані дані слід зауважити, що врожайність конкретної інбредної лінії не може бути головним критерієм її цінності, тому що, маловрожайні зразки за умови високої комбінаційної здатності в комбінаціях при схрещуванні можуть давати більш високопродуктивні гібриди (Муляр 2005; Дзюбецький, Черчель, Антонюк 2001).

Переваги кращих ліній підтверджуються результатами математичної обробки. При $НІР_{0,95}$ за фактором А (генотипи) – 0,35 т/га у 2016 році вивчені лінії можна розділити на п'ять кластерів. До кластеру найбільш врожайних віднесено лінії Ум 333 та Ур 32. У наступні роки Ум 333 загалом підтвердила свої позиції, а Ур 32 у 2018 році дала істотно менший врожай, ніж лінії Ум 331, ВІР 44 та F 115. 2017 рік був досить вдалим для реалізації продуктивного потенціалу інбредних ліній кукурудзи, 10 з 15 мали урожайність більше чотирьох т/га. Лінії Ум 324, Ум 333, Р 346, Б 260 та МАН 053 у 2018 році зберігали свою здатність давати високі врожаї.

$НІР_{0,95}$ за фактором В (середовище) – 0,18 характеризує умови року за рівнями сприятливості для прояву врожайних потенцій, а також дає можливість оцінити відхилення у врожайності вивчених генотипів за роками досліджень, що дає можливість прослідкувати їх стабільність. Лінії Ум 333 та Ум 331, які мали досить високі показники урожайності, хоча істотно різнились за роками випробувань можна вважати кращими.

За роками досліджень найвища врожайність в середньому за всіма вивченими генотипами була у 2018 році. Лише одна лінія F 7 у 2018 році з урожайністю зерна не перевищила рівень 2,5 т/га.

Зважаючи, що $НІР_{0,95}$ взаємодії факторів А (генотипи) і В (середовища) дорівнює 0,71 т/га можна, дійти висновку що всі вивчені в досліді лінії мали достатній для використання в діалельних схемах рівень врожайності.

Отже відібрані нами лінії можуть бути успішно використані у селекції на продуктивність, та відповідають вимогам насінництва щодо компонентів гетерозисних гібридів (Савченко, Ковальчук, Поліщук 2006).

Література

1. Юрку А.И., Юрку-Страйстарь Е.М., Пожого В.Н. (2006). Методические аспекты оценки кукурузы на продуктивность, как на функцию устойчивости растений к стрессовым факторам окружающей среды. Кукуруза и сорго. № 1. С. 16–24.
2. Климова О.Е. (2006). Генетическая ценность самоопыленных линий сахарной кукурузы по продуктивности и ее элементам. Кукуруза и сорго. № 4. С. 20–24.
3. Муляр М.М. (2005). Шляхи підвищення врожайності кукурудзи на ділянках гібридизації. Вісн. Полтав. аграр. акад. № 4. С. 36–38.
4. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Антонюк С.П. (2001). Селекція кукурудзи. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. К.: Логос, Т. 2. 636 с.
5. Савченко С.П., Ковальчук І.В., Поліщук В.В. (2006). Випробування інбредних ліній кукурудзи за основними господарсько-цінними ознаками. Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань: УДАУ, С. 26

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ У ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ

С.П. Коцюба

*Уманський національний університет садівництва, м. Умань
e-mail: bbkots@icloud.com*

Кореляційний аналіз найважливіших ознак інбредних ліній кукурудзи дає можливість визначити величину зв'язку між ними, його спрямованість і мінливість, зумовлені родоводом і залежністю цих зв'язків від умов зовнішнього середовища (Овсяннікова, 2000).

При підборі батьківських пар для схрещування необхідно вивчати кореляційний зв'язок основних показників всіх генотипів, що дасть можливість об'єднати корисні ознаки різних інбредних ліній та на їх основі отримати нові гетерозисні гібриди (Алексеева, Малина, Вильчинская, 2002). Необхідність поєднання таких важливих ознак у гібридів як скоростиглість і продуктивність, висоти рослин та стійкості до вилягання і ламкомкості стебла, істотно ускладнює вирішення поставлених завдань (Філіпов, Вишневский, Максимова, Кофанова, Романенко, 2001).

Використання в селекційному процесі коефіцієнта кореляції ефективно, якщо між ознаками існує близька до прямолінійної залежність або величина коефіцієнта кореляції досить велика (Забірова, 1987).

Задачею наших досліджень з інбредними лініями було виявлення рівня коефіцієнтів кореляції між урожайністю та головними ознаками, які використовують при аналізуванні структури врожаю, а також показниками вилягання та ламкості стебла.

За В.О. Єщенком зі співавторами (Єщенко, Копитко, Опришко, Костоґриз, 2005) кореляція вважається повною при коефіцієнті кореляції рівному 1.0 ($r=1.0$). За $r=0,66-0,99$ сильна; $r=0,33-0,66$ середня, а менше 0,33 слабка.

За результатами вивчення особливостей прояву основних господарсько-цінних ознак і визначення коефіцієнта кореляції між ними встановлено, що коефіцієнт кореляції між урожайністю та окремими елементами структури врожаю у інбредних ліній є позитивним і знаходиться на рівні від слабого до сильного у різні роки і за різними ознаками ($r=0,26-0,78$).

З наведених даних видно, що з урожайністю найтісніше пов'язана маса качана інбредних ліній кукурудзи. За три роки випробувань вона була на рівні $r=0,61-0,78$. Дещо нижчий, але також позитивний та мало змінний за роками, зв'язок ($r=0,51-0,55$) виявлено між урожайністю і довжиною качана. Довжина качана з кількістю зерен в ряду в 2017–2018 рр. пов'язана сильним позитивним зв'язком ($r=0,82-0,91$), та середнім ($r=0,57$) – у 2016 році.

Отримані нами експериментальні дані вказують на те, що для кількості рядів зерен у інбредних ліній та їх урожайності характерний середній, дещо змінний за роками випробувань зв'язок з коефіцієнтами кореляції від $r=0,35$ у 2018 році до $r=0,54$ у 2016 році.

Одним з важливих компонентів кількості врожаю вважається маса 1000 зерен. Проведені дослідження вказують на наявність позитивного, але недостовірного на 95-ти відсотковому рівні кореляційного зв'язку, який у 2016–2017 рр. досягав середнього ($r=0,36-0,38$) а в 2018 році низького але близького до середнього рівня ($r=0,26$).

Середні по роках значення коефіцієнту кореляції свідчать про найбільшу залежність врожайності інбредних ліній кукурудзи від середньої маси одного качана його середньої довжини та середнього діаметру.

Нами також проаналізовано інбредні лінії, які вважались кращими за ознаками вилягання та ламкості стебла, а також визначено силу взаємозв'язку цих ознак з окремими господарсько-цінними ознаками за допомогою коефіцієнтів кореляції.

Встановлені зв'язки у більшості випадків можна розглядати лише на рівні тенденцій. Очевидно, що на даних аналізу відносно невеликої вибірки, до того ж апріорі відібраної за найбільшою стійкістю проти вилягання та ламкості стебла не слід очікувати достовірних кореляцій вилягання з непрямыми ознаками, що впливають на стійкість проти вилягання.

Достовірна залежність з окремими ознаками спостерігалась тільки у 2017 і 2018 роках. Вилягання інбредних ліній кукурудзи знаходиться у негативній і недостовірній на 95-ти відсотковому рівні залежності від урожайності зерна, за виключенням низьковрожайного 2016 року, коли коефіцієнт кореляції досяг $r=-0,47$. Це означає що збільшення врожайності не може бути причиною вилягання, якщо умови росту і розвитку інбредних ліній кукурудзи задовільні.

Тільки показник ламкості стебла мав позитивний зв'язок з виляганням рослин щороку. Однак найбільші показники коефіцієнта кореляції встановлено у 2017 році, коли спостерігалась найвища середня врожайність а коефіцієнт кореляції досягнув $r=0,73$. Цього ж року встановлено найбільшу середню висоту рослин і найбільші пошкодження кукурудзяним метеликом, що вплинуло на показник коефіцієнта кореляції $r=0,47$.

Саме за даними 2017 року можна отримати більш достовірну інформацію про взаємозв'язки між виляганням та пошкодженням кукурудзяним метеликом і ламкістю стебла.

Отже, для інбредних ліній кукурудзи взаємозв'язок між виляганням та ламкістю стебла і пошкодженням кукурудзяним метеликом здебільшого відсутній або слабкий (Поліщук, Ковальчук, Савченко, 2007; Савченко, Поліщук, Опалко, Рябовол, 2007; Савченко, Поліщук, Опалко, Рябовол, 2004). Проте, слід зазначити, що коефіцієнт кореляції у 2017 році для ознаки ламкості стебла складав $r=0,73$, а для пошкодження кукурудзяним метеликом $r=0,47$, для даних ознак характерним є зміна сили і напрямку зв'язку залежно від умов року. Ці дані можна підтвердити відсотком зламаних та пошкоджених рослин в даному році.

Література

1. Овсяннікова Н.С. (2000). Взаємозв'язки між продуктивністю і елементами її структури у ліній кукурудзи з різною генетичною основою. Селекція і насінництво. Харків: ІР ім. Юр'єва,. Вип. 84. С.72–76.
2. Алексеева Е.С., Малина М.М., Вильчинская Л.А. (2002). Изучение наследуемости некоторых признаков F_1 для использования метода гибридизации в селекции гречихи. Зб. науч. тр. Междунар. конф. Каменец-Подольский: Абетка. С. 81–94.
3. Філіпов Г.А., Вишневский М.В., Максимова Л.О., Кофанова О.М., Романенко С.В. (2001). Діагностика та добір селекційного матеріалу кукурудзи на стійкість за фізіологічними ознаками. Бюлетень. № 15–16. С. 32–36.
4. Забирова Э.Р. (1987). Корреляция родителей – потомок в линиях и гибридах кукурузы. Краснодар. С. 73–79.
5. В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз (2005). Основи наукових досліджень: Підручник. К.: Дія. 288 с.

6. Савченко С.П. (2007). Ефективність використання різних критеріїв оцінювання скоростиглості інбредних ліній кукурудзи в умовах Лісостепу. Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: Зб. наук. пр. Укр. т-ва генет. і селекц. ім. М.І. Вавилова; Редкол. Кунах В. А. (голов. ред.) та ін. К.: Логос. Т. 2. С. 387–390.
7. Поліщук В.В., Ковальчук І.В., Савченко С.П. (2007). Кореляційні зв'язки між окремими господарсько-цінними ознаками у інбредних ліній кукурудзи. Сучасні інтенсивні сорти і сортові технології у виробництво. Умань: Уманський державний аграрний університет. С. 48 – 50.
8. Савченко С.П., Поліщук В.В., Опалко А.І., Рябовол Л.О. (2004). Використання кореляції в селекції інбредних ліній кукурудзи. Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань. Вип. 58. С.32 – 36.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.С. Кравченко, Д.Р. Любченко

Уманський національний університет садівництва

Розробка сучасних систем удобрення пшениці передбачає максимально повне задоволення потреб рослин в елементах мінерального живлення. Водночас вирішення даного завдання лише за рахунок внесення дорогих мінеральних добрив у багатьох випадках знижує конкурентоспроможність виробництва зерна твердих сортів пшениці. Останніми роками створені й промислово випускаються мікробіологічні препарати на основі окремих ґрунтових бактерій, здатних істотно поліпшити забезпеченість культурних рослин макроелементами.

У системі заходів, спрямованих на вирощування й виробництво пшениці ярої, важливе місце має застосування хімічних і біологічних засобів у технологіях вирощування, оскільки вони сприяють значному підвищенню її продуктивності. Свого часу були розроблені й застосовуються різні способи підвищення ефективності технологій вирощування пшениці. Окремі з них втратили свою значимість або не відповідають сучасним науково обґрунтованим вимогам, не забезпечують потрібну урожайність та якість продукції. В зв'язку з цим необхідно провести комплексне вивчення та аналіз застосування мікробіологічних біопрепаратів у залежності від фону мінерального живлення в технологіях вирощування, встановити їх ефективність із метою підвищення якості зерна, визначити напрями й перспективи розвитку як наукових досліджень, так і практичного застосування їх у виробництві.

Для збільшення врожайності та поліпшення якості зерна потрібне максимальне використання біоенергетичного потенціалу ґрунту, агроекологічних умов і генетичних властивостей сортів. На фізіологічні процеси формування врожаю впливають фактори, що не підлягають регулюванню (сонячна радіація, температура повітря, опади тощо), а також ті, що регулюються (сорт, обробіток ґрунту, норми висіву насіння, строки сівби, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників, регулятори росту, зрошення, збирання врожаю тощо). Найбільша продуктивність і найкраща якість зерна досягаються за оптимального співвідношення вказаних факторів на всіх етапах росту й розвитку рослин. Враховуючи засоби, які позитивно або негативно впливають на врожайність, можна суттєво зменшити негативну дію метеорологічних умов і цілеспрямовано

використовувати елементи технології вирощування, які можна контролювати.

Що стосується мінеральних добрив, то збільшення висоти рослин пшениці максимальним було при внесенні $N_{45}P_{45}K_{30}$ (на 9,9%). Отже, біопрепарати мають значно більшу дію на висоту рослин пшениці ярої твердої, ніж мінеральні добрива. Результати досліджень довели позитивний вплив біопрепаратів і мінеральних добрив на урожайність і його структуру. Встановлено, що більш суттєвий вплив на урожайність зерна здійснювала інокуляція насіння біопрепаратами, ніж мінеральні добрива. Застосування мінеральних добрив та інокуляція насіння пшениці ярої біопрепаратами позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин.

ПРОДУКТИВНІСТЬ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ, ЇХ БЕККРОСІВ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Н. В. Кравченко, А. А. Подгаєцький, М. С. Дегтярьова

*Сумський національний аграрний університет
e-mail: podgaje@ukr.net*

Майже в усіх країнах світу урожайність картоплі значно змінюється за роками вирощування. Одна з основних причин цього – відсутність стабільних, близьких до оптимальних, зовнішніх умов у період вирощування культури. Впроваджуючи сучасні технології, які дозволяють певною мірою усунути стресові ситуації під час репродукування картоплі, можна деякою мірою зменшити різницю в урожайності за роками. Проте, на прояв окремих природних чинників людина не має значного впливу.

Водночас, у стабілізації врожайності за роками належне місце відводиться створенню і поширенню у виробництві сортів, адаптованих до змін зовнішніх умов [1]. Крім усього іншого, такий підхід дозволяє знизити затрати на вирощування продукції, що підвищує рентабельність її виробництва.

Для більшості сортів їх інтенсивність та адаптивність дуже часто взаємно виключають складові, а тому, напрям селекції – створення високо інтенсивних сортів майже звів нанівець їх адаптивність. До останнього часу для більшості сільськогосподарських культур не відпрацьована програма створення сортів хоча б відносно стійких проти несприятливих зовнішніх чинників, відсутня теоретична основа виконання таких досліджень, методи, які б характеризувались надійністю, і, основне, відсутній вихідний селекційний матеріал для створення високо адаптованих сортів.

Повною мірою викладене стосується картоплі з її дуже високим генетичним потенціалом (більше 100 т/га бульб) [2] і дуже низькою реалізацією його у виробничих умовах. Наприклад, у сорту Розвариста продуктивність за 1958–1975 рр. змінювалась на 56% [3]. Зроблені лише перші узагальнення для вирішення проблеми [4].

Враховуючи те, що починаючи з 30–40-х років минулого століття основним методом селекції стала міжвидова гібридизація [5], у дослідження включені різні за кількістю залучених видів, методами створення, ступенем беккросування 29 міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів. Експерименти проводились у зонах північно-східного Лісостепу України (Сумський національний аграрний університет) та центрального Лісостепу України (Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва НААН). Методи дослідження загальноприйняті для картоплі.

Отримані дані (табл.) свідчать про неоднакову реакцію міжвидових гібридів, їх беккросів на умови вирощування. У цілому, підтвердилось положення, що зона центрального Лісостепу України менш сприятлива для ведення картоплярства, ніж північно-східного Лісостепу України. Максимальна частка зразків з дуже низькою продуктивністю (200 г/гніздо і менше) виявлена в результаті випробування в умовах Устимівської дослідної станції в 2016 році – 62,1%. Найвищий прояв показника за вирощування в СНАУ також спостерігався в 2016 році, але частка зразків, віднесена до цього класу була майже в три рази меншою, ніж згадана – 20,7%. Тобто, для отримання високої урожайності з урахуванням специфічних метеорологічних умов Центрального Лісостепу України необхідне запровадження додаткових затрат: полив, формування структури ґрунту тощо.

Розподіл за продуктивністю міжвидових гібридів, їх беккросів залежно від місця і років випробування

Місце	Рік	Частка гібридів (%) з продуктивністю, г/гніздо						
		200 і <	200,1–300,0	300,1–400,0	400,1–500,0	500,1–600,0	600,1–700,0	> 700,0
СНАУ	2015	17,2	31,0	3,5	13,8	13,8	13,8	6,9
	2016	20,7	20,7	10,3	20,7	13,8	10,3	3,5
	2017	6,9	6,9	3,5	6,9	10,3	10,3	55,2
УДС	2015	13,8	31,0	37,9	6,9	6,9	0,0	3,5
	2016	62,1	13,8	10,3	10,3	3,5	0,0	0,0
	2017	27,6	20,7	34,5	6,9	10,3	0,0	0,0

Водночас, за проявом продуктивності умови періоду вегетації картоплі в зоні центрального Лісостепу України в 2015 році для формування урожаю виявились аналогічно сприятливими, порівняно з метеорологічним комплексом зони північно-східного Лісостепу України в 2016 році.

Близькими за часткою зразків виявились класи з дуже низькою та низькою продуктивністю. В умовах СНАУ вона становила 41,4%, а в результаті випробування на Устимівській дослідній станції – 44,8%. Однаковою виявилась частка гібридів з дуже високою продуктивністю – 3,5%. Водночас, слід відмітити, що зовнішні умови 2016 року були найменш сприятливими для формування урожаю в СНАУ, а 2015 року найбільш оптимальними, серед трьох років виконання дослідження в Устимівській дослідній станції.

Дані, наведені в таблиці, також дозволяють стверджувати, що умови періоду вегетації 2015 року мали майже однаковий вплив на частку міжвидових гібридів, їх беккросів з дуже низькою та низькою продуктивністю за випробування в СНАУ і Устимівській дослідній станції, відповідно, 47,2 і 44,1%, хоча за відносною кількістю зразків з високою та дуже високою продуктивністю ці наукові установи відрізнялися значно: 20,7 і 3,5%.

Результати дослідження дозволяють зробити висновки про однозначність та відмінність реакції міжвидових гібридів, їх беккросів на різні умови вирощування.

Література

1. Лавриненко Ю. А., Гудзь Ю. В. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон: «Борисфен-полиграфскрвис», 1997. 168 с.
2. Осипчук А. А. Генетичний потенціал картоплі. Картопля. Т1. С. 203–204.
3. Альсмик П. И. Селекция картофеля в Белоруссии. Минск: Ураджай, 1979. 128 с.
4. Подгаєцький А. А. Адаптація і її значення для селекції та виробництва сільськогосподарських культур, у тому числі картоплі. Картоплярство України. 2014. № 1–2 (34–35). С. 10–16.

СЕРЕДНЯ МАСА БУЛЬБ ДРУГОГО БУЛЬБОВОГО ПОКОЛІННЯ ПОТОМСТВА ВІД БЕККРОСУВАННЯ СКЛАДНИХ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ

Н. В. Кравченко, А. А. Подгаєцький, І. В. Собран

*Сумський національний аграрний університет
e-mail: podgaje@ukr.net*

Внесок селекції у підвищення врожайності картоплі залежно від країн Західної Європи за 25 років знаходився в межах 19–57% [1]. Великою мірою це досягнення обумовлено відмовою від внутрішньовидової гібридизації та переходу на міжвидову [2]. Це дозволило створювати не лише гетерозисні сорти, але й такі, що відповідають зростаючим вимогам споживачів. Наприклад, в 70-і роки минулого століття вважалось достатнім середній прояв у сортів 20–30 ознак [3], а нині їх повинно бути більше 50-и [4]. Вирішити і цю проблему вдалося, використовуючи метод міжвидової гібридизації.

Виведення сортів на міжвидовій основі висуває особливі вимоги до вихідного селекційного матеріалу, який, враховуючи поліморфізм видів [5], міжвидову несхрещуваність [6], тривалість його створення [7] тощо, одержувати досить складно.

Ще існують проблеми успішного практичного використання міжвидової гібридизації картоплі – теоретична і практична оцінки створеного матеріалу та відпрацювання рекомендацій селекціонерам для оптимізації його використання. Вони надзвичайно актуальні за наявності численних міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів.

Дослідження виконували в Сумському національному аграрному університеті впродовж 2018 року. Мета експерименту: визначити вплив сортів – компонентів беккросування на прояв середньої маси однієї бульби поміж потомства другого бульбового покоління.

Згідно загального твердження, складовими продуктивності виступають дві складові: кількість бульб у гнізді та середня маса однієї бульби. Отримані дані свідчать (табл.), що п'ять популяцій із семи за участю запилювачем сорту Ірбитська характеризувались дуже низьким середнім проявом показника поміж потомства з найменшим вираженням ознаки в популяції Подолія х 09.13Г33 – 27 г. Аналогічну характеристику мали ще дві комбінації із запилювачем сортом Ірбитська та одна від схрещування міжвидового гібрида 88.1425с1 з материнською формою сортом Багряна.

Цінність для практичної селекції мають популяції з високою середньою масою однієї бульби, які віднесені до класу 51–60 г. Вони виявлені в результаті використання запилювачами сортів Ірбитська і Багряна, а також останнього сорту материнською формою. Максимальне вираження показника відмічено в комбінації 09.197/48 х Багряна – 57 г. Близькі дані отримані ще в однієї популяції, проте за участю сорту Багряна материнською формою – Багряна х Базис (56 г). Лише середнє значення потомства цих комбінацій перевищувало рівень прояву ознаки в двох сортів-стандартів: Тирас і Случ.

Виявлений вплив компонентів схрещування на середню масу однієї бульби потомства. F₂ шестивидового гібрида 88.1425с1 використаний материнською формою із запилювачами сортами Ірбитська і Багряна. Вираження показника у них,

відповідно, складало 48 і 33 г. У іншому блоці популяцій від схрещування В³ п'ятивидового гібрида з аналогічними сортами прояв ознаки, відповідно, був 31 і 50 г. Тобто, залежно від взаємовідносин генотипів батьківських форм середня маса однієї бульби потомства значно відрізнялась.

Розподіл комбінацій (%) за середньою масою однієї бульби в другому бульбовому поколінні

Сорт	Кількість комбінацій, шт.	Частка потомств (%) з середньою масою однієї бульби, г				
		30 і <	31–40	41–50	51–60	> 60
Ірбитська (♀)	1	0	100	0	0	0
Ірбитська (♂)	9	25	38	25	12	0
Багряна (♀)	4	25	25	25	25	0
Багряна (♂)	4	0	50	25	25	0
Верді (♀)	3	0	67	33	0	0
Подолія (♀)	7	71	0	29	0	0
Тирас, стандарт					55	
Явір, стандарт						78
Случ, стандарт					54	

Серед 27 досліджуваних комбінацій у п'яти виділені гібриди з проявом ознаки більше 100 г, що надзвичайно цінне для практичної селекції, адже це, як мінімум, на 22% більше, ніж у стандарту сорту Явір. Особливо виділились у цьому відношенні популяції 09.197/48 х Багряна – 18,8% потомства із згаданою характеристикою і Багряна х Базис та Верді х 10.6/34 – по 14,3%.

Отже, у результаті визначення практично цінних комбінацій за участю міжвидових гібридів, їх беккросів найбільш перспективними виявились 09.197/48 х Багряна і Багряна х Базис, хоча серед потомства ще двох: Верді х 10.6/34 і 10.6Г38 х Ірбитська можна видібрати гібриди з середньою масою однієї бульби більше 100 г.

Література

1. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур. Київ: Вища школа, 1994. 454 с.
1. Камераз А. Я. Межвидовая и внутривидовая селекция картофеля. В кн. Генетика картофеля. М.: Наука, 1973. С. 104–121.
2. Яшина И. М. Генетико-цитологические особенности клубнеобразующих видов *Solanum*. Картофель. Москва: Колос, 1970. С.59–63.
3. Ross H. Potato breeding – problems and perspectives. Berlin and Hamburg: Paul Parey, 1986. 184 p.
4. Подгаєцький А. А. Виділення зразків деяких видів картоплі стійких проти фітофторозу. Зб. Картоплярство. Київ: Урожай, 1978. Вип. 9. С. 9–10.
5. Подгаєцький А. А. Межвидовая несовместимость картофеля. Методы и способы ее преодоления (Методические рекомендации). Киев, 1993. 99 с.
6. Подгаєцький А. А. Характеристика генетичних ресурсів картоплі та їх практичне використання. Генетичні ресурси рослин. 2004. №1. С.103–110.

ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА Й УРОЖАЙНОСТІ В КОМПЛЕКСІ З ІНШИМИ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

В.Г. Крижанівський, О.С. Завалко

*Уманський національний університет садівництва, Умань, Україна
e-mail: vitaliy.kryzhanovskiy.82@ukr.net*

На сучасному рівні досліджень важливе значення в селекційному вивченні пшениці озимої мають колекції світового різноманіття видів роду *Triticum*. Базові колекції є джерелом цінних господарських ознак, необхідних для селекції пшениці. Ознакові колекції використовують для вивчення особливостей успадкування ознак і властивостей (Ватриченко, 2017). На сьогоднішній день створено значну кількість сортів пшениці озимої. Проте в умовах глобальної зміни клімату необхідно слідкувати за модифікаціями генетичного різноманіття культурних рослин, створювати новий адаптивний вихідний матеріал, який використовують для виведення сортів з підвищеною врожайністю та високими показниками якості зерна (Гузов, 2018). Більшість сортів вітчизняної селекції є помітно однорідними за компонентним складом блоків високомолекулярних глютенінів. Сорти іноземної селекції, навпаки, мають досить широкий спектр алельних варіантів глютенінових блоків. Багато зарубіжних зразків залучаються у схрещування як джерела і донори цінних якостей, тому ідентифікація і вивчення селекційної цінності рідкісних глютенін-кодуєчих локусів має важливе значення (Даринская, 2018). Запасні білки відіграють ключову роль у формуванні хлібопекарських якостей зерна та пов'язані з деякими адаптивними властивостями сортів. Тому вивчення алельного складу їх локусів має практичний інтерес. У ННЦ ІЗ генотипи сортів за локусами гліадинів та HMW субодиниць глютенінів визначають методом електрофорезу запасних білків 25–30 окремих зернівок. З отриманих даних помітна присутність алелів, характерних для Центрального Лісостепу, проте з високою частотою також зустрічаються інші алелі, такі як Gli-Alx, Gli-Ble. Порівняно низькою є частота алеля Gli-Bll. Всі досліджувані сорти Інституту землеробства відносяться до групи цінних (Датченко, 2015).

Тому для наших досліджень використовували колекційні зразки не тільки Інституту землеробства, але й інших установ, і звертали увагу як на показники якості зерна, так і на комплекс господарсько цінних ознак. Значна кількість господарсько цінних ознак, які необхідно поєднати в конкретній селекційній формі, потребує ретельного добору батьківських компонентів при гібридизації, а також наявності різноманітного вихідного матеріалу, на основі якого можливий добір за бажаними ознаками. Тому все більшого значення набуває генетична база вихідного матеріалу, яка сконцентрована і використовується в селекції, тобто колекцій, і, особливо, об'єми і глибина системних концептуальних знань про господарські та біологічні ознаки цих колекцій (Жерохин, 2016, Китченко, 2015). Виходячи з вищенаведених фактів, нашими першочерговими завданнями було вивчення окремих зразків колекції пшениці м'якої озимої, встановлення особливостей прояву господарських ознак зразків та їхньої екологічної мінливості, оцінювання колекційного матеріалу пшениці озимої для підвищення ефективності його використання в селекційній роботі. Колекційні зразки досліджувались за такими господарсько-цінними ознаками, як урожайність, тривалість вегетаційного

періоду, стійкість до основних хвороб (борошниста роса, бура іржа, септоріоз листя), якість зерна (вміст протеїну, вміст клейковини).

Для визначення ступеня залежності показника врожайності 61 досліджуваного колекційного зразка від генотипу та умов року був проведений двохфакторний дисперсійний аналіз. Значення експериментального показника критерію Фішера (для генотипу – 2,06; для умов року – 64,28) більше за значення теоретичного (1,43 та 3,07 відповідно), отже між досліджуваними факторами існує достовірна відмінність. За результатами дисперсійного аналізу можемо зробити висновок, що у варіюванні показника врожайності вплив генотипу і року був високо достовірним і приблизно рівним, однак за вкладом у сумарний середній квадрат, MS фактора умов року був максимальним 62 (150097,2). Це дає можливість стверджувати, що формування врожайності колекційних зразків перебуває під майже однаковою залежністю як від погодних умов, так і від генотипу. Ступінь впливу взаємодій генотипу та умов року на прояв показника врожайності колекційних зразків складає 32,3%. Величина цього показника пояснюється значною генетичною та екологічною різноманітністю колекційних зразків.

Найбільша частка генотипів (24%) становила у середньопродуктивних зразків (показник урожайності 375 – 399 г/м²), а найменша (5,5%) – у високоврожайних (урожайність більша 450 г/м²). Діапазон варіювання показника врожайності колекційних зразків є середнім (у межах 164 г/м²). Розподіл зразків колекції за врожайністю був близьким до нормального з незначною додатною асиметрією в бік високопродуктивних зразків, тому що були відібрані найкращі. Найвищий показник урожайності в середньому за 2017 – 2018 сільськогосподарськими роками було виявлено в сортів Чураївна (462,7 г/м²), Бенефіс (460,5 г/м²), Троян (449,7 г/м²), Форa (447,3 г/м²), Marvin (441,7 г/м²) та Деметра (440,7 г/м²). Органи рослини пшениці озимої формуються у певні етапи органогенезу. Органогенез – це формування відповідних органів рослин починаючи із зародкового стану. Вегетаційний період починається зі сходів і закінчується повною стиглістю рослин, включаючи всі етапи органогенезу. Початок колосіння можна відмітити точніше, ніж повну стиглість. Тому в фенології рослин відмічали початок колосіння, вступом у неї 10 – 15% рослин і повну фазу, коли не менше 70–75% рослин набували ознак фіксованої фази. За дослідженнями (Ватриченко, 2017), за великої кількості опадів і низької температури фази росту уповільнюються, при нестачі вологи і спекотних умовах – проходять швидше. Для визначення ступеня залежності тривалості періоду сходів–колосіння досліджуваних колекційних зразків від генотипу та умов року використано двохфакторний дисперсійний аналіз за цим показником. Значення експериментального показника критерію Фішера (для генотипу – 1,88) більше за значення теоретичного (1,43 та 3,07 відповідно), отже між досліджуваними факторами існує достовірна відмінність. За результатами дисперсійного аналізу можемо зробити висновок, що у варіюванні показника тривалості періоду сходів–колосіння вплив генотипу й умов року був достовірним, у загальному варіюванні був більшим вплив генотипу, однак за значенням факторного середнього квадрата значно вищим був вплив умов року (70,33). Це дає можливість стверджувати, що тривалість періоду сходів-колосіння для колекційних зразків залежить як від погодних умов, так і від генотипу. Для визначення розподілу колекційних зразків за тривалістю періоду вегетації було досліджено відсоткове співвідношення часток генотипів за цим показником. Розподіл зразків колекції за тривалістю вегетаційного періоду був незначно асиметричним у бік середньопізньостиглих та пізньостиглих зразків. Найбільша кількість зразків, по 12

шт. відповідно, припадала на сорти з тривалістю періоду вегетації у діапазоні 239 – 241 та 241 – 243 діб. Найменша кількість – по 2 зразки – припадала на ультраранньостиглі (менше 231 діб), та ультрапізньостиглі (більше 245 діб). Виділено зразки за стиглістю: ранньостиглі – 11,5%; середньостиглі – 50,8%; пізньостиглі – 37,7%.

Для комплексного дослідження колекційних зразків за господарськоцінними ознаками був проведений аналіз структури врожаю та якості зерна колекційних зразків, а також фенологічні обліки та спостереження. У наших дослідженнях тривалість періоду сходи-колосіння була найбільшою у 2018 році і становила 241 добу. За спекотних умов 2017 року тривалість цього періоду зменшувалась і становила відповідно 238 діб. Суттєво різнилися показники якості і врожайності колекційних зразків за роками. У середньому найвищими маса 1000 зерен (45,2 г) і врожайність (419 г/м²) були у 2018 році. Для 2017 року характерні нижчі показники врожайності, але вищі показники якості зерна: вміст протеїну 11,6%; клейковини – 29,0%. Отже, прояв господарсько-цінних ознак різнився за роками проведення досліджень і перебував під впливом зміни погодних факторів за період вегетації. Досліджуючи тривалість вегетаційного періоду пшениці озимої, можна зробити висновок, що вона залежить від метеорологічних показників і за спекотних умов ріст і розвиток рослин відбувається швидше, а за вологої прохолодної погоди – повільніше. Виділені кращі середньостиглі і пізньостиглі зразки, які перевищували стандарт на 5–61 г/м². Середньостиглі зразки – Чураївна, Артеміда, Левада, Фора, пізньостиглі – Бенефіс, Троян, ранньостиглі – Русса і Миронівська 29 доцільно використовувати у схрещуваннях, щоб отримати новий вихідний матеріал як із високою врожайністю зерна, так і з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду.

Література

1. Ватриченко В. М. (2017). Селекційна цінність ліній пшениці озимої, створених методами термічного мутагенезу та гібридизації із залученням термічних мутантів. *Вісник аграрної науки*. № 7. С. 34–37.
2. Гузов А. Н. (2018). О причинах, определяющих различный уровень накопления белка в зерне высоко- и низкobelковых сортов пшеницы. *Физиология растений*. Вып. 2. С. 329–336.
3. Даринская М. И. (2018). Условия, способствующие повышению зимостойкости озимой пшеницы. *Селекция и семеноводство*. Вып. 6. С. 5–21.
4. Датченко М. А. (2015). Генетичні фактори позитивного впливу на якість зерна у ліній пшениці м'якої озимої з житньою транслокацією 1AL/1RS. *Вісник аграрної науки*. № 5. С. 36–42.
5. Жерохин Н. И. (2016). К методике оценки качества зерна пшеницы на ранних этапах селекции. *Селекция и семеноводство*. Вып. 63. С. 78–80.
6. Китченко С. П. (2015). Интрогрессии в геном пшеницы м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. *Селекція і насінництво*. Вип. 105. С. 39–50.

ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ЧИННИКІВ ТА БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СОРТУ

В.Г. Крижанівський, П.В. Тулій

*Уманський національний університет садівництва, Умань, Україна
e-mail: vitaliy.kryzhanovskiy.82@ukr.net*

Виробництво в необхідних об'ємах власного високоякісного продовольчого і кормового зерна є стратегічним завданням агропромислового комплексу на сучасному етапі забезпечення продовольчої безпеки країни і в майбутньому матиме вирішальне значення для світової спільноти, оскільки щорічне збільшення чисельності населення у світі підтверджує той факт, що значна частина не доїдає і голодує. Максимальне використання генетичного потенціалу пшениці озимої, як вагомої за урожайністю й якістю зерна переважає традиційні зернові культури й може бути одним із шляхів вирішення даного завдання (Адамчук, 2017). Зростання величини і якості рослинницької продукції на 50% залежить від біологічних чинників, при цьому домінуюча роль відводиться селекції й насінництву. Чим гірші природні умови регіону та недостатня оснащеність господарства, його економічна неспроможність, тим значніша роль біологічної інтенсифікації процесів в рослинництві на основі селекції й насінництва. Якість зерна пшениці озимої включає як фізичні властивості так і його хімічний склад. Основним показником є вміст у зерні білка, який визначає його поживну цінність, зокрема кількість незамінних амінокислот і властивостей клейковини (Бордиченко, 2015). Вміст клейковини в зерні і її якість характеризують технологічні властивості зерна. Хлібопекарські якості зерна залежать головним чином від фізико-хімічних властивостей білків, які складають клейковину, яка являє собою фракції протеїну, що вимиваються із борошна і визначає об'єм та пружність тіста (Виженко, 2018). Вміст клейковини у зерні залежить від сортових особливостей, умов вирощування і коливається в межах: сирої – від 16 до 52%, сухої – від 5 до 20%. Крім білків до складу клейковини входять вуглеводи (крохмаль, вуглеводи, клітковина), жироподібні речовини і т.д., їх вміст в межах 2–12%. Основою клейковини є нерозчинні у воді складні білкові речовини – гліадин і глютенін (Гошковський, 2018). Якість зерна визначається низкою пов'язаних між собою факторів, які можна розділити на такі групи: (агrometeorологічні – кількість опадів, температура повітря впродовж вегетації та під час досягання зерна); організаційно-господарські (попередники, сорти, насіння); агротехнічні (спосіб обробітку ґрунту, строк сівби, норма висіву насіння, строки збирання врожаю); фіто-санітарні (інтегрована система захисту рослин від хвороб, бур'янів та шкідників); агрохімічні: науково-обґрунтована система застосування добрив) (Дашко, 2016). Залежність вмісту білка і відповідно якості зерна від погодних умов виявляється в добре відомій закономірності – за умов посушливого року, коли урожайність знижується, вміст білка зростає. За несприятливих посушливих умов призупинення процесів накопичення крохмалю відбувається більш швидкими темпами, ніж накопичення білка, а за оптимальної кількості опадів і температури формується високобілкове зерно (Животовський, 2015).

Процес розвитку насінини починається з запліднення і закінчується стиглістю та здатністю утворення нової рослини. За цей час вона зазнає ряд морфологічних змін і біохімічних перетворень (Адамчук, 2017). Загальний цикл тривалості

періодів і фаз розвитку насіння такий:

1. Утворення насіння починається з поділу триплоїдної зиготи після запліднення і закінчується утворенням нових точок росту в зародках. Тривалість цього періоду 4–5 діб. Наприкінці періоду зародок вже частково диференційований і при сприятливих умовах може проростати.

2. Формування насіння – це період від утворення до досягнення насіниною кінцевої довжини, тривалість його від 5 до 8 діб. У кінці періоду насінина має остаточну довжину, заповнена водянистою рідиною, вміст води 80–83%, колір зелений. Схожість насіння сягає 70%, але паростки слабкі.

3. Налив насінини проходить від початку утворення перших зерен крохмалю в ендоспермі до припинення надходження поживних речовин у насіння. Розрізняють такі фази насіння: водянистий стан ендосперму – вологість плоду 80–85%, сухої речовини накопичується 2–3% від максимальної кількості, тривалість фази – 4–6 діб; передмолочний стан ендосперму – консистенція ендосперму водянисто-молочна, вологість зернівки 70–75%, кількість зв'язаної води в зернівці збільшується до 20–25% від загального її вмісту, накопичення сухої речовини до 10% від максимального, тривалість фази 4–5 діб; молочний стан ендосперму – вологість від 50–70%, відношення зв'язаної води до вільної 2: 3, сухої речовини накопичується до 50% маси зрілого насіння, внутрішня консистенція насінини – молочна, оплодень твердіє, Тривалість фази від 7 до 15 діб залежно від погоди; тістоподібний стан ендосперму – вміст води від 50 до 40 накопичується до 85–90% від маси зрілого насіння, колір жовтозелений. Ендосперм набуває тістоподібної консистенції. Тривалість фази 3–5 діб. Загальна тривалість наливу 11–14 діб залежно від погодних умов року.

4. Дозрівання насіння починається з моменту припинення надходження пластичних речовин у зародок, вмісту вологи 32–35%. Розрізняють дві фази стиглості: а) воскова стиглість – насінина повністю жовтіє (набуває характерного кольору), вологість 20–22%, кількість зв'язаної води складає 60–80% загальної кількості води, насінина досягає максимальної маси по сухій речовині, ендосперм має воскоподібну консистенцію, легко ріжеться нігтем, але насінина не роздавлюється, тривалість 3–6 діб; б) тверда стиглість – вміст води менше 16%, вільної води від 0 до 8%, фізіологічні процеси уповільнюються, тривалість фази 3–5 діб. В сільськогосподарській практиці часто тверду стиглість неправильно називають повною стиглістю, маючи на увазі готовність рослин до збирання, але часто насіння, зібране в цій фазі, не проростає в звичайних умовах, тому що в ньому не завершені біохімічні процеси підготовки до проростання.

5. Завершення всіх фізіологічних процесів у насінні проходить в період післязбирального дозрівання. Тривалість цього періоду залежно від виду рослин коливається від кількох днів до кількох років. Навіть у одного і того ж сорту залежно від умов дозрівання тривалість даного періоду варіює і залежить від умов, у яких знаходиться насінина після досягнення твердої стиглості та збирання.

6. Зрілість. При післязбиральному дозріванні в насінині проходять складні біохімічні процеси полімеризації та різних перетворень. Зникають інгібітори проростання, з'являються речовини які активують ріст, покращується проникність оболонки для води та кисню. Насінина стає здатною до проростання за звичайних умов і наступає останній шостий період повної стиглості (або зрілості). Часто стиглість плодів і насіння не співпадає з фізіологічною зрілістю, тому що деякий час після відокремлення від материнської рослини насіння перебуває в органічному спокої (Дашко, 2016). Проблема вирощування високоякісного насіння є однією з найбільш важливих і актуальних для сучасного вітчизняного

сільськогосподарського виробництва, особливо в зоні ризикованого його ведення Лісостепу Західного.

В оцінці посівного матеріалу пшениці озимої відіграє фракційний склад насіння. Із крупності насіння, що характеризує його розміри, найстійкішими є довжина, ширина і товщина насінини які сильно варіюють під впливом умов зовнішнього середовища. Відомо, що лінійні розміри зернівки мають неоднакову кореляцію з масою та виповненістю насіння: найменшу – довжина, найбільшу – товщина (Адамчук, 2017). Системний зв'язок екологічних ресурсів поля з біологічними особливостями вирощуваних сортів є основним завданням технологічних розробок. Висока урожайність пшениці озимої в наступний рік може бути одержана лише за умов висіву якісного насіння отриманого від високопродуктивних рослин за сприятливих умов їх росту й розвитку. Одним із показників якості насіння є маса 1000 насінин, яка оцінюється взаємодією генотипу сорту з факторами зовнішнього середовища. У 2017 р. температурний режим був нижчим порівняно з 2018 р, а кількість опадів на рівні багаторічного показника. Маса 1000 насінин в усіх сортів коливалася від 42,9 г (СН Комбін) до 47,5 г (Колумбія). Вплив сорту на даний показник був достовірним за HP_{05} 0,55 відмінності між сортами становили 0,6–3,6 г. Різницю між сортами лісостепоного і степового екологічного типу відмічали в межах 4 г.

Нижча кількість опадів у 2017 р. сприяла одержанню високого показника маси 1000 насінин. Найнижчий показник маси 1000 насінин забезпечив сорт Арктис (44,0 г), а найвищий сорт Самурай (48,6 г). За виключенням сорту Антер достовірні відмінності становили 0,8–3,6 г у всіх сортів (HP_{05} 0,63), між екотипами сортів – 3,2 г. За роки досліджень середній показник по сортах маси 1000 насінин варіював у межах 44,2–48,3%. Стабільним показником маси 1000 насінин, за роки досліджень, характеризували сорти: Смуглянка, Золотоколоса, Арктис з відмінностями між сортами лісостепоного і степового екотипів у 2,9 г. Сила впливу сорту на масу 1000 насінин становила 51%, погодних факторів – 33%, взаємодія факторів – 15%, інших факторів – 2%, точність досліду – 0,48%, варіація даних – 4,65%. Кореляційна залежність між масою 1000 насінин і виходом кондиційного насіння пшениці озимої виявлена зворотною сильною. У сортів лісостепоного екологічного типу найбільшою в Антер (-0,996), степового – СН Комбін (-0,971), а найнижчою, відповідно в Арктис (-0,848), Самурай (-0,963). Довжина зернівки в сортів пшениці озимої коливалася в межах 9,34 мм у сорту СН Комбін – 9,60 мм Колумбія, з різницею між сортами 0,02–0,11 мм. Ширина насінини становила 4,30–4,50 мм з різницею між сортами 0,03–0,12 мм, а її товщина 4,35–4,79 мм, з різницею, відповідно 0,09–0,27 мм. Співвідношення довжини зернівки (Д) до її ширини (Ш) складало 2,12–2,17 раз, а ширини до товщини (Т) – 0,94–0,97 раз. Достовірні відмінності між сортами виявили за усіма параметрами. Відміни форм зернівок у сортів пшениці озимої служили властивістю для розподілу на спеціально підібраних решетах. При визначенні однорідності партії насіння за розмірами ми просіювали наважку зерна через набір сит з отворами різної величини (2,8 x 2,5 мм, 2,5 x 2,2 мм, 2,2 x 2,0 мм) на хвильовому класифікаторі ВІМ, протягом 3 хв при 110–120 рухах за хвилину. Сміття і зернові домішки вилучали вручну. Насіння відсортоване за розміром і питомою вагою дозволяє вирішити дві основні задачі в підготовці посівного матеріалу, а саме: відібрати з найбільшим вмістом поживних речовин і виділити з нього найбільш зріле, що повно корелюється з біологічно-господарськими якостями посівного матеріалу, оскільки найбільшій питомій вазі відповідає найвища повнота фізіологічної стиглості, схожості, більш ранне дозрівання насіння і т.д. За дослідженнями насіннеснавців (Гошковський, 2018, Виженко, 2018), найкраще насіння становлять дві фракції (середня й крупна), які

сумарно складають 80–85%. Крупна фракція насіння (2,8–2,5 мм) складала найвищий відсоток 65,1–67,7%, з достовірною різницею 2,7% сорту Арктис за НІР₀₅ 1,05. Високий показник забезпечили сорти Самурай – 67,7%, Антер – 65,9, Смузянка – 65,5%. Вихід середньої фракції насіння залежно від сорту становив 24,2% (СН Комбін) – 27,4% (Колумбія). За НІР₀₅ 1,21 достовірну різницю 2,1% забезпечив сорт Смузянка. Найнижчим у всіх сортів одержали вихід дрібної фракції (5,2–10,0%), мінливість сортів коливалася в межах 0,6–3,5%. Співвідношення крупної фракції насіння до середньої становило 2,41– 2,71 раз, крупної до дрібної – 6,58–13,0, а середньої до дрібної – 2,42– 5,21 раз. У сортів лісостепового екологічного типу сумарний вихід крупної і середньої фракцій насіння складав 92,8%, у степового – 90,2%. Різниця за виходом крупної й середньої фракцій насіння за екотипом становила 2,6%.

Література

1. Адамчук О. І. (2017). Агрономічний потенціал і перспективи пшениці озимої. *Фізіологія рослин і генетика*. Том. 47, № 2. С. 95–111.
2. Бордиченко В. В. (2015). Особливості формування продуктивності пшениці озимої в регіоні Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся*. Вип. 8. С. 42–47.
3. Виженко Л. М. (2018). Генетичні кореляції врожайності пшениці озимої із селекційними індексами в стресових умовах середовища. *Селекція і насінництво*. № 3. С. 32–35.
4. Гошковський В. В. (2018). Прояви модифікаційної здатності генотипів тритикале озимого лісостепового та поліського екотипів. *Селекція і насінництво*. Вип. 107. С. 75–86.
5. Дашко О. О. (2016). Фіксація молекулярного азоту у кореневій зоні перспективних вітчизняних сортів пшениці озимої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. Вип. 12. С. 181–191.
6. Животовський Т. В. (2015). Формування адаптивних біоценетичних зв'язків у фітоценозах тритикале озимого в умовах лісостепового та полісько-лісостепового екотипів. *Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин*. № 1–2. С. 54–60.

ПОРІВНЯННЯ НОМЕРІВ МУТАНТНОГО ПОХОДЖЕННЯ РІПАКУ ЯРОГО ЗА ДОВЖИНОЮ СТРУЧКА ТА КІЛЬКІСТЮ НАСІНИН У НЬОМУ

Ю.О. Куманська

*Білоцерківський національний аграрний університет
e-mail: kumanska@i.ua*

Впродовж історичного розвитку рослинництва природні мутації служили першоджерелом для поліпшення рослин та виникнення генетичного різноманіття у природних популяціях. Мутація генів – це постійно протікаючий процес, це властивість живої матерії. Вважається, що мутації виникали починаючи з часів появи життя на землі, і викликали спадкову мінливість [4, 5].

Використання хімічних сполук, що спричиняють мутації, дало можливість селекціонерам віднайти ефективний метод підвищення різноманітності й створення цінних форм культурних рослин.

Метою наших досліджень було порівняти номери мутантного походження

ріпаку ярого за довжиною стручка та кількістю насінин у ньому, виділити кращі форми.

Довжина стручків не є прямим елементом структури насіннєвої продуктивності. Рослини з довгими стручками можуть мати крупніше насіння, але кількість насінин у стручку може зменшуватися, тому довжина стручка не відіграє вирішального значення в селекції на підвищену врожайність насіння [1].

Проте є ряд досліджень, які вказують на те, що зі збільшенням довжини стручка збільшується і кількість насінин у ньому [3, 2].

Довжина стручка є однією із важливих ознак (табл.). Аналізуючи середнє довжини стручка (2014–2015 рр.) слід відмітити, що всі номери мутантного походження мали довжину на рівні 7,0–7,1 см, порівняно з сортом-стандартом Марія – 7,1 см та сортом Магнат – 7,1 см.

Варіювання довжини стручка в номерів мутантного походження ріпаку ярого, 2014–2015 рр.

Номер мутантного походження	Довжина стручка, см				Коефіцієнт варіації, V (%)	
	2014 р.	2015 р.	Середнє за 2 роки	±від стандарту	2014 р.	2015 р.
Марія St	7,0±0,0	7,2±0,1	7,1	0,0	3,9	2,7
Магнат (контроль)	7,0±0,1	7,1±0,1	7,1	0,0	4,5	5,6
ІВР 13–6/1	7,0±0,1	7,1±0,1	7,1	0,0	5,7	4,7
ІВР 13–6/2	7,0±0,1	6,9±0,1	7,0	-0,1	5,7	3,1
ІВР 13–2/2	7,0±0,0	6,9±0,1	7,0	-0,1	1,8	4,7
ІВР 13–3/2	7,0±0,1	7,0±0,1	7,0	-0,1	5,4	2,9
ІВР 13–3/3	6,9±0,1	7,0±0,1	7,0	-0,1	5,4	4,8
ІВР 13–4/2	7,0±0,1	7,0±0,1	7,0	-0,1	4,4	4,7
ІВР 13–4/3	7,0±0,1	7,1±0,1	7,1	0,0	4,2	3,4

При більш детальному розгляді даної ознаки у 2014 році спостерігається такий результат мінімального та максимального значень: сорт-стандарт Марія – 6,3–7,1 см; Магнат (контроль), номери мутантного походження ІВР 13–3/2, ІВР 13–3/3, ІВР 13–4/3, ІВР 13–6/1, ІВР 13–6/2 – 6,5–7,5 см; номер ІВР 13–4/2 – 6,5–7,4 см; 6,8–7,2 см – ІВР 13–2/2. Що в подальшому дало коефіцієнт варіації від 1,8 (ІВР 13–2/2) до 5,7% (ІВР 13–6/1, ІВР 13–6/2) за значення у сорту-стандарту Марія – 3,9%. Коефіцієнт варіації вказує на слабке варіювання довжини стручка у номерів мутантного походження, впродовж двох років дослідження, не зважаючи на різні погодні умови що склалися по рокам. Це говорить про стабільність даної ознаки у досліджуваних форм.

2015 рік дав більш різноманітні показники. Так, довжина стручка у мутантних форм ІВР 13–3/2, ІВР 13–4/3 та сорту-стандарту коливається в межах 6,8–7,5 см. У рослин номерів ІВР 13–3/3, ІВР 13–4/2, ІВР 13–6/1 стручки сформували довжину 6,5–7,5 см, ІВР 13–2/2 – 6,5–7,4 см, ІВР 13–6/2 – 6,5–7,0 см, сорт Магнат показав розмах від 6,5 до 8,0 см.

В досліді ми визначали лише основні елементи структури урожаю, які згідно ідеальної моделі сорту широко використовуються в селекційних програмах на підвищену насіннєву продуктивність.

Зокрема кількість насінин у стручку є надійною селекційною ознакою, що має високу ступінь успадкування.

Ступінь зав'язуваності насінин, тобто кількість насінин у стручку, в певній

мірі визначається генотипом і значно залежить від сорту та погодних умов вирощування.

Одним із важливих структурних елементів урожайності ріпаку є **кількість насінин у стручку** (рис.).

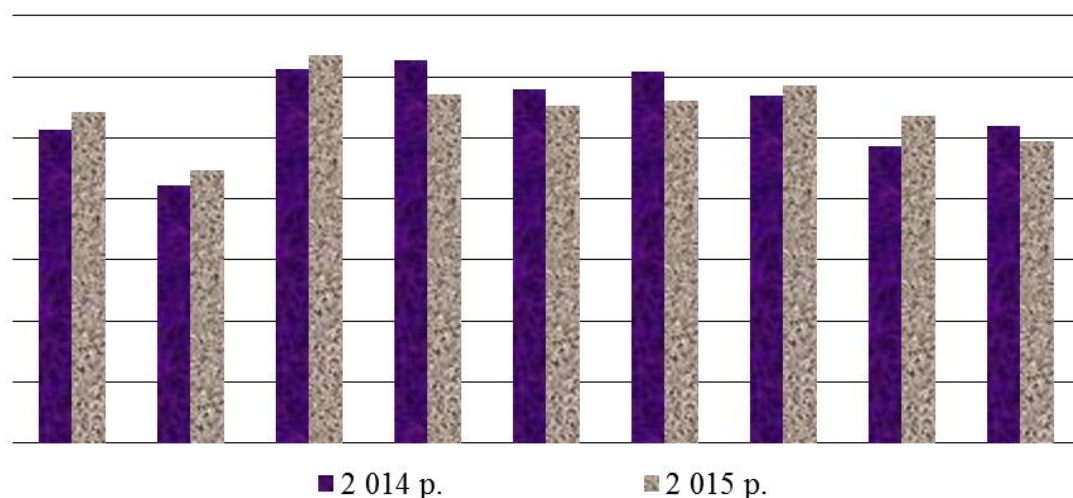


Рис. 1 Мінливість кількості насінин у стручку (шт.) в номерів мутантного походження ріпаку ярого, 2014–2015 рр.

Аналізуючи мутантні форми, у 2014 році нами було отримано наступні дані в результаті дослідження кількості насінин у стручку. Всі мутантні форми перевищували за цією ознакою вихідний сорт Магнат ($21,1 \pm 0,8$ шт.) (рис. 1).

Найбільша зав'язуваність насіння відмічалася у номеру IBP 13–6/1 середнє значення якого склало 31,2 шт. Цей зразок, як в 2014 році, так і в 2015 році сформував велику кількість насінин у стручку – $30,6 \pm 0,5$ шт. та $31,8 \pm 0,8$ шт. Аналізуючи коефіцієнт варіації у даного зразку за цією ознакою нами було виявлено слабе варіювання у 2014 році ($V=5,3\%$), і в 2015 році ($V=7,3\%$).

Найменша кількість насінин у стручку у 2014 році сформувалася у номеру мутантного походження IBP 13–4/2 – $24,3 \pm 0,6$ шт., проте у 2015 році зав'язалося – $26,8 \pm 0,9$ шт. Середнє за два роки склало 25,6 шт., що на 0,8 шт. менше за сорт-стандарт Марія (26,4 шт.), проте на 3,8 штук більше за вихідний сорт Магнат (21,8 шт.).

У 2015 році найбільше утворилося насінин у стручку мутантних форм IBP 13–6/1 ($31,8 \pm 0,8$ шт.), IBP 13–3/3 ($29,3 \pm 0,7$ шт.) та IBP 13–6/2 ($31,8 \pm 0,7$ шт.). Найменшу кількість насінин отримано у мутантної форми IBP 13–4/3 – $24,7 \pm 0,7$ шт.

Аналізуючи середнє за два роки досліджень, за кількістю насінин у стручку та порівнюючи зі сортом-стандартом Марія, нами відмічено збільшення даної ознаки у мутантних форм від 1,9–4,8 шт. Такі номери мутантного походження, як IBP 13–6/1 (31,2 шт.), IBP 13–6/2 (30,0 шт.), IBP 13–2/2 (28,3 шт.), IBP 13–3/2 (29,2 шт.), IBP 13–3/3 (28,9 шт.) перевищували сорт-стандарт, за виключенням зразків IBP 13–4/2 (25,6 шт.), IBP 13–4/3 (25,4 шт.).

За коефіцієнтом варіації всі мутантні форми мали в основному незначне або середнє варіювання цієї ознаки. Коефіцієнт варіації (2014–2015 рр.) становив від 3,5 до 16,7%.

За отриманими результатами досліджень можна виділити номери мутантного походження IBP 13–6/1, IBP 13–6/2, IBP 13–3/2, які становлять практичний інтерес для подальшої селекційної роботи.

Література

1. Batygina T. B., Vasilyeva V. E. Periodization of development of productive structures. Critical periods. ActaBiol. Cracov. Ser. Bot. 2003. № 45. P. 27–36.
2. Chay P., Thurling N. Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus*) and its effect on seed yield and yield components. J. Agr. Sci. 2009. № 2. P. 139–147.
3. Бардин Я. Б. Ріпак: від сівби до переробки. К.: Світ, 2000. 106 с.
4. Глазко В.И., Корчинский А.А., Роик Н.В. Природные и экспериментальные факторы органической эволюции. Факторы експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. Праць. К.: Аграрна наука, 2003. С. 12–27.
5. Моргун В. В. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К.: Логос, 2001. Т. 2. С. 144–174.

ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* ПОЧЕК СОРТОВЫХ РОЗ ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

С.М. Ленивко, В.В. Силук, Ю.А. Ткачик

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина
e-mail: lenivko@brsu.brest.by

Внедрение в производство принципов «зеленой экономики» [1], в частности биотехнологических методов получения высококачественного посадочного материала растений, является основой для обеспечения устойчивого развития различных отраслей растениеводства, в том числе цветоводства. Современным результативным подходом в воспроизводстве посадочного материала является микроклональное размножение.

В Республике Беларусь микроклональное размножение развивается с 80-х годов прошлого века, но особенно активно – последние два десятилетия. На сегодняшний день существует более 30 лабораторий [2], занимающихся преимущественно получением оздоровленного посадочного материала картофеля и ягодных культур. В тоже время возрастает востребованность в разработке технологии микроклонального размножения, как альтернативного подхода в решении проблемы получения посадочного материала цветочных культур, в том числе и роз. Проводимые нами исследования направлены на разработку этапов технологии микроклонального размножения сортов различных групп садовых роз открытого и защищенного грунта.

На первом этапе работы по клональному микроразмножению промышленно-ценных импортных сортов различных садовых групп в культуре *in vitro* оценена активация меристем пазушных почек роз, выращиваемых в открытом и защищенном грунте.

Исходным материалом для получения эксплантов послужили побеги шести сортов (*Comtessa*, *Dinky*, *Ebb Tide*, *Paisley Abbey*, *Stand Rom*, *Crown Princess Margaretha*®), относящихся соответственно к шести группам садовых роз (чайно-гибридные, мускусные гибриды, флорибунды, шрабы, почвопокровные, английские соответственно), выращиваемых в открытом грунте и побеги десяти сортов роз трех садовых групп, выращиваемых в тепличном комплексе ПКУП «Коммунальник» (участок № 2 «Волянка») г. Бреста (чайно-гибридные – *Prestige*, *Red Naomi*, *Talea*, *Akito*, *Cherry Brandy*, *Jumilia*, *Milagro*; флорибунды – *Dolomiti*, *Boulevard*; спрей-розы – *Baby*).

Поверхностную стерилизацию изолированных пазушных почек производили с использованием метода ступенчатой стерилизации материала. Экспланты пассировали в условиях ламинар-бокса на агаризированную (6 г/л) питательную среду, приготовленную по прописи Мурасиге и Скута [3] и содержащую половинчатый набор макро- и микросолей, дополненную гормоном 6-бензиламинопурином в концентрации 1,0 мг/л. Культивирование проводили в камере для роста растений при 16 часовом фотопериоде с интенсивностью освещения 3000 лк, при постоянной температуре 19⁰С.

Оценивали выход жизнеспособных первичных побегов от числа пассированных почек (табл.).

Частота формирования первичных побегов при введении в культуру *in vitro* пазушных почек сортовых роз, %

Сорт	Садовая группа	Количество пассированных почек, шт.	Частота образования первичных побегов
<i>Comtessa</i>	чайно-гибридные	24	58,33
<i>Prestige</i>		20	65,0
<i>Red Naomi</i>		19	84,21
<i>Talea</i>		24	95,83*
<i>Akito</i>		21	80,95
<i>Cherry Brandy</i>		22	27,27*
<i>Jumilia</i>		20	85,0
<i>Milagro</i>		19	100,0*
<i>Dinky</i>	мускусные гибриды	27	22,22*
<i>Ebb Tide</i>	флорибунды	5	80,0
<i>Dolomiti</i>		19	57,89
<i>Boulevard</i>		20	35,0*
<i>Paisley Abbey</i>	шрабы	53	90,57
<i>Stand Rom</i>	почвопокровные	22	59,09
<i>Crown Princess Margaretha®</i>	английские	48	91,67
<i>Baby</i>	спрей-розы	18	44,44
Среднее			69,82
HCP ₀₅			25,85

Всего в эксперименте на питательную среду была высажена 381 пазушная почка, из которых 266 оказались отзывчивыми на условия культивирования *in vitro*. Общая средняя частота развития побегов из меристемы первичных эксплантов составила 66,98%.

Анализ полученных данных по введению в культуру *in vitro* пазушных почек роз, выращиваемых в открытом грунте, показал, что наибольшая частота формирования первичных регенерантов характерна для сортов *Crown Princess Margaretha®*, *Paisley Abbey*, *Ebb Tide* (91,67%, 90,57%, 80,0% соответственно). У сортов *Comtessa* и *Stand Rom* частота регенерации составила 58,33% и 59,09% соответственно. Существенно низкий показатель регенерационной способности отмечен у сорта *Dinky* – 22,22%. Возможно не высокая отзывчивость эксплантов к условиям культивирования может быть связана с генотипическими особенностями данного сорта, поскольку количество инфицированных почек составляло всего 11%.

Анализ полученных данных по введению в культуру *in vitro* пазушных почек роз, выращиваемых в защищенном грунте, показал, что высокой отзывчивостью к условиям культивирования отличались пазушные почки сортов *Milagro*, *Talea*, *Jumilia*, *Red Naomi* и *Akito*, относящихся к чайно-гибридной группе роз (100,0%, 95,83%, 85,0%, 84,21% и 80,95% соответственно). У сортов *Prestige*, *Dolomiti*, *Baby*, *Boulevard* и *Cherry Brandy* частота формирования первичных побегов оказалась ниже среднего значения по эксперименту (65,0%, 57,8%, 44,44%, 35,0% и 27,27% соответственно). Контаминация наблюдалась только у пяти сортов, причем количество инфицированных почек не превышало 10%.

Проведенная оценка особенностей введения в культуру *in vitro* изолированных пазушных почек 16 сортов роз различных садовых групп не выявила различий в условиях выращивания растений-доноров на частоту развития первичных побегов. Показано, что изменчивость в активации меристем и формировании побегов обусловлена генотипом сорта.

Литература

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь / Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г. 2016. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://nmo.basnet.by/concept/nac-strategists.php>.
2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь / Клон – здоровый отпрыск. 2016. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/klon-zdorovyy-otprysk.html>.
3. Малевская-Малевич Е. Цветущий патриотизм // Санкт-Петербургский бизнес-журнал. 2008. № 21–22. С. 150–156.
4. Murashige T., Skoog F. Are vised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.

EVALUATION OF QUALITY OF MACARONI FROM FLOUR OF DIFFERENT VARIETIES AND STRAINS OF SPELT WHEAT

V.V. Liubych

Uman National University of Horticulture
e-mail: lyubichv@gmail

Wheat is the main cereal crop that is a source of food for people and feed for farm animals, is always liquid, and makes up the basis of the food facility of the national economy (Liubych, 2014). It provides 20% of the protein, needed for a healthy human diet (Niniyeva, 2012). No other cereal plant has so many varieties and lines as the wheat.

The quality problem of wheat, as well as the factors under the influence of which it is formed, are of interest to crop breeders who create new varieties, agronomists and wheat experts who determine the quality of wheat. Similarly, this problem concerns grain millers that process grain into flour, bakeries, which baked bread from this flour, and biochemists who study the chemical composition and properties of wheat grain components (Afolabi, 2016).

One of the priorities of the food industry is the production of products of higher

biological value. Among the leading crops, wheat occupies a prominent position and is the basis of the diet of many countries. To solve the problem of vegetable protein production, valuable for bread baking and confectionery production, it is possible to use grain of introgressive, interspecific varieties and spelt lines.

The quality of macaroni is determined by a set of technological indicators. Their color depends on the content of carotene-like pigments. For macaroni with a yellow color, their content should be 3–5 mg/ kg of grain (Golik et al., 2016).

The content of carotene-like pigments in grain of Zoria Ukrainy variety was 0.35 mg/ kg. Values at the level of this indicator are noted in LPP 3373 and NAK 34 / 12–2 strains. In grain of Shvedska 1 variety and four strains (LPP 1221, P 3, NAK 34/12–2 and TV 1100) the carotene-like pigment content exceeded the check variant value by 6–11%. The indicators of other forms were significantly lower than the check variant value and were within the range of 0.16–0.31 mg/ kg.

Consequently, the content of yellow pigments in grain of varieties and strains of spelt wheat is insufficient to obtain macaroni with a yellow color so the melange was added to the recipe.

The culinary evaluation of macaroni obtained from spelt wheat grain was carried out in terms of the coefficient of cooking, color and loss of dry mass (Table). The cooking coefficient by weight in the introgressive NAK34/12–2 strain was the highest and was 9 points. Macaroni of NSS 6/01 variety, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373 and NAK 22/12 strains had an indicator of 7 points. In other varieties and strains, the cooking coefficient was the worst and corresponded to 5 points.

Culinary evaluation of macaroni obtained from flour of various varieties and strains of spelt wheat

Variety, strain	Coefficient of cooking		Color	Loss of dry mass	Overall assessment	
					point	%
Zoria Ukrainy (st)	5	5	7	5	5.5	61
Schwabenkorn	5	5	5	5	5.0	56
Shvedska 1	5	5	7	5	5.5	61
NSS 6/01	7	5	5	5	5.5	61
LPP 1197	5	5	5	5	5.0	56
LPP 3117	5	7	5	5	5.5	61
LPP 1304	7	5	5	5	5.5	61
LPP 1224	5	5	7	5	5.5	61
LPP 3132	5	7	5	5	5.5	61
LPP 1221	5	5	7	5	5.5	61
LPP 3122/2	7	7	5	5	6.0	67
P 3	5	7	7	5	6.0	67
LPP 3373	7	5	7	5	6.0	67
TV 1100	5	5	7	5	5.5	61
NAK 22/12	7	5	7	5	6.0	67
NAK34/12–2	9	7	7	5	7.0	78
<i>LSD₀₅</i>	1	1	1	1	0.3	–

During the culinary assessment of macaroni from spelt wheat flour the cooking coefficient by volume was the highest in LPP 3117, LPP 3132, LPP 3122/2, P 3 and NAK34 / 12–2 (7 points). In other forms this indicator was significantly smaller and

was 5 points. The cream color of macaroni was obtained from Shvedska 1 and NSS 6/01 varieties, LPP 1224, LPP 1221, R 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 and NAK34 / 12–2 strains which corresponded to 7 points. In other spelt wheat varieties and strains macaroni were with a light cream tint (5 points). By the indicator of the loss of dry weight of macaroni, all varieties and strains of spelt wheat were 5 points (6.6–7.0%).

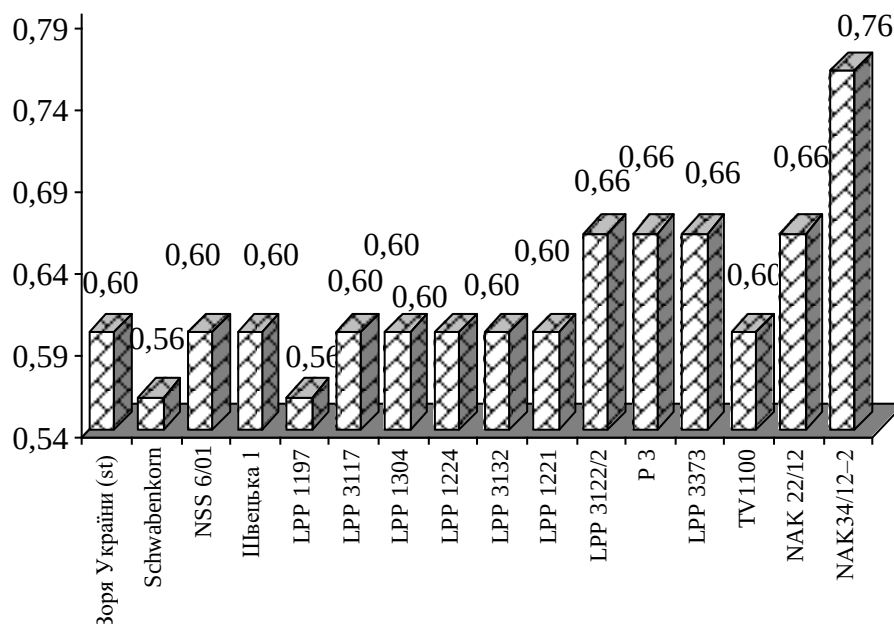


Fig. Index of the complex evaluation of macaroni quality from grain of various varieties and strains of spelt wheat, 2013–2015

The overall assessment of macaroni obtained from grain of LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, NAK 22/12 and NAK34 / 12–2 strains was significantly higher than the check variant value and was 6.0–7.0 points or 67–78% from the maximum value. This indicator of Schwabenkorn variety and LPP 1197 strain had significantly lower value (5.0 points) and in other forms it was at the standard level (5.5 points).

The content of protein, gluten and gluten deformation index had a weak effect on the cooking coefficient by weight as there was an inverse weak correlation ($r = -0.21 \dots -0.30$) between these indicators.

There was an inverse average correlation between the cooking coefficient of macaroni by volume and content of protein and gluten ($r = -0.44 \dots -0.47$). However, the gluten deformation index the most affected this indicator, since the connection was high ($r = -0.81$) which is described by the following regression equation:

$$Y = -0.1034x + 16.502,$$

where Y is the cooking coefficient of macaroni by weight, point;
x is the gluten deformation index, unit.

It is found that the color of macaroni was mostly influenced by the quantity of carotene-like pigments, since between these indicators there was a direct very high correlation ($r = 0.97$) which is described by the following regression equation:

$$Y = 10.676x + 3.0824,$$

where Y is the color of macaroni, point;

x is the content of carotene-like pigments, mg/ kg of grain.

The calculation of the integrated assessment index also showed that macaroni obtained from grain of LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, NAK 22/12 and NAK34 / 12–2 spelt wheat strains were the best quality, since it was the highest – 0.66- 0.76 (Fig.29). The lowest quality of macaroni was obtained from grain of Schwabenkorn variety and LPP 1197 strain (0.56).

Consequently, wheat grain is characterized by medium macaroni properties, since the gluten deformation index is weak. The high macaroni properties are of grain of the introgressive strain (NAK34 / 12–2).

References

1. Afolabi OE. Consumers' Inclination to Utilize Online Marketing Portals for Agricultural Purchases in Lagos, Nigeria. Journal of Agricultural & Food Information. 2016; 17(4): 290–299.
2. Golik OV, Tverdokhlebov EV, Pozdnyakov VV, Didenko SYu, Boguslavsky RL. The fillet types of wheat for organic farming. Fundamental and applied research in bioorganic agriculture in Russia, the UIS and the EC. International Scientific and Practical Conference. 2016; 368–378.
3. Liubych VV, Novikov VV. Fractional composition of winter triticale grain and its technological characteristics depending on the variety. Bulletin of the Caspian. 2014; 4: 21–24.
4. Niniyeva AK. Genetic diversity of winter spelt by economic features under conditions of Eastern Forest-Steppe of Ukraine. Breeding and seed production. 2012; 101: 156–167.

ПЕРСПЕКТИВИ ГІБРИДИЗАЦІЇ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ

В. В. Любич, В. В. Новіков

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: lyubichv@gmail*

Пшениця – одна із найпоширеніших культур у світі. Продуктами перероблення зерна пшениці є хлібобулочні та кондитерські вироби, крупи, що забезпечують на 30–40% добову потребу людини у вітамінах групи В. В малій кількості в зерні пшениці міститься вітаміни групи РР і С. Існують сорти пшениць, що мають підвищений вміст білка, що збалансований за амінокислотним складом, а значна кількість крохмалю, що міститься в зерні пшениці, дозволяють позиціонувати продукти її перероблення як високоенергетичні.

Впродовж 19–20 століття секційна робота проводилась з метою покращення врожайності зерна пшениці, підвищення її стійкості до негативних чинників навколишнього природного середовища. Це було пов'язано із низьким рівнем механізації сільського господарства, відсутністю дієвих методик захисту рослин, наявністю потреби значної кількості продуктів харчування навіть низької якості. У результаті проведеної роботи було досягнуто поставлених цілей, проте якість зерна пшениці істотно погіршилась. Особливі зміни відбулись із вмістом білка, що знизився до 8–11%. Враховуючи обернено-кореляційну залежність між вмістом білка та крохмалю, останнього в продуктах перероблення пшениці значно збільшало. Вживання значної кількості таких продуктів зумовлює порушення обмінних процесів, а у поєднанні із малорухливим способом життя призводить до появи надлишкової ваги. Тому останнім часом набуває популярності здорового способу життя.

В умовах конкурентного середовища, що існує в сучасних ринкових відносинах пріоритетним завданням для селекційної роботи є задоволення потреб ринку у продуктах підвищеної біологічної цінності, що є якісними безпечними для харчування. Одним із способів вирішення поставленого завдання є використання малопоширених пшениць із високими показниками якості. Представником таких є пшениця полба.

Пшениця полба та спельта відома давно. Перші відомості про їх застосування відносяться до 3–4 тис до н. е. Полба і спельта відносять до плівкових форм пшениці, що ускладнює її післязбиральне дороблення. Проте за технологічними та фізико-хімічними властивостям полба та спельта вигідно відрізняються від традиційних пшениць. Найбільша різниця зафіксована за вмістом білка, якого може міститись у зерна до 20%, що майже у два рази більше порівняно із традиційними пшеницями.

Нині диференційовано походження зерна пшениці полби та виокремленні азіатські та європейські форми. Існує теорія, що європейська полба виникла внаслідок гібридизації між тетраплоїдною пшеницею з 45-го типу та гексаплоїдною пшеницею (Kozub et al., 2014).

Пшениці, поряд із цінними властивостями, можуть мати і негативний вплив на організм окремих груп споживачів, що пов'язано із персональною неперетравністю її складників. Одним із найбільш важливих хлібопекарських властивостей пшениці є кількість та якість клейковини. Клейковина утворюється із груп білків проламінів (гліадин) та глютелінів. Незважаючи на перевагу у більшості сортів саме гліадинів, навіть незначна кількість глютелінів здатна викликати алергічну реакцію в окремих споживачів. Така реакція організму є хворобою та має назву целіакія (глютеніна хвороба). Провідними європейськими дослідниками (Dubois et al., 2018; Dubois, Bertin, & Mingeot, 2016; Dubois, Bertin, Muhovski, Escarnot, & Mingeot, 2017) встановлено можливість розроблення нових сортів пшениці спельти і полби, у яких відсутні імуногенні пептиди. Доведено, що у зерні пшениці полби серед глютенінових білків α -гліадини проявляють найсильнішу імуногенність з чотирма основними Т-клітинними стимулюючими епітопами.

Нині хворим на целіакію не рекомендовано вживати хлібобулочні продукти із зерна пшениці (Mencia, El-Qutob, Pineda, & Castillo, 2018). Продукти, що не містять глютен мають істотно гірші органолептичні показники якості. Продовження селекційної роботи із створенням сортів пшениць із зменшеною кількістю імуногенних включень дозволить вирішити важливу проблему соціального значення.

У 2017–2018 рр. зафіксовано збільшення зацікавленості селекціонерів до зерна пшениці полби. Однією із цінних ознак є наявність в зерні пшениці полби гаплотипів, що можуть бути цінними в селекції зародкової плазми для поліпшення проблем проростання перед збиранням у пшениці. У пшениці полби було ідентифіковано 8 нових гаплотипів Vp-1: TaVp-1Ap, TaVp-1Aq і TaVp-1Ag в гені A; TaVp-1Bj, TaVp-1Bh і TaVp-1Bi в B гені; і TaVp-1Da і TaVp-1Db в D гені. Відповідно до результатів RT-PCR, правильно сплайсовані транскрипти були більш виражені в деяких гаплотипах, ніж в інших, і їх експресія була дуже пов'язана з їх чіткою реакцією на експозицію абсцизової кислоти (ABA). Помилка сплайсингу транскриптів Vp-1 і декількох варіацій інделу, виявлених в пшениці спельти, як і раніше, зберігалася в процесі гібридизації (Feng, Qu, Liu, & Yang, 2017).

Нині встановлено механізм організації та диверсифікації геномів у звичайній пшениці, спельті та їх гібридах. Відповідна інформація необхідна для селекціонерів

звичайної пшениці, і вона може сприяти програмам селекції, спрямованим на збереження біорізноманіття. Виявлені поліморфізми між дослідженими лініями пшениці спельти, полби та їх гібридів були відносно низькими. Однак відмінності спостерігалися в розподілі повторюваних послідовностей на хромосомах 4A, 6A, 1B і 6B у вибраних гібридних геномах. Поліморфізми, що спостерігаються у гібридів звичайної пшениці та полби, несуть цінну інформацію для селекціонерів (Goriewa-Duba et al., 2018a, 2018b).

Традиційними способами перероблення голозерних пшениць є максимальне вивільнення борошнистого ендосперму за рахунок механічного зняття оболонок, алейронового шару та зародку. Виділені частини зернівки використовують для кормових цілей. Проте вказані елементи мають високу біологічну цінність, зокрема збагачені вітамінами та мінеральними речовинами. Виготовлення продуктів із підвищеним вмістом клітковини нині є дискусійним питанням. Основним недоліком таких продуктів, що вироблені із гол озерних пшениць є наявність значної кількості мінеральних домішок (особливо забрудненою є бороzenка, що погано піддається механічному очищенню. Крім цього оболонки цих пшениць максимально забруднені шкідливими речовинами, що можуть міститись у навколишньому середовищі. На відміну від голозерних пшениць, зерно пшениці полби має плівкову структуру, що дозволяє ефективно використовувати його поверхневих шарів в харчових цілях (Srinivasa et al., 2014).

Отже, зерно пшениці полби є цінним матеріалом для проведення селекційної роботи та гібридизації за рахунок збільшення попиту на продукти перероблення відповідної сировини та цінними її властивостями, що не притаманні традиційним пшеницям. Така робота дозволить збільшити різноманіття пшениць, розширити асортимент готової продукції за рахунок біологічно цінних продуктів, частково вирішити проблеми харчування сучасних споживачів.

Література

1. Dubois, B., Bertin, P., Hautier, L., Muhovski, Y., Escarnot, E., & Mingeot, D. (2018). Genetic and environmental factors affecting the expression of alpha-gliadin canonical epitopes involved in celiac disease in a wide collection of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars and landraces. *BMC Plant Biol*, 18(1), 262. doi: 10.1186/s12870-018-1487-y
2. Dubois, B., Bertin, P., & Mingeot, D. (2016). Molecular diversity of alpha-gliadin expressed genes in genetically contrasted spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) accessions and comparison with bread wheat (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) and related diploid *Triticum* and *Aegilops* species. *Mol Breed*, 36(11), 152. doi: 10.1007/s11032-016-0569-5
3. Dubois, B., Bertin, P., Muhovski, Y., Escarnot, E., & Mingeot, D. (2017). Development of TaqMan probes targeting the four major celiac disease epitopes found in alpha-gliadin sequences of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) and bread wheat (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*). *Plant Methods*, 13, 72. doi: 10.1186/s13007-017-0222-2
4. Feng, Y., Qu, R., Liu, S., & Yang, Y. (2017). Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum aestivum* subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities. *J Sci Food Agric*, 97(2), 497–504. doi: 10.1002/jsfa.7751
5. Goriewa-Duba, K., Duba, A., Kwiatek, M., Wisniewska, H., Wachowska, U., & Wiwart, M. (2018a). Chromosomal distribution of pTa-535, pTa-86, pTa-713, 35S rDNA repetitive sequences in interspecific hexaploid hybrids of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and spelt (*Triticum spelta* L.). *PLoS One*, 13(2), e0192862. doi: 10.1371/journal.pone.0192862

6. Goriewa-Duba, K., Duba, A., Kwiatak, M., Wisniewska, H., Wachowska, U., & Wiwart, M. (2018b). Correction: Chromosomal distribution of pTa-535, pTa-86, pTa-713, 35S rDNA repetitive sequences in interspecific hexaploid hybrids of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and spelt (*Triticum spelta* L.). *PLoS One*, 13(8), e0203162. doi: 10.1371/journal.pone.0203162
7. Kozub, N. A., Boguslavskii, R. L., Sozinov, I. A., Tverdokhleb, E. V., Ksinias, I. N., Blium Ia, B., & Sozinov, A. A. (2014). [Alleles at storage protein loci in *Triticum spelta* L. accessions and their occurrence in related wheats]. *Tsitol Genet*, 48(1), 41–51.
8. Mencia, G., El-Qutob, D., Pineda, F., & Castillo, M. (2018). Occupational allergy to *Triticum spelta* flour. *Allergol Int*, 67(1), 158–159. doi: 10.1016/j.alit.2017.07.004
9. Srinivasa, J., Arun, B., Mishra, V. K., Singh, G. P., Velu, G., Babu, R.,... Joshi, A. K. (2014). Zinc and iron concentration QTL mapped in a *Triticum spelta* x *T. aestivum* cross. *Theor Appl Genet*, 127(7), 1643–1651. doi: 10.1007/s00122–014–2327–6

СУЧАСНИЙ СОРТИМЕНТ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ

А. І. Любченко, О. П. Сержук, О. О. Фоменко, В. С. Пархонюк

*Уманський національний університет садівництва, м. Умань
e-mail: lybchenko@meta.ua*

Найпродуктивнішою олійною культурою родини капустяних є озимий ріпак. У насінні ріпаку міститься близько 38–50% слабовисихаючої олії з йодним числом 94–112, 16–29% білка, 6–7%, клітковини та 24–26% безазотистих екстрактивних речовин. Олія – основний продукт вирощування ріпаку (Маслак, 2016; Сорока, 2012).

Олію харчових сортів використовують в їжу та для виготовлення маргарину, консервів, кондитерських та хлібобулочних виробів. Ріпакова олія надзвичайно корисна для здоров'я людини. Вона зменшує вміст холестерину в крові і цим запобігає ризику виникнення серцево-судинних захворювань (Кулакова та ін., 2005).

Ріпакова олія є цінною сировиною для виробництва біодизелю. Біодизель піддається повному біологічному розкладу, а рівень викидів вуглекислого газу в атмосферу при згоранні значно нижчий, у порівнянні з звичайним дизельним паливом (Оверченко, Міщенко, 2007). Вона застосовується у виробництві лаків, фарб, у металургійній та інших галузях промисловості, є незамінною основою для виготовлення екологічно безпечних препаратів захисту рослин, пластмас, миючих засобів тощо (Глухова та ін., 2012).

Ріпак став основною олійною культурою більш ніж у 30 країнах. Загалом озимого та ярого ріпаку у світовому землеробстві вирощують на площі близько 32 млн га. Найбільшими виробниками насіння ріпаку є ЄС, Канада, Китай та Індія (Маслак, 2016).

В Україні за обсягами виробництва олійних культур ріпак поступається соняшнику та сої. В нашій країні в основному висівають озимий ріпак, виробництво ярого ріпаку незначне. Посівна площа озимого ріпаку складає понад мільйон гектарів, за середньої врожайності на рівні 27 ц/га, валовий збір становить в обсязі 2,6 млн т (Маслак, 2016).

Одним з найбільш дієвих шляхів підвищення ефективності виробництва сільськогосподарських культур є використання нових високопродуктивних

адаптивних сортів і гібридів. Це дає змогу підвищити врожайність посівів, зменшити виробничі затрати на вирощування культури та отримати продукцію високої якості.

Сьогодні, залежно від напрямків використання сировини, селекцію ріпаку озимого ведуть у двох основних напрямках: створення високоолійних сортів харчового та технічного використання.

Насіння сортів ріпаку харчового напрямку повинні мати високий вміст олеїнової і лінолевої кислот та низький ерукової (менше 2,0%), а також ліноленової кислоти, яка за тривалого зберігання надає олії гіркого смаку. В селекції ріпаку харчового напрямку надають перевагу жовтонасінним сортам, оскільки вони мають підвищений вміст білка й олії та низький вміст клітковини. Нині створено сортів 000-типу, які поєднують безеруковість, низькоглюкозинолатність і жовтонасінність. За смаковими якостями олія таких сортів нагадує оливкову (Кулакова та ін., 2005; Пешук, Носенко, 2011).

Для виробництва біодизелю олія має мати високу концентрацію ейкозенової та ерукової жирних кислот. Сумарна кількість мононенасичених кислот в межах 53–69%, а поліненасичених – до 23%. Паливо отримане з такої сировини характеризується високою калорійністю та оптимальними технологічними показниками (Оверченко, Міщенко, 2007).

Окрім того, сорти та гібриди ріпаку озимого, незалежно від напрямків використання сировини, мають бути високоврожайними, стійкими до вилягання, розтріскування стручків та осипання насіння, резистентними до хвороб та шкідників, добре переносити негативні чинники перезимівлі (Комарова та ін., 2014).

На 2019 рік до Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні внесено 233 гетерозисних гібриди та 44 сорти ріпаку озимого. Частка сортів та гібридів вітчизняної селекції становить 15%. За останні п'ять років кількість сортів та гібридів ріпаку озимого на українському ринку збільшилась майже вдвічі (Державний реєстр сортів, придатних до поширення в Україні на 2019 рік, 2019).

У вітчизняних науково-дослідних установах селекція ріпаку озимого переважно зосереджена на створенні сортів: рекомендовано 32 сорти та 11 гібридів. Селекцію гетерозисних гібридів ведуть Інститут олійних культур (Параллак), Національний університет біоресурсів і природокористування України (Фарадей, Синтетік, Снігова королева, Клеопатра), Всеукраїнський науковий інститут селекції (Блекстоун, Редстоун) та ТОВ «Хімагромаркетинг» (ГКХ 0224, ГКХ 2624, ГКХ 3705, ГК Габрієлла). Вітчизняні сорти та гібриди відзначаються високою пристосованістю до умов вирощування та стійкістю негативних факторів довкілля.

Закордонними селекційними фірмами переважно ведеться гетерозисна селекція культури. Гетерозисні гібриди, в порівнянні з сортами, характеризуються високою технологічністю, урожайністю та якістю продукції. Найбільше позицій в Державному реєстрі сортів представлено іноземними селекційними фірмами: Монсанто (50 гібридів та два сорти), DSV (23 гібриди та один сорт), Байєр (19 гібридів), Лембке (18 гібридів), Лімагрейн (18 гібридів), Сингента (17 гібридів), Піонер (17 гібридів), Євраліс (16 гібридів). Разом ці вісім компаній формують 65% сортових ресурсів ріпаку озимого вітчизняного ринку.

Незважаючи на велике різноманіття асортименту ріпаку озимого представлених в Державному реєстрі сортів, не всі вони мають широке застосування у виробництві. Так, при проведенні посівної компанії 2018 року, аграрії скористалися 107 сортами та гібридами, причому половина площ засіяно 10 гібридами іноземної селекції. Найбільше поширення мають гібриди німецької

селекційної фірми Лембке: 14% від загальної площі культури засіяно гібридом Шерпа, 11% – Рохан, 4% – Абакус, по 3% – Мерседес, Ксенон та Вісбі. Сортами та гібридами української селекції займають 10% посівних площ ріпаку озимого (Любенець, 2018).

Отже, на ринку насіння України ріпаку озимого як за сортиментом, так і за площами вирощування лідируючі позиції займають гетерозисні гібриди іноземної селекції. Вітчизняними селекціонерами, для забезпечення конкурентоздатності, необхідно мобілізувати роботу зі створення високопродуктивних гетерозисних гібридів адаптованих до місцевих умов вирощування.

Література

1. Маслак О. (2016) Перспективи вирощування та реалізації ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 13. С. 58–62.
2. Сорока В. І. (2012) Перспективи ріпаку в Україні. *Агроном*. 2012. № 2. С. 86.
3. Кулакова С. Н., Гаппаров М. М., Викторова Е. В. (2005) О растительных маслах нового поколения в нашем питании. *Масложировая промышленность*. 2005. № 1. С. 4–8.
4. Оверченко Б. П., Міщенко Н. М. (2007) Перспективи розвитку ріпаківництва та проблеми виробництва біодизелю в Україні. *Економіка і прогнозування: Науково-аналітичний журнал*. 2007. № 3. С. 75–98.
5. Глухова Н. А., Садовой О. О., Несміян А. І., Сонець Т. Д. (2013) Аналіз напрямів використання ріпаку як об'єкта трансфера. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. № 15. С. 39–55.
6. Пешук Л. В., Носенко Т. Т. (2011) *Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч. посібник*. К.: Центр учбової літератури. 296 с.
7. Комарова І. Б., Виновець В. Г., Гайдаш Є. В., Лісняк Г. Д., Іванов М. В., Сенік Р. В. (2014) Селекційні досягнення щодо створення сортів і гібридів ріпаку в Інституті олійних культур НААН. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. № 20. 2014. С. 127–135
8. *Державний реєстр сортів, придатних до поширення в Україні на 2019 рік*. <http://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
9. Любенець М. (2018) Подбати про потенціал. *АгроМаркет*. № 8. 2018. <http://www.agrotimes.net/journals/archive/405-agromarket>.

ПРОДУКТИВНІСТЬ І КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ ПРОСТИХ СТЕРИЛЬНИХ ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО ЯК МАТЕРИНСЬКОЇ ФОРМИ

З.О. Мазур, М.О. Корнєєва

*Верхняцька дослідно-селекційна станція
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*

У селекції озимого жита на гетерозис вичерпано не всі можливості генетично обумовленого підвищення врожайності. Як материнську форму сучасних гібридів здебільшого використовують лінійний селекційний матеріал. Однак у процесі створення чоловічостерильних (ЧС) аналогів озимого жита лінії зазнають інбредної депресії за продуктивністю, що створює труднощі при формуванні кінцевих сортолінійних гібридів [1]. Рівень продуктивності батьківських форм повинен

знаходитися не нижче 90% від стандарту [2].

Для зняття інбредної депресії як материнських форм можна використовувати прості стерильні гібриди. Для їх одержання на Верхняцькій дослідно-селекційній станції застосовували метод однобічних циклічних схрещувань, що є різновидністю топкросів [3].

Особливістю його є те, що селекціонер працює з двома наборами ліній – групою стерильних і групою фертильних за пилком форм (закріплювачі фертильності). Перевагою методу є повна гібридність одержаного насіння, що забезпечує високу точність аналізу на комбінаційну здатність. Крім того, поряд з характеристикою ЧС аналогів і закріплювачів стерильності (ЗС), можна виділити перспективні комбінації. Вони можуть слугувати материнським компонентом кінцевих сортолінійних (комерційних) гібридів, а за своєю генетичною структурою є простими стерильними гібридами. Крім того такі схрещування дозволяють виявити характер генних взаємодій при формуванні таких гібридів, що розширює межі існуючого розуміння природи формування гетерозису.

Метою нашого дослідження було відібрати генетично-цінні лінії ЧС аналоги і ЗС для формування простих стерильних гібридів як материнських компонентів і визначити рівень їхнього гетерозису.

У дослід було залучено 6 кращих ЧС аналогів, які були виділені у попередні роки, за показниками господарсько-цінними ознаками – стерильністю, урожайністю зерна, комбінаційною здатністю. Це лінії ЧС 13, 14, 16, 18, 20 та 21. Закріплювачами стерильності слугували також 6 фертильних ліній під номерами 1, 3, 4, 6, 7 та 8, які добре закріплюють стерильність і характеризуються доброю продуктивною здатністю. Було

отримано 36 гібридних комбінацій. Дисперсійний аналіз даних показав істотну відмінність між отриманими генотипами ($F_{\text{факт.}}=26,68 > F_{\text{теорет.}}=1,65$).

Структура мінливості ознаки продуктивності у простих стерильних гібридів залежно від батьківських форм і їх взаємодії наведено на рис.1.

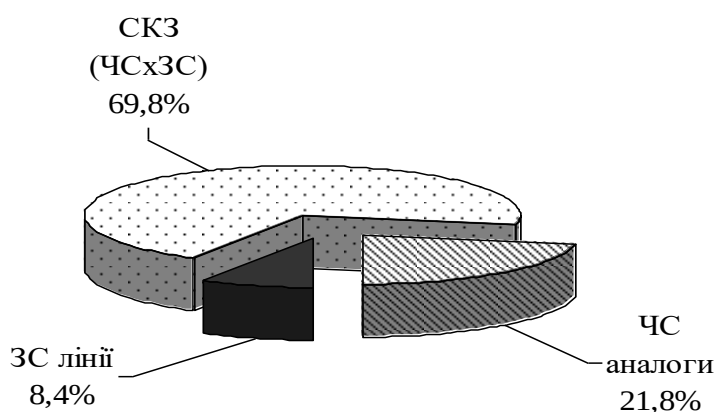


Рис.1 Структура мінливості ознаки “продуктивність” для простих стерильних гібридів озимого жита

Вплив ЧС аналогів оцінювався у 21,8%, ЗС 8.4%, взаємодія компонентів була найбільшою і складала 69,8%. Це свідчить про те, що при формуванні простих стерильних гібридів, які слугуватимуть як материнський компонент, особливо важливе значення буде мати підбір компонентів за специфічною комбінаційною здатністю (СКЗ). Істотність відмінностей між одержуваними гібридами дозволила виявити генетичну цінність кожної із ЧС ліній. Ефекти загальної комбінаційної здатності пилкостерильних форм наведено на рис.2. Як показав аналіз даних

комбінаційної здатності, найкращою за ЗКЗ виявилися лінії ЧС-21 ($q_j = 3,03^*$) та лінія ЧС-13 ($q_j = 2,38^*$). Остання лінія впродовж попередніх років досліджень виділялася найкращими показниками стерильності. Лінія ЧС-20 мала нижчий ефект ЗКЗ, але також істотний ($q_j = 1,51^*$).

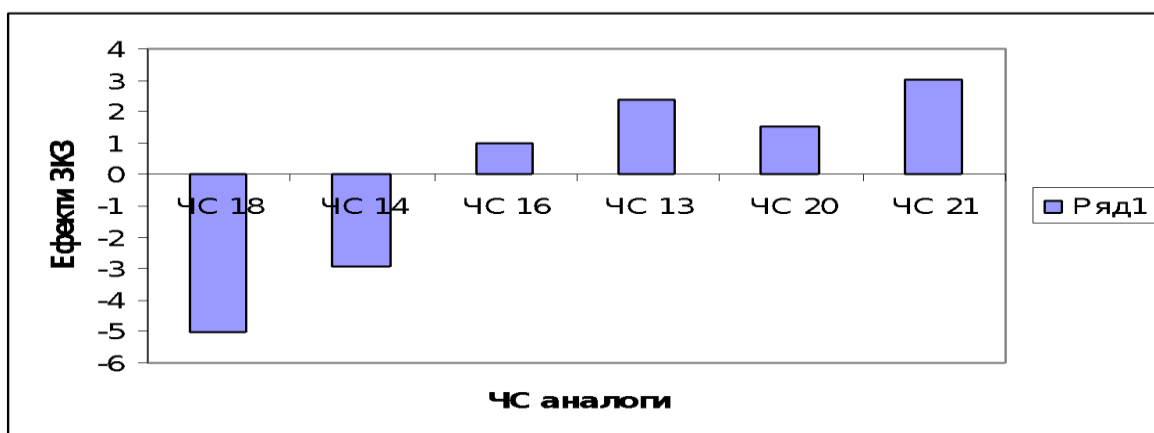


Рис. 2 Ефекти ЗКЗ ЧС аналогів озимого жита за урожайністю зерна

Дві лінії – ЧС-18 та ЧС-14 мали істотно низькі значення – відповідно $-5,01$ та $-2,93$, що свідчить про їх низький внесок адитивних генів. Лінія ЧС-16 ($q_j = 1,00$) не відрізнялася від середньопопуляційного значення.

У зв'язку з істотністю відмінностей по ЗС, проведена їх диференціація за ефектами ЗКЗ (рис. 3). Кращими ЗС за ЗКЗ виявилися лінії 7 ($q_j = 2,59^*$) та лінія 3 ($q_j = 1,42^*$) які характеризувалися істотно високими значеннями ефектів ЗКЗ за врожайністю.

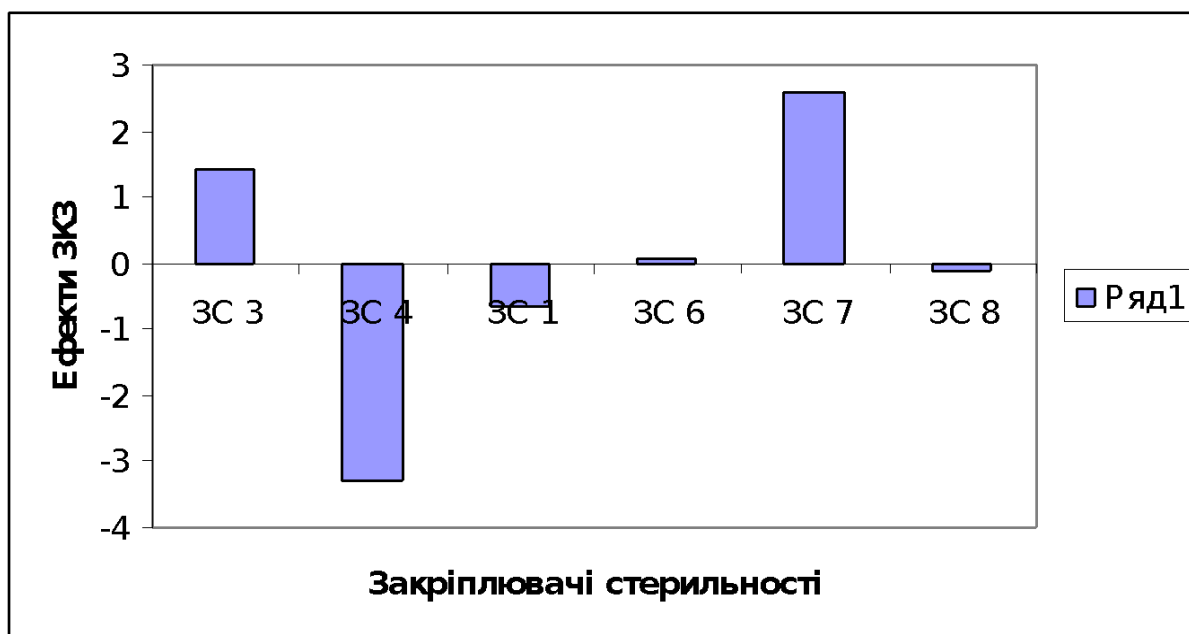


Рис. 3 Ефекти ЗКЗ закріплювачів стерильності озимого жита за урожайністю

Як було зазначено вище, у структурі мінливості ознаки продуктивності найбільший вплив виявила взаємодія компонентів, що відображає домінантні та епістатичні ефекти при взаємодії генів. Це означає, що ефекти ЗКЗ при формуванні гібридних комбінацій будуть значною мірою впливати на кінцеве вираження

ознаки. Ефекти СКЗ ЧС аналогів х ЗС подано у табл. 1.

1. Ефекти і константи СКЗ ЧС аналогів і закріплювачів стерильності

№ п/п	ЧС аналогів	Ефекти СКЗ						Константи СКЗ ліній
		ЗС 3	ЗС 4	ЗС 1	ЗС 6	ЗС 7	ЗС 8	
1	ЧС 13	2,84*	6,40*	1,85	-8,68	-5,74	3,32*	28,6
2	ЧС 14	-1,37	1,65	8,44*	-5,67	-2,13	0,92	18,9
3	ЧС 16	1,36	-5,70	-0,65	7,75	-6,64	3,32*	28,6
4	ЧС 18	0,19	4,68*	-8,54	-2,90	10,64*	-4,07	38,8
5	ЧС 20	-4,64	0,76	-4,92	2,94*	-1,08	6,95*	17,4
6	ЧС 21	1,63	-7,79	3,82*	6,56*	4,75*	-8,97	37,3
Константи ЗС СКЗ		6,0	26,3	31,1	37,9	36,0	28,5	27,7

Як показав аналіз табл. 1, істотно високу взаємодію компоненту схрещування виявили комбінації ЧС-18 х ЗС-7 ($S_{ij}=10,64$), ЧС-14 х ЗС-1 ($S_{ij}= 8,44$), ЧС-16 х ЗС-6 ($S_{ij}= 7,75$). Дещо нижчу, але таку, яка також достовірно впливає на ознаку СКЗ, показали комбінації ЧС-20 х ЗС-8, ЧС-13 х ЗС-4, ЧС- 21 х ЗС-7, ЧС-13 х ЗС-8 та ЧС-13 х ЗС-3, ЧС-20 х ЗС-6. У цих комбінацій ефект СКЗ коливається в межах 6,95...2,84 і були істотними.

Результатом дії і взаємодії генів, що чисельно виражена в ефектах комбінаційної здатності, а також впливу умов довкілля, є фенотипове вираження ознаки [4]. Урожайність простих стерильних гібридних комбінацій – материнських форм подана у табл.2.

2. Продуктивність простих стерильних гібридів озимого жита

№ п/п	ЧС аналогів	Закріплювачі стерильності						Середнє значення по лініям
		ЗС 3	ЗС 4	ЗС 1	ЗС 6	ЗС 7	ЗС 8	
1	ЧС 13	51,38	50,22	48,33	38,51	43,98	50,31	47,1
2	ЧС 14	41,87	40,18	49,62	36,22	42,29	40,78	41,8
3	ЧС 16	48,51	36,74	44,45	53,56	41,89	49,29	45,7
4	ЧС 18	41,33	41,11	30,55	36,89	52,96	35,53	39,7
5	ЧС 20	43,02	43,71	40,69	49,25	47,75	53,07	46,2
6	ЧС 21	50,82	36,69	50,95	54,40	55,11	38,67	47,8
Середнє ЗКЗ		46,2	41,4	44,1	44,8	47,3	44,6	44,7

$$HIP_{05} = 3,68$$

Як показано в табл.3, варіювання продуктивності в даному досліді було значним – від 30,55ц/га (ЧС-18 х ЗС-1) до 55,11ц/га (ЧС-21 х ЗС-7). Це свідчить про важливість добору комбінаційно-здатних пар при одержанні гібридів з високою продуктивністю.

У табл. 3 подані кращі гібридні комбінації та ефекти комбінаційної здатності компонентів, що пояснює генетичну обумовленість високої продуктивності.

3. Кращі гібридні комбінації, та ефекти КЗ батьківських компонентів

Гібридні комбінації	Урожайність % до st	Комбінаційна здатність		
		q_i	q_j	S_{ij}
ЧС18 х ЗС7	100,3	-5.01	2.59*	10.64*
ЧС14 х ЗС4	94,0	-2.91	-3.30*	1.65
ЧС16 х ЗС3	91,9	1.00	1.42*	1.36
ЧС16 х ЗС6	101,4	1.00	0.06	7.75*
ЧС16 х ЗС8	93,4	1.00	-0.13	3.68*
ЧС13 х ЗС3	97,3	2.38*	1.42*	2.84*
ЧС13 х ЗС4	95,1	2.38*	-3.30*	6.40*
ЧС13 х ЗС1	91,5	2.38*	-0.64	1.85
ЧС13 х ЗС8	95,3	2.38*	-0.13	3.32*
ЧС20 х ЗС6	93,3	1.51*	0.06	2.94*
ЧС20 х ЗС8	100,5	1.51*	-0.13	6.95*
ЧС21 х ЗС6	103,0	3.03*	0.06	6.56*
ЧС21 х ЗС7	104,4	3.03*	2.59	4.75*

Виходячи з формули четвертого методу Гриффінга, найкращою гібридною комбінацією можна вважати таку, у якої як ефекти ЗКЗ, так і ефекти СКЗ мають найбільше числове значення, або алгебраїчна сума різнонаправлених ефектів мала позитивне значення. У нашому досліді кращою материнською формою, представленою у вигляді простого стерильного гібриду, є ЧС-21 х ЗС-7, урожайність якого 104,4% до стандарту. У цієї комбінації всі три складові мають достовірно високі ефекти.

Гібридна комбінація ЧС-21 х ЗС-6 (103,0% до стандарту), характеризується істотно високими ефектами ЗКЗ ЧС аналога і істотно високою СКЗ, проте ЗКЗ закріплювача стерильності була на рівні середньопопуляційних значень. Це ж саме стосується комбінації ЧС-20 х ЗС-8 (100,5%). Комбінація ЧС-18 х ЗС-7 (100,3%) при від'ємній ЗКЗ ЧС аналога мала істотно значну ЗКЗ закріплювача стерильності і найвищий ефект позитивної взаємодії (+10,64*). На основі ЧС аналога 13 і закріплювача стерильності 3 створено гібрид, який подано на реєстрацію в Центр генетичних ресурсів, показав урожайність 97,3%, що є добрим значенням для компонента гібридизації. Варто зазначити що як ЗКЗ так і СКЗ була достовірною.

Таким чином, на основі експериментів можна зробити висновок, що одnobічні циклічні схрещування, проведені для ЧС аналогів і закріплювачів стерильності, дозволяють одночасно з їх оцінкою за комбінаційною здатністю створити прості стерильні гібриди, які слугуватимуть материнською формою для кінцевих сортолінійних гібридів на ЧС основі.

Виділено ЧС аналоги ЧС-13, ЧС-20 та ЧС-21 з істотною високою комбінаційною здатністю, а також комбінаційно-здатний закріплювач стерильності під умовним номером 3, які можна залучати для формування перспективних комбінацій. Виділено 13 простих стерильних гібридів із 36, Урожайність яких перевищує 90% до стандарту. Продуктивність материнських форм – простих стерильних гібридів – ЧС-8 х ЗС-7, ЧС-20 х ЗС-8, ЧС-20 х ЗС-8, ЧС-21 х ЗС-6 та ЧС-21 х ЗС-7 знаходиться на рівні або ж перевищує стандарт сорт Верхняцьке 94, їх можна рекомендувати для створення високопродуктивних сортолінійних ЧС гібридів озимого жита.

Література

1. Корнєєва М.О., Мазур З.О., Ермантраут Е.Р. Оцінка комбінаційної здатності ЧС ліній озимого жита в процесі їхнього створення. *Вісник ХНАУ Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво"*. №5, 2006. С.185–188.
2. Перетятко В.Г. Ослабленный инбридинг в селекции сахарной свеклы. *Сахарная свекла*. №12, 1986. С. 26–29.
3. Корнєєва М.О., Власюк М.В. Системи контрольованих схрещувань при оцінці комбінаційної здатності селекційних матеріалів цукрових буряків. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. К.: Аграрна наука.– 2004. С.227–235.

УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПАРАМЕТРІВ ПІЛКОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ

М.О. Макаrchук

Уманський національний університет садівництва, м. Умань
e-mail: marishka2708@ukr.net

Кукурудза є важливою зерною, кормовою і технічною культурою, що була одомашнена на півдні Мексики близько 9000 років тому (Ilitis et al. 2006. р. 27). У світовому виробництві 20% її зерна йде на продовольчі потреби, 15–20% на технічні цілі та 60–65% на корм худобі (Загинайло та ін., с. 27).

В Україні за площею вирощування кукурудза серед зернових культур посідає почесне третє місце, поступаючись пшениці і ячменю (Ситник, 2005. с. 6; Харченко, 2005. с. 31; Моргун та ін., 2007. с. 21). Та на жаль, її виробництво залишається нестабільним.

В останні роки врожайність зернової кукурудзи в Україні зростала з 3,24 т/га в 2001 р. до 6,44 т/га в 2011 р., проте у 2012р. вона знизилась до 4,79 т/га (Савкіна, Гончаров, 2014, с. 23), що нижче середньосвітових показників (4,99–5,18 т/га), та значно нижче порівняно з такими передовими виробниками кукурудзи як США, з рівнем урожайності 9,59–10,34 т/га, Франція – 8,81–9,44 та Китай – 5,06–5,48 т/га (Бондаренко та ін., 2013. с. 77).

Та підвищення її врожайності та поліпшення якості продукції можливе за рахунок створенням і впровадженням у виробництво нових високоврожайних гетерозисних гібридів кукурудзи та використанням високоякісного гібридного насіння. Гібридне насіння отримане за схемами з ручною кастрацією материнського компонента забезпечує найвищий прояв гетерозису, однак підвищення собівартості насіння, вирощеного за такими схемами не завжди окупається додатковим урожаєм. Спроби застосування механізованої кастрації (зрізування волотей) не набули широкого впровадження. Для механізованої кастрації потрібні гібриди зі 100% вирівняністю рослин за висотою і дружним (за датою) виходом волотей для обмеження небажаного самозапилення. Крім того, за даними Ж.М. Новак, пошкодження рослин під час кастрації призводить до зменшення врожайності насіння (Новак, 2005. с. 22). Тому для здешевлення виробництва насіння гетерозисних гібридів кукурудзи використовуються різні форми генної і цитоплазматичної чоловічої стерильності, як найбільш вивчені варіанти генетичної системи контрольованого розмноження (ГСКР) кукурудзи (Парій, 2005, с. 5).

Нині у насінництві гетерозисних гібридів кукурудзи здебільшого

застосовують молдавський і парагвайський типи стерильності. Вважається, що материнські лінії з чоловічою стерильністю на ділянках гібридизації використовують більше поживних речовин на формування зерна, завдяки відсутності потреби розвитку пилку, внаслідок чого збільшується врожай гібридного насіння. Підтвердження цьому у 1966 році отримав В. Є. Козубенко при вирощуванні сортолінійного гібрида Буковинський 3 отримавши за п'ять років проведення досліджень на 5% більшу врожайність, ніж урожайність аналога цього гібрида, отриманого на нормальній цитоплазмі. Підвищена врожайність спостерігалась навіть у роки посухи (Козубенко, 1965, с. 179).

Нині гетерозисні гібриди кукурудзи завдяки підвищеному адаптивному потенціалу, вищій врожайності і переведенню насінництва на чоловічо-стерильну основу, практично витіснили з виробництва класичні сорти популяції, забезпечуючи отримання прибавки врожаю на 25–30% і більше (Парій, 2008, с. 64).

Основною задачею сучасного насінництва для прискореного розвитку сільськогосподарського виробництва зернових культур є реалізація сумісних досягнень селекції та насінництва за рахунок впровадження нових високопродуктивних гібридів, що забезпечують отримання високих урожаїв, повної реалізації їх генетичного потенціалу та зменшення собівартості вирощуваної культури.

Майже всі гібридні форми мають добре розвинену волоть. Та за даними М.М. Муляр встановлена критична залежність між умовами вирощування і рівнем пилкової продуктивності (Муляр, 1999, с. 91).

Аналіз показників параметрів волоті проведений за середніми дворічними даними вказує, що за довжиною волоті всі селекційні зразки віднесено до середньої групи із значенням від 34 до 38 см (табл. 1) (Класифікатор-довідник виду *Zea mays* L., 2007, с. 40).

Параметри волоті та урожаність досліджуваних селекційних зразків кукурудзи, середнє за 2017–2018 рр.

Селекційний зразок	Параметри волоті		Урожайність, т/га
	довжина волоті, см	кількість бічних галузок, шт	
220	34	8	5,7
480	37	15	6,2
320	35	9	5,9
490	38	16	6,3

Кількість галузок волоті та їх розмір визначають пилкоутворювальну здатність зразків. За кількістю галузок на волоті селекційні зразки було розділено на три групи. До першої групи із малою кількістю галузок (6–10 шт.) 8 та 9 шт., відповідно відносяться селекційні зразки 220 та 320 (отримані на молдавському типі стерильності).

До другої групи із середньою кількістю галузок (від 11 до 15 шт.) 15 шт. – 480 зразок (отриманий на ядерному типі стерильності), тоді як до третьої групи із великою кількістю галузок (від 16 до 20 шт.) віднесено 490 зразок (отриманий на ядерному типі стерильності).

Отже, згідно отриманих даних найкращі показники параметрів волоті були у селекційних зразків 490 та 480 (отриманих на ядерному типі стерильності). Дані зразки у досліді забезпечили і найбільше значення урожайності відповідно 6,2 та 6,3 т/га.

Окрім, параметрів волоті від яких залежить рівень врожаю, важливими також є довжина обгортки на качані. Бо її розмір також може бути визначним у період запилення культури. Оскільки, при коротких обгортках приймочки підсихають і стають не прийнятними для пилку. Таку залежність спостерігали у селекційного зразка 320, у якого обгортки були коротші у порівнянні до інших зразків.

ЯВИЩЕ САМОНЕСУМІСНОСТІ В РОСЛИН ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В СЕЛЕКЦІЇ ЛЮЦЕРНИ

В.С. Мамалига¹, В.Д. Бугайов², В.М. Горенський²

Вінницький національний аграрний університет

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України

Самонесумісні рослини – рослини, нездатні до самозапліднення. Пилок, потрапивши на приймочку власної квітки або на приймочку квіток тієї ж рослини, проростає, але незабаром зупиняє ріст і пилкові трубки гинуть, не досягнувши зародкового мішка. При цьому самонесумісні рослини виявляються безплідними (безнасінними), якщо на їх квітки не потрапить пилок із сусідніх (неспоріднених) рослин.

Самонесумісні рослини ділять на дві великі групи, кожна з яких містить десятки ботанічних родин:

- рослини з гомоморфною несумісністю, які в межах виду або популяції мають морфологічно ідентичні квітки (родина Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae, Fabaceae, Rosaceae, Scrofulariaceae та ін.);

- рослини з гетероморфною несумісністю, в популяціях яких зустрічаються два-три морфотипи квіток (більше 24 родин, в тому числі родина Boraginaceae, Rubiaceae, Plumbaginaceae, Primulaceae та ін.).

Самонесумісність, контролюючи перехресне запилення у рослин, перешкоджає гомозиготизації генів і запобігає негативним наслідкам, що виникають в потомствах споріднених схрещувань. Вона зберігає в рослинних популяціях високий рівень гетерозиготності, підтримуючи на певному рівні ефект гетерозису, що дозволяє рослинам краще адаптуватися до різноманітних умов середовища.

Ідея використання явища самонесумісності в селекції люцерни базується на схрещуванні двох або більше самонесумісних клонів, яке, на відміну від ЦЧС, дозволить не лише досягти 60–80% виходу гібридного насіння на всіх компонентах схрещування, але і забезпечить тривале збереження високого рівня гетерозису в такій синтетичній популяції.

Вивчення можливості використання явища самонесумісності в селекції люцерни проводилось в багатьох наукових центрах як в Україні (Інститут землеробства НААН, Інститут зрошувального землеробства НААН, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН, Полтавська ДСГДС), так і за її межами (Всеросійський інститут кормів, Сибірське відділення АН СРСР та ін.).

Спробу пояснити генетичну природу явищ самонесумісності (самостерильності) – самосумісності (самофертильності, автогамії) у люцерни була

покликана гіпотеза, висунута в роботах А.Ф. Бобра (Бобер А.Ф., 1988; 2001). В результаті цих досліджень було встановлено, що самосумісність контролюється двома генетичними системами, перша з яких визначає рівень запліднення насіннєвих зачатків зав'язі при самозапиленні і її функціонування залежить від наявності і чисельності S^f алелів, котрі виникають шляхом мутацій S алелів локусу самонесумісності. При цьому частка сумісних запилень зростає, досягаючи своєї межі у класу високосамосумісних рослин з тетраалельним станом генотипів $s^f s^f s^f s^f$. Друга визначає рівень виживання самозаплених насіннєвих зачатків у зав'язі і її функціонування залежить від гетерозиготності локусу самонесумісності, котрий включає як S , так і S^f алелі. Найбільш вірогідним механізмом другої системи, як вважає автор, є тісно зчеплені з S алелем збалансовані блоки субвітальних генів, які контролюють ембріональні процеси.

Аналіз структури популяцій люцерни за ознакою самонесумісності показав, що в отриманих гібридів ефект гетерозису по зеленій масі досягав 30–40%, а насінню – 10–20%. При цьому були виявлені значні відмінності по здатності до самозапліднення між сортами різного походження і групами сортів, а також між окремими рослинами одного і того ж сорту.

Результатом цих робіт стало створення сортів-синтетиків (Ярославна, Роксолана і Ольга) з використанням клонів самофертильних рослин різного генетичного походження, які мають часткову автогамію, що особливо важливо для північних районів України, де кількість природних запилювачів люцерни незначна (Бобер А.Ф., 2001).

В роботах інших дослідників (Бугайов В.Д., Максимов А.М., 2005) були встановлені стохастичні зв'язки між рівнем самонесумісності та фертильністю пилку, а також між насіннєвою та кормовою продуктивністю виділених із синтетичної популяції 2/95 біотипів люцерни з підвищеним рівнем самонесумісності. Виділені клони з підвищеним рівнем самонесумісності відрізнялись забарвленням віночка, формою боба (з 3–4 обертами) та напіврозлогою прямостоячою формою куща.

В подальших дослідженнях, проведених в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН, на двох сортах люцерни (Вінничанка і Регіна) за схемою запилення: в межах квітки; в межах китиці; в межах рослини; в межах популяцій клонів; в межах популяції абсолютно самонесумісних, схрещених з відносно самофертильними; в межах популяції абсолютно самонесумісних, схрещених з абсолютно самонесумісними було виявлено, що популяційний розподіл рівня самонесумісності люцерни як у сорту Вінничанка, так і в сорту Регіна відрізняється від нормального. Спостерігалось зміщення емпіричного значення середньої арифметичної на 29–34% в сторону вищих значень, а варіація цього показника по роках була значною, бо перевищувала у всі роки досліджень 20%. Це дозволило виявити механізм і запатентувати (2006) спосіб виділення самонесумісних рослин люцерни, який дає можливість ідентифікувати генотипи зі стабільним проявом самонесумісності, а також встановлено значний внесок материнської форми у фенотипову мінливість цієї ознаки (Максимов А.М., Бугайов В.Д., 2013).

Оцінка виділених генотипів з підвищеним рівнем самонесумісності (60–100%) показала, що абсолютно самонесумісні розклоновані рослини впродовж двох років виявилися нежиттєздатними та повністю загинули. Серед інших генотипів практично не виявлено рослин з підвищеним рівнем кормової та насіннєвої продуктивності. Частіше зустрічалися генотипи, які мають покращену одну або

декілька ознак. Частка таких рослин найбільшою виявилась в діапазоні самонесумісності 60–80% (Бугайов В.Д., Горенський В.М., Максимов А.М., 2018). Встановлено високу комбінаційну здатність окремих з них за ознаками як кормової, так і насінневої продуктивності. У подальшому були сформовані синтетичні популяції з 3 до 13 клонових генотипів.

За результатами оцінки першого (Sin 1) та другого (Sin 2) покоління виділено ряд високопродуктивних сортів синтетиків з підвищеними показниками кормової та насінневої продуктивності (+11–27% до стандартного сорту Синюха), які під назвами Радослава, Родена, Раміна та Амага передані для кваліфікаційної експертизи у системі Державного сортовипробування (2015–2017 рр.).

Таким чином, з метою посилення ефективності селекційного процесу, спрямованого на створення сортів-синтетиків, слід використовувати клонові генотипи, які, поряд з окремими або комплексом ознак і високою загальною комбінаційною здатністю, мають підвищений рівень самонесумісності (60–80%).

В селекційних програмах при створенні сортів-синтетиків з високим рівнем самонесумісності більше уваги слід приділити добору материнських форм, ніж батьківських, оскільки дана ознака успадковується в набагато більшій мірі від матері, ніж від батька.

Однак проблему створення синтетичних сортів-популяцій на основі самонесумісності з високим і стійким рівнем гетерозису не можна вважати остаточно вирішеною. Тому вона вимагає продовження кропіткої і довготривалої роботи, яка забезпечила б бажаний результат.

Література

1. Бобер А.Ф. Генетика систем размножения и селекция на повышение семенной продуктивности гречихи и люцерны // Автореферат докторской диссертации. – Киев, 1988 – 39с.
2. Бобер А.Ф. Селекция автогамной люцерны // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 12. – С. 35–38.
3. Бобер А.Ф. Генетико-селекційні дослідження по створенню конкурентноздатних сортів автогамної люцерни / Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К.: Логос, 2001. – Т.3. – С. 236–243.
4. Бугайов В.Д. Популяційна мінливість рівня самонесумісності та особливості її прояву у люцерни посівної / Бугайов В.Д., Максимов А.М. // Корми і кормовиробництво. – 2005. – Вип.55. – С. 9–15.
5. Бугайов В.Д. Шляхи підвищення генетичного потенціалу кормової та насінневої продуктивності люцерни / Бугайов В.Д., Горенський В.М., Максимов А.М. // Тези доповідей X міжнародної конференції «Корми і кормовий білок». – 2018. – С.4–5
6. Спосіб виділення самонесумісних рослин люцерни посівної // Патент МПК (2006). А01Н1/04, № 17756 від 16.10.2006.
7. Максимов А.М. Генетичне детермінування ознак продуктивності генотипів люцерни посівної з підвищеним рівнем самонесумісності / Максимов А.М., Бугайов В.Д. // Корми і кормовиробництво. – 2013. – Вип.76. – С. 16–20.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И ВЫЖИВАЕМОСТЬ РАСТЕНИЙ ХЛОПЧАТНИКА

Н.Х. Мамедова, Г.М. Шихлинский

*Институт Генетических Ресурсов НАНА, Баку, Азербайджан
e-mail: naila.xurshud27@yahoo.com*

Экспериментальный мутагенез, наряду с гибридизацией, является одним из ведущих методов селекции растений. Этим методом создано большое число сортов сельскохозяйственных растений, в том числе и хлопчатника. Наряду с радиоционным широко используется и метод химического мутагенеза. Характерным отличием химических мутагенов от ионизирующих излучений является то, что последние дают всегда высокий процент хромосомных нарушений, в то время как химические вещества ведут в основном к изменениям отдельных генов и образованию мелких нехваток хромосом, что является более ценным для селекции. Наиболее известными химическими мутагенами являются: этилметансульфонат, этиленимин, диэтилсульфат, диметилсульфат, нитрозометилмочевина, нитрозоэтилмочевина и другие. Кроме того, химические мутагены используются не только в водных растворах, но и в газовой фазе. Такое воздействие позволяет производить обработку пыльцы и других частей растений, замачивание которых в водных растворах мутагенов затруднено или невозможно.

В результате проведенных исследований было показано, что химические мутагены в газовой фазе вызывают сильную стимуляцию плодообразования и роста растений, ускоряет сроки созревания. Действие паров мутагенов вызывает частоту и широкий спектр генетической изменчивости таких признаков и свойств хлопчатника, как тип ветвления, скороспелость, вилтоустойчивость, урожайность и его качество [1, 2, 4, 5, 6]. Повышение частоты мутаций и генетического разнообразия в экспериментальном мутагенезе обеспечивается многими факторами, определенное значение здесь может иметь также и физиологическое состояние семян в момент обработки.

Для исследования нами были взяты семена хлопчатника сорта 3038, вида *G. hirsutum* L., а в качестве мутагенных факторов использовали этиленимин (ЭИ), диметилсульфат (ДМС) и диэтилсульфат (ДЭС) в газовой фазе. Обработка химическими мутагенами в газовой фазе проводилась по разработанной и рекомендованной отделом химической генетики Института химической физики АН РФ [3]. Контролем служили необработанные семена, находящиеся в аналогичных с опытом агрегатных состояниях при тех же экспозициях в эксикаторах.

Химические мутагены в газовой фазе в применяющихся обычно дозах оказывают повреждающее действие на растения хлопчатника в M_1 . Затрагивая и изменяя работу ферментных систем в год обработки, действие мутагенов приводит к нарушениям метаболизма, что в свою очередь определяет изменение физиологических процессов. В M_1 в определенных вариантах воздействия мутагенами можно наблюдать явления стимуляции разных признаков растений и, наоборот, угнетение их.

За критерий чувствительности сорта к мутагенным факторам в первом поколении (M_1) обычно берутся показатели полевой всхожести и выживаемости растений (от всходов до полного созревания).

Всхожесть семян и выживаемость растений хлопчатника сорта 3038 при воздействии химическими мутагенами в газовой фазе на сухие, замоченные и наклюнувшиеся семена при различных экспозициях представлены в таблице.

Всхожесть семян и выживаемость растений хлопчатника под воздействием химических мутагенов в газовой фазе

Вариант	Сухие семена	Замоченные семена	Наклюнувшиеся семена
Всхожесть семян			
Контроль	72,0	75,0	78,0
ЭИ-0,5 мл – 12 час	59,0	42,0	33,0
ЭИ-0,5 мл – 24 час	67,0	37,0	25,0
ЭИ-0,5 мл – 36 час	44,0	33,0	15,0
ДМС-2,0 мл – 12 час	67,0	64,0	46,0
ДМС-2,0 мл – 24 час	60,0	57,0	41,0
ДМС-2,0 мл – 36 час	58,0	50,0	36,0
ДЭС-2,0 мл – 12 час	68,0	66,0	52,0
ДЭС-2,0 мл – 24 час	63,0	61,0	46,0
ДЭС-2,0 мл – 36 час	57,0	53,0	40,0
Выживаемость растений			
Контроль	93,1	92,0	96,2
ЭИ-0,5 мл – 12 час	83,1	78,6	84,8
ЭИ-0,5 мл – 24 час	88,1	67,6	76,0
ЭИ-0,5 мл – 36 час	70,7	57,6	53,3
ДМС-2,0 мл – 12 час	86,6	84,4	91,3
ДМС-2,0 мл – 24 час	81,7	84,2	87,8
ДМС-2,0 мл – 36 час	77,6	80,0	80,6
ДЭС-2,0 мл – 12 час	88,2	89,2	92,3
ДЭС-2,0 мл – 24 час	84,1	83,6	87,0
ДЭС-2,0 мл – 36 час	80,7	79,2	82,5

Из таблицы видно, что всхожесть семян в опытных вариантах достоверно снижалась по сравнению с контролем при обработке сухих семян при самой большой экспозиции – 36 часов по всем трем мутагенам (ЭИ, ДМС, ДЭС) и по ЭИ еще при 12-ти часовой экспозиции. При воздействии мутагенами на замоченные семена по ЭИ наблюдалось снижение по всем трем экспозициям (12, 24 и 36-ти часовой обработке), а по ДМС и ДЭС – при 24 и 36-ти часовом воздействии. При обработке наклюнувшихся семян достоверное снижение всхожести семян наблюдалось по всем трем мутагенам и при всех экспозициях.

При использовании химических мутагенов в разных концентрациях и экспозициях могут возникать явления как депрессии, так и стимуляции отдельных биологических и количественных признаков. Относительно признака всхожести семян для хлопчатника сорта 3038 в наших опытах была характерна депрессия признака.

Уровень депрессии возрастал по мере увеличения экспозиции (от 12-ти до 36-ти часовой) в зависимости от физиологического состояния семян при воздействии на них мутагенами. Наименьший уровень депрессии наблюдался при обработке сухих семян -18,1–38,9%, за этими вариантами следовали показатели депрессии при обработке мутагенами замоченных семян -18,7–56,0%. Наибольшая депрессия

по всхожести семян отмечена при обработке наклюнувшихся семян -33,3 -80,6%

Относительно специфичности действия мутагена можно судить по наибольшей депрессии признака, которая обусловлена обработкой ЭИ семян различного физиологического состояния. Существенной разницы между ДМС и ДЭС по величине вызываемой ими депрессии не отмечено.

Наряду с учетом уровня депрессии представляло интерес определить долю (силу) влияния различных факторов на изменчивость признака всхожести семян. На основании статистической обработки данных 3-х факторным дисперсионным анализом выявлено, что наибольшая доля влияния на всхожесть семян приходится на специфичность действия мутагена, которая в наших опытах составила 56,7%. Значимая доля в изменчивости признака всхожести принадлежит и физиологическому состоянию семян в период воздействия химическими мутагенами -16,4%. Эти два фактора (мутагены и физиологическое состояние семян) показали и высокий уровень взаимодействия, достигший 17,6%.

Таким образом, выявление значимости отдельных факторов в изменчивости признака всхожести семян представляет большой интерес, позволяя правильно наметить стратегию действия. Это в определенной мере обуславливает возможность прогноза характера изменчивости и при планировании экспериментальных работ позволяет концентрировать внимание на факторах, доля влияния которых в большей степени определяет результативный признак. Выявляя долю (силу) влияния фактора на изменчивость признака под влиянием внешних факторов, направленно совершенствовать приемы этого процесса и, тем самым предопределять и способствовать максимальной его реализации.

Относительно выживаемости растений следует отметить, что среди исследованных было значительно меньшее количество вариантов, показавших достоверное различие с контролем, чем по признаку всхожести семян. Следовательно, этот признак в меньшей мере подвержен воздействию мутагенов на начальных стадиях онтогенеза. При обработке сухих семян выживаемость растений снижалась в вариантах со всеми мутагенами при самой большой экспозиции (36 час), а ДМС еще и при 24-х часовой экспозиции.

При воздействии химическими мутагенами в газовой фазе на замоченные семена достоверное снижение наблюдалось при обработке ЭИ и ДЭС при 36-ти часовой экспозиции, а ЭИ еще и при 24-х часовой экспозиции. По вариантам обработки ДМС выживаемость по сравнению с контролем и между экспозициями в пределах мутагена не имела существенных (достоверных) различий. По наклюнувшимся семенам достоверное снижение по выживаемости растений наблюдалось только по мутагену ЭИ при 24-х и 36-ти часовой экспозиции.

Анализ выживаемости растений показал, что по всем вариантам обработки мутагенами в той или иной мере наблюдалась депрессия по сравнению с контрольными вариантами. Значимая депрессия в наибольшем числе вариантов наблюдалась при воздействии на сухие семена, но уровень ее был ниже, чем при обработке замоченных и наклюнувшихся семян. Наивысший уровень депрессии наблюдался при обработке ЭИ в 36-ти часовой экспозиции – 24,4% при обработке сухих семян, 37,4% – при обработке замоченных семян и 44,6% – при обработке наклюнувшихся семян. Как общую закономерность можно отметить, что депрессия по выживаемости растений была ниже, чем по всхожести семян. Порядок ранжирования факторов по силе влияния был аналогичен. Наибольшая доля влияния (как и для признака всхожести семян) характерна для мутагена и составляет 58,9%. Затем по силе влияния на изменчивость признака выживаемости растений следует

фактор физиологического состояния семян. Доля его влияния составила 10,2%. Совместное взаимодействие факторов мутагена и физиологического состояния семян было достаточно заметным и составило 14,5%.

Следует отметить, что в большей степени (чем для признака всхожести семян 2,5%) по выживаемости растений характерен больший уровень взаимодействия всех трех факторов – мутагена, физиологического состояния семян и экспозиции, который составил в нашем опыте 6,7%.

Таким образом, анализ признаков всхожести семян и выживаемости растений при обработке растений в газовой фазе мутагенами, позволяет сделать вывод, что после всходов в опытных вариантах в большинстве исследуемых вариантов (у 66,7%) происходит в той или иной мере восстановление основных физиолого-биохимических функций, о чем можно предполагать на основании сравнения опытных вариантов с контролем по выживаемости растений.

Литература

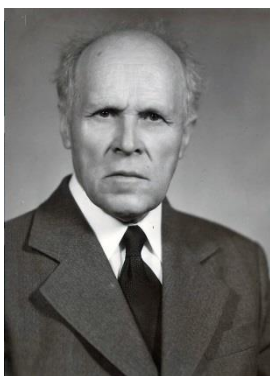
1. Кротова Л.А. Эколого-генетическая роль химических мутагенов в повышении генотипической изменчивости при создании сортов мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Автореф. дис.... доктора с. – х. наук. – Тюмень, 2013, 32 с.
2. Химический мутагенез как метод создания исходного материала для селекции мягкой пшеницы. // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ, 2015, № 2.
3. Павлова А.Г., Зоз Н.Н. Метод воздействия на растения химическими мутагенами в газовой фазе. // Теория химического мутагенеза. М.: Наука, 1971, С. 216–219.
4. Рапопорт И.А. Химический мутагенез: проблемы и перспективы / И.А. Рапопорт, И.Х. Шигаева, И.Б. Ахматуллина. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 320 с.
5. Рипбергер Е.И. Боме Н.А. Использование химического мутагенеза в расширении границ отбора ценных генотипов мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Фундаментальные исследования. Россия, 2014, № 9–1, С.90–95.
6. 6.Эгамбердиев А.Э., Даминов М.Д. Мутагенная эффективность этиленмими при обработке семян хлопчатника в газовой фазе // Генетика и селекция хлопчатника. Ташкент: ФАН, 1976, С. 65–73.

СЕЛЕКЦІОНЕР-ПЛОДІВНИК ДЕСЯТОВ АНАТОЛІЙ МАТВІЙОВИЧ (до 110-річчя від дня народження)

Ю.М. Мішкоров

Люди не вибирають Батьківщину й час, у якому жити. Люди можуть вибрати свою частку, своє майбутнє, віддати життя за свою Батьківщину. Кожна людина не жертва епохи, вона повністю відповідає за свій час.

XX століття – це епоха глибоких перетворень, що торкнулася всіх областей людської діяльності, що характеризувалася низкою подій, які в остаточному підсумку приводили до радикальних змін: змінювалася політична система, економічний лад, відбувалися хворобливі зміни в житті кожної людини.



Життєвий шлях Анатолія Матвійовича Десятова збігся з буремними періодами ХХ століття: Першої світової війни 1914 р., Жовтневої революції 1917 р., громадянської війни 1918 р., важкими рокам голоду й репресій, ламання старої школи й становлення нової загальноосвітньої й вищої школи, трансформації селянина в клас сільськогосподарського пролетаріату, створення нового прошарку між робітниками й селянами – радянської інтелігенції.

Увесь цей каскад подій, труднощів і переживань, що відбувався в 20–40х роках у нашій країні, обрушувався на підлітка, що вчиться, а потім студента – молодого агронома-рільника А.М. Десятова. Після закінчення Саратовського сільськогосподарського інституту по направленню НКЗ СРСР бере участь у колективізації в сільських районах Нижнього Поволжя, Азербайджанської РСР. У рядах Червоної Армії (призваний у 1939, із другого року навчання в аспірантурі Тімірязєвської с.г. академії) брав участь у звільненні районів Західної Білорусії від польської присутності й об'єднанню цих районів з Білоруською Соціалістичною Республікою [1].

Але незважаючи на труднощі й перешкоди А.М.Десятов завзято йшов по дорозі знань: закінчив аспірантуру, захистився, вчився сам, вчився всьому новому, щоб потім учити молоде покоління – хоча нелегкий обов'язок передавати свій досвід і переконаність молодій зміні. Він сам себе побудував, для того, щоб передати своїм учням усе те, що накопичене досвідом, що є в ньому самому.



Він це робив протягом 1947–1976 рр. адміністративної (1947–1957 – декан агрономічного факультету) і водночас педагогічної роботи в Уманському сільськогосподарському інституті, створив невелику школу селекціонерів-плодівників, створив сорти літньої груші, які посідають не останнє місце в каталогах по районуванню плодових і ягідних культур в Україні. Викладав в УСГІ «Селекцію плодових і ягідних культур», «Дарвінізм». Суворо й принципово ставився до розробки наукових питань біології й філософії, щоб поліпшити підготовку учнівської молоді в освоєнні основ філософії й мічурінської біології [2]. Етика в науці для А.М. Десятова була чимось центральним, що об'єднувало у роки роботи селекціонером і педагогом. Гарна теоретична підготовка за курсом «Дарвінізм» дозволяла виступати з повідомленнями на наукових конференціях і запитувати: «По питанню перетворення однієї якості в іншу ... чи є підстави у академіка Т.Д. Лисенко звинувачувати Дарвіна в плоскому еволюціонізмі. Здобутими фактами мічурінської біології по перетворенню видів не має фундаментального пояснення» або «...Якщо, за Дарвіном, напрям мінливості частіше випадковий по відношенню до причини, що її викликала, то по Лисенко, воно адекватно пристосоване...» та інші цікаві вислови [3].



Навчальну практику по гібридизації плодових культур проводить доцент А.М.Десятов (перший зліва) і старший лаборант Ф.О.Заплічко (крайня праворуч) зі студентами плодоовочевого факультету УСГІ [4].

А.М. Десятов сам дотримувався прийнятної у 40-ві роки концепції «біологічного виду» під впливом популяційно-генетичних ідей Ф.Г. Добжанського, викладених у книзі «Генетика і походження видів» (1937 р.). Основний критерій «біологічного виду» – репродуктивна ізоляція, несхрещуваність з іншими, навіть близькими видами, – в тому чи іншому сенсі притаманним тільки для симпатричних видів. Щодо алопатичних видів, то тут репродуктивна ізоляція не має суворого облігатного характеру. Зараз відомо, що у багатьох випадках «хороші» види рослин, роз'єднані протягом довгого часу (мільйонами років) непереборними географічними бар'єрами, за умови спільного вирощування в культурі, успішно схрещуються. Наприклад, дуже віддалені види платану (*Platanus*), катальпи (*Catalpa*) та інші алотропічні види інших рослин добре схрещуються, що добре свідомо садівникам.

Для сучасної систематики вид – це чисто морфологічне, але перш за все морфо-еколого-географічне поняття. Таксономічний вид – реальна категорія, без якої не може обійтись жодна галузь теоретичної і практичної біології, сільського господарства, лісівництва.

Цілком очевидно, що будь-який біологічний об'єкт, з яким працює дослідник чи практик, повинен бути віднесений до виду. Вид – це основна категорія таксонометричної ієрархії і одна з найфундаментальніших категорій в біології. Його можна визначити як відособлену в процесі еволюції систему клонів чи популяції, об'єднану спільними ознаками (морфологічними, екологічними, біохімічними, генотипічними, цитологічними та ін.), спільним походженням та спільним географічним ареалом та достатньо чітко віддаленого від близьких видів як сукупністю своїх ознак, так і розрізненими ізолюючими бар'єрами.

І не потрібно було А.М. Десятову дискутувати з Т.Д. Лисенко, який навряд чи тримав в руках роботу М.І. Вавилова «Ліннеєвський вид як система» (1931), а

А.С. Семенова-Тяньшанського «Таксономічні межі виду та його підрозділи» (1910) тим більше. Ігнорувати класичні відкриття Г.А. Левицького та Г.Д. Карпеченка – це як?



А.М.Десятов у

Вивчаючи біографію вченого, спілкуючись із Анатолієм Матвійовичем особисто, дивуєшся кількості зустрічей і особистого спілкування його з видатними вченими, селекціонерами того часу: Г.К. Мейстер, О.П. Шехурдин, В.К. Левашин, Є. М. Кіркопуло, М.О. Майсур'ян, І.М. Єремєєв, О.Г. Лорх, А.Р. Жебрак та П.П. Лук'яненко.

Список друкованих праць А.М. Десятова невеликий – 12, але деякі роботи А.М. Десятова, з них «До питання про прискорення розвитку саджанців, щеплених у крону плодоносного саду» і інші, заслуговують вивчення, а «Цінні місцеві сорти груш на Уманщині» і ін. – варті уваги й сьогодні [4, 5, 6].

В Уманському сільськогосподарському інституті доцентом А.М. Десятовим відібрані кращі й виведені нові сорти, що не поступаються окремим інтродукованим і вітчизняним сортам.

Мускатна – (сіянець сорту Вільямс літній) зимового колекційному садку строку дозрівання. Дерево сильноросле із кроною. Урожайність середня, зимостійкість висока. Плоди середні, масою до 100 г, подвійно-конічної форми, світло-жовті. М'якоть масляниста, дуже соковита, відмінного смаку.

Напій – (Ільінка × Улюблена Клаппа) літнього терміну дозрівання. Дерево сильноросле із середньою кроною. У плодоношення вступає рано, родить регулярно й щедро, зимостійке. Гарна сумісність – з айвою А. Листки й плоди паршею вражаються слабо. Плоди середні або великі (до 150 г), подвійно-конічної форми, дозрівають у третій декаді липня – першій декаді серпня. Шкірка гладенька, солом'яно-жовта. М'якоть соковита, масляниста. Смакові якості гарні, у роки з недостатньою кількістю тепла – посередні. Товарна якість плодів висока, особливо молодих дерев. Заслуговує на увагу для присадибних садів, де з успіхом може замінити сорт Ільінку.

Гарна – (Ільінка × Улюблена Клаппа) літнього строку дозрівання. Дерево із сильним ростом, товстими основними гілками й пагонами, забарвленими в коричневий колір. Зимостійке, стійке до парші. Урожайність на насінній підщепі середня, на айві А — висока. Плоди одномірні, іноді асиметричні, великі (до 180г) зеленувато-жовті з розмитим щедрим рум'янцем. М'якоть масляниста, соковита, відмінного смаку. Плоди дозрівають на 10 днів раніше сорту Улюблена Клаппа.

Клон сорту Парижанка (М2) зимового терміну дозрівання характеризується дуже високою й регулярно врожайністю. Дерево середньої сили росту, середньої щільності кроною. Зимостійкість краще, а ніж в основного сорту. Плоди великі або вище середньої величини (110г), зеленувато-жовті, густо покриті дрібними темними цятками. Смакові якості гарні. У роки, сприятливі до поширення грибкових, хвороб, плоди уражаються паршею до 2-х балів. У звичайному сховищі придатні до вживання із грудня, зберігаються до лютого-березня.

На всіх етапах селекційного процесу по створенню вищевказаних нових сортів брала участь кандидат сільськогосподарських наук Феодора Онисимівна Заплічко, учениця Анатолія Матвійовича Десятова.

Заплічко Ф.О. закінчила Уманський СГІ, послідовно пройшла шлях від старшого препаратора кафедри овочівництва до доцента кафедри генетики, селекції рослин та біотехнологій Уманського національного університету садівництва. Читала лекції й проводила лабораторні заняття з курсів «Генетика», «Прикладна генетика», «Біотехнологія с/г рослин».

Автор багатьох наукових праць: «Індуковані господарсько цінні мутації яблуні», «Ранньостиглі сорти груші селекції Уманської сільськогосподарської академії» та інші.

У 1985 році захистила кандидатську дисертацію «Действие гамма-излучения и химических мутагенов на самонесовместимость яблони».

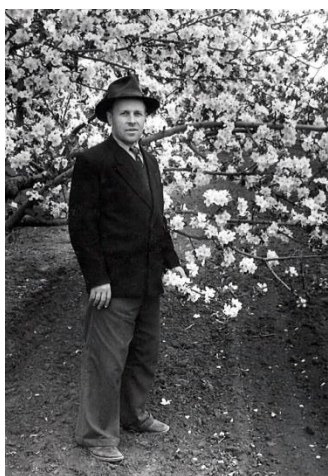
Ф.О. Заплічко є співавтором підручника «Селекція плодових і овочевих культур». Київ: вид. «Вища школа». 2000. – 440 с.; «Генетика рослин (методичні рекомендації для вивчення дисципліни і завдання для контрольних робіт студентам ФЗН). Умань. 2004. – 60 с..

У 2006 році Ф.О. Заплічко отримала Свідоцтво на нові сорти груш: 06138. Бере Десятова (04076001) та 06138. Уманська ювілейна (04076002).



Seeder-fruit breeder Anatoly Desyatov (to the 110th anniversary of his birth)

Yurii Mishkurov, Doctor of agricultural sciences Sci., Associate Professor



People do not choose their homeland and the time to live in. People can choose their destiny, their future, give their lives for their Motherland. Each person is not a victim of the epoch, he is completely responsible for his time.

The twentieth century is an era of profound changes that affected all areas of human activity, characterized by a series of events that ultimately led to radical changes: the political system, the economic system changed, and painful changes occurred in the life of each person.

The life path of Anatoly Matveyevich Desyatov coincided with the boreal periods of the twentieth century: the First World War of 1914, the October Revolution of 1917, the civil war of 1918, the severe years of famine and repression, the breakdown of the old school and the emergence of a new general and higher school, the transformation of the peasant into a class the agricultural proletariat, the creation of a new stratum between workers and peasants-the Soviet intelligentsia.

All this cascade of events, difficulties and experiences, which occurred in the 20–40's in our country, fell upon a teenager-student and a young agronomist A.M. Desyatov. After the graduation of the Saratov Agricultural Institute, he was sent by the direction of the NCC, the USSR to participate in collectivization in the rural areas of the Lower Volga region, the Azerbaijan SSR. As a soldier of the Red Army (called in 1939, from the second year of study at the graduate school of the Timiryazev Academy of Agriculture) he took part in the liberation of the regions of Western Belorussia from the Polish presence and unification of these areas with the Belarusian Socialist Republic.

But despite the difficulties and obstacles, A.M.Desyatov persevered on the road of

knowledge: he graduated from the High Graduate School, passed exams for being a Professor, learned everything new, then to teach the younger generation – although it is not easy to pass on his experience and conviction to the young change. He built himself, in order to convey to his students all that is accumulated by experience, what was in himself. He retained himself for the students and did this during 1947–1976 as a teacher at the Uman Agricultural Institute, created a small school of breeders – fruit growers, created varieties of summer pears that is still occupies the place in the catalogs for the regionalization of fruit and berry crops in Ukraine. He taught at the USHI "Selection of fruit and berry crops", "Darwinism". Strictly and "scrupulously" related to the development of scientific issues of biology and philosophy, in order to improve the education of students in the study of the basics of philosophy and Michurin biology. Ethics in science for A.M. Desyatov was something central, uniting in the years of work a breeder and a teacher. A good theoretical training on the course "Darwinism" allowed him to make reports at scientific conferences and ask: "On the issue of converting one quality into another... if the basis for Academician T.D. Lysenko blame Darwin for flat evolutionism. The extraction of the fact of Michurin biology in the transformation of species is not given a detailed explanation "or"... If, according to Darwin, the direction of variability is mostly accidental in relation to the cause that caused it, then according to Lysenko, it is adequate and adaptive... "

Studying the biography of the scientist, dealing with Anatoly Matveyevich personally, you are amazed at the number of meetings and personal communication of him with outstanding scientists, breeders of that time – G.I. Meister, A.P. Shekhurdin, V.K. Levoshin, E.N. Kirkopulo, N.A. Maysuryan, I.S. Eremeev, A.G. Lorch, A.R. Zhebrak, P.P. Lukyanenko.

The list of publications of A.M. Desyatov is small – 12, but some his works, such as "To the issue of accelerating the development of seedlings, grafted into the crown of a fruit-bearing garden," and others, deserve studying. And such works as "Valuable local grades of pears of Uman Region" and others – pay much attention even nowadays.

Література

1. Мишкур Ю.Н. Очерк истории кафедры генетики, селекции растений и биотехнологий и преподавания генетики в Уманском ВУЗе. Ч. 2. «Годы войны (1941–1945). Сб. «Наукові праці УНУС. Вип. 84, Умань, 2014. – с. 285.
2. Десятов А.М. Контрольные задания и методические указания по курсу «Дарвинизм» для студентов II курса заочного факультета. Умань, 1963. – 15 с.
3. Десятов А.М. Научная конференция «Философские вопросы современной биологии. (Обсуждение докладов)». Изд. АН УССР. К., 1962. – с. 412–415.
4. Десятов А.М. Программа и методические указания о проведении учебной практики в Уманском институте // Рубин С.С., Алексеева М.В., Десятов А.М.. Умань, 1950. – 91 с..
5. Десятов А.М. О стадийной и возрастной разнокачественности клеток многолетних растений. Зб. наук. робіт УСГІ. Вип. XII, 1960. – Держсільгоспвид. УРСР. – с. 363–368.
6. Десятов А.М. Цінні місцеві сорти груші на Уманщині // Зб. «Наукові основи збільшення виробництва сільськогосподарської продукції». – 1967. – с. 136–140.

ІНТРОГРЕСИВНІ ЛІНІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЯК ДЖЕРЕЛА ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ

І. І. Моцний¹, Р. В. Соломонов²

¹Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України м.

e-mail: motsnyyii@gmail.com

²Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України

e-mail: rusolomonov@ukr.net

Однією з вимог, що постає перед селекціонером є створення високопродуктивних сортів пшениці м'якої *Triticum aestivum* L. з високою якістю зерна, яка, перш за все, оцінюється за вмістом білка в ньому. Методом внутрішньовидової гібридизації вдалося значно збільшити потенційну врожайність культури [1], але разом із зростанням продуктивності загострилася проблема генетичного підвищення білковості, яка традиційно відноситься до розряду найзначніших науково-практичних задач селекції [2]. Адже формування високої хлібопекарської якості можливе лише за достатньо високих показниках вмісту білка [3].

Розширення генетичної мінливості пшениці, зокрема стосовно показників якості і особливо вмісту білка, можливе шляхом міжвидової гібридизації. Відомо, що на відміну від пшениці, дикорослі види за низького рівня зернової продуктивності спроможні накопичувати гіпертрофовано багато білка в зерні (до 30–35%) [4]. Схрещуванням їх з високопродуктивними сортами пшениці вдається підвищити вміст білка у одержаних ліній до 21,8–22,5% [5–8], але як правило виділені форми поступаються районованим сортам за комплексом агрономічних ознак і в першу чергу за продуктивністю та МТЗ [9]. Це пояснюється багатьма чинниками, зокрема недостатньою ефективністю інтрогресивних процесів, яка суттєво залежить від дивергенції хромосом пшениці і спорідненого виду [10].

Більш перспективними, в цьому відношенні, видаються схрещування з видами, що мають спільні з пшеницею геноми, особливо з донором генома D – *Aegioips tauschii* Coss., так як завдяки саме його участі пшениця м'яка набула тих якостей, які роблять її головною хлібною культурою світу. З іншого боку, з цим геномом пов'язують і низку ознак, що підлягають покращенню, наприклад знижений вміст білка в зерні. Застосування 42-хромосомних амфіплоїдів за участю *Ae. tauschii* дозволяє шляхом гомологічної кон'югації перенести в геном пшениці не лише гени якісних ознак егілопса, а й цілі полігенні системи, що контролюють кількісні ознаки [11].

В результаті віддаленої гібридизації у відділі загальної та молекулярної генетики СГІ – НЦНС (м. Одеса) були створені оригінальні інтрогресивні лінії, що відрізнялися високими показниками вмісту білка та стійкості до фітозахворювань [12, 13]. Серед недоліків цих ліній – пізньостиглість, низькі показники МТЗ, продуктивність, морозостійкість та якість. В результаті 3–10 насичувальних схрещувань адаптивного сорту пшениці м'якої озимої Одеська 267 з кращими з цих ліній [14, 15], а також колекційними зразками [16], штучними видами пшениці та амфіплоїдами, схрещування сорту Селянка з елітними синтетиками (амфіплоїдами *T. durum* / *Ae. tauschii*) [17] і подальших ступінчастих схрещувань одержаних гібридів з сучасними сортами СГІ – НЦНС та 4–6 самозапилень одержано 736 нових інтрогресивних ліній пшениці.

Означені лінії вивчалися у 2016–2018 рр. за типом селекційного та контрольного розсадника. В залежності від селекційної історії лінії розподілялись на первинні (2–4 схрещування з сучасними сортами) та удосконалені (5 і більше схрещувань з сучасними сортами). Весь матеріал одержано внаслідок індивідуальних доборів за наявністю стійкості до розповсюджених хвороб та окремих морфологічних чужинних ознак як у кожному схрещуванні (бекросуванні), так і після самозапилення, без хімічного захисту рослин. При доборі ліній особливу увагу звертали на їхню константність як за окремими, в тому числі чужинними, ознаками, так і за їх комплексом.

Матеріал оцінювався за рядом показників: наявність морфологічних ознак сторонніх видів, тип розвитку, висота рослин, урожайність, якість зерна та ін. Проводили фенологічні спостереження (відзначали дати сходів, колосіння, цвітіння, стиглості зерна). Показники якості зерна: консистенцію ендосперму та седиментацію SDS₃₀'K визначали методами, розробленими у відділі генетичних основ селекції СГІ – НЦНС [18]. Вміст білка визначали у цільнозмеленому борошні за методом К'ельдаля на приладі Kjelttec-Auto 1030 [19], а масу тисячі зерен (МТЗ) за загальноприйнятою методикою. При доборі ліній з підвищеним вмістом білка розраховували додаткові критерії білковості – «Збір білка на одиницю площі» = («Урожайність, ц/га» × «Вміст білка, %»)/100% та «Відносний вміст білка на 1000 зерен» = («МТЗ, г» × «Вміст білка, %»)/100% [20]. Їх застосування дозволить нівелювати в якійсь мірі дисперсію ознаки, обумовлену варіаціями анатомічної будови зернівки або продуктивності рослини під впливом екологічних умов.

В 2017 р. спостерігалася тенденція збільшення середніх значень вмісту білка як у первинних, так і удосконалених ліній, порівняно зі стандартами. Між інтрогресивними лініями відзначена значна різниця за вмістом білка, який варіював від 8,84% до 13,01%, а в умовах менш сприятливого для формування білка (більш урожайного) 2018 року – відповідно від 9,60% до 11,14%. З 119 досліджених в 2017 р., 15 ліній мали вміст білка більше 12,5%, а одна лінія – більше 13,0%. Однак, жодна з ліній не перевершила індикатор високої білковості – сорт Панну (13,64%). У 2018 р. показники вмісту білка трохи нижчі – всього 2 кращі лінії (із 20 досліджених) ледве перевищували 11%. Низька білковість рекурентного сорту (9,38%), очевидно, обумовлена його високою урожайністю. Проте, збір білка з одиниці площі у стандартів був більшим, ніж у первинних ліній і знаходився на рівні удосконалених, за рахунок їх вищої урожайності. З цієї ж причини первинні лінії поступалися удосконаленим в 2017 р. і перевершили їх в 2018 р.

Незважаючи на наявність загальнобіологічного негативного зв'язку між продуктивністю та білковістю [3], який ймовірно має в більшій мірі фізіологічну причину, та сильну залежність останньої від умов вирощування, все ж іноді вдається знайти та успішно залучити в селекційний процес генетичні донори ознаки з підвищеним вмістом білка в різних умовах [3, 20–22]. Створені шляхом залучення сторонніх видів нові донори високої білковості, можливо, матимуть інші детермінанти ознаки, що робить їх особливо привабливими для трансгресивної селекції. Відомо, що при залученні в схрещування високобілкових форм різного походження позитивні трансгресії все ж трапляються, хоча й дуже рідко (0–6,5%) і широко варіюють в залежності від комбінації схрещування [23].

Отже, в результаті схрещування оригінальних первинних інтрогресивних ліній, колекційних зразків, амфіплоїдів та елітних синтетиків за участю *Ae. tauschii* з сучасними сортами пшениці одержано кілька селекційних ліній з чужинними полігенними комплексами стійкості до хвороб, високих значень МТЗ, вмісту білка а також морфологічних ознак, які, шляхом 8–10 бекросів з високоадаптивним максимально пристосованим до місцевих умов сортом Одеська 267, позбавлені

негативних якостей, притаманних дикорослим видам (ксероморфна структура рослини, ломкість та спонтанне осипання колоса, погана вимолочуваність зерна, жорсткість колосових та квіткових лусок та ін.). Лінії характеризуються високою адаптивністю, посухо- та зимостійкістю, толерантністю до низьких та жорстких агрофонів, високою якістю. За продуктивністю лінії сягають стандарту або перевищують його в суворих умовах та за технологічних відхилень в окремі роки. Означені лінії необхідно досліджувати на продуктивність у високих агрофонах та поліпшувати у відношенні стабільності урожайності. При цьому слід мати на увазі, що у схрещуванні їх з кращими сортами чи перспективними лініями і подальшому доборі за продуктивністю чужинні генні комплекси можуть «розсипатися», якщо їх спеціально не контролювати.

За результатами випробувань виділено кілька інтрогресивних ліній IL910/16, IL911/16, IL914/16, IL940/16, IL953/16 з високим відносним вмістом білка, які представляють інтерес для трансгресивної селекції на крупне зерно і підвищений вміст білка. А також перспективних селекційних ліній E196/09, E2792/14, IL299/16, IL997/16, IL1073/16, IL1100/16, IL1161/16, IL334/17, IL480/17, які поєднують в собі урожайність на рівні або вище стандарту з чужинними комплексами стійкості до хвороб та високих значень вмісту білка, а також ксероморфних морфологічних ознак, але без негативних якостей дикорослих видів. Лінії характеризуються адаптивністю, толерантністю до низьких агрофонів, високою якістю та можуть слугувати донорами стійкості до борошнистої роси, листової, жовтої і стеблової іржі, опушення листа або колоса, як чинників стійкості до шкідників та посухи. Відмічено низьку частоту об'єднання у покращених ліній показників високої білковості та крупнозерності і відсутність поєднання цих параметрів з високою урожайністю та якістю зерна.

Література

1. Литвиненко М.А. 100 років розвитку селекційних програм пшениці м'якої озимої. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 2 (31). С. 75 – 82.
2. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Селекция озимой пшеницы на повышенную белковость зерна. Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 6 (357). С. 72–79.
3. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення. К.: Логос, 2011. 495 с.
4. Мамадьюсуфова, М.Г., Сабоиев И.А., Рахимов М.М., Насырова Ф.Ю., Алиев К.А. Содержание крахмала и белка пшеницы и её диких сородичей, произрастающих в разных условиях. Докл. АН РТ. 2013. Т. 56, №10. С. 832–837.
5. Рыбалка А.И., Хохлов А.Н., Вовчук С.В. Боделан О.П. Интрогрессия генов, контролирующих биосинтез клейковинных белков от дикорастущих видов в пшеницу и их влияние на качество зерна. Цитология и генетика. 1993. Т. 27, № 3. С. 8–14.
6. Лифенко С.П., Рибалка О.І., Коваль Т.М., Аксельруд Д.В. Интрогресивні лінії пшениці з генами від егілопсів і однозернянки та можливість використання їх в селекції. Цитологія і генетика. 1998. Т. 32, № 6. С. 48–53.
7. Похилько С.Ю., Швартау В.В., Починок В.М., Михальська Л.М., Дуган О.М., Моргун Б.В. Комплексний аналіз вмісту загального білка в зерні м'якої пшениці, яка містить ген *Gpc-B1* від *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. Вісник УТГіС. 2017. Т. 15, № 1 С. 52–57.
8. Любич В.В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти. Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: тези Міжнар. наук. конф., Одеса, 12 вересня 2017 р. Одеса: Астропринт, 2017. С. 92–93.

9. Нарган Т.П., Моцний І.І., Сечняк В.Ю., Лифенко С.П. Оцінка ліній пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) від віддаленої гібридизації за господарсько корисними ознаками. Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2016. Вип. 28 (68). С. 15–32.
10. Sears E.R. Transfer of alien genetic material to wheat. Wheat science today and tomorrow / ed. by L.T. Evans, W.J. Peacock. Cambridge University Press, 1981. P. 75–89.
11. Mujeeb-Kazi A., Deldago R., Cortes A. Cano S., Rosas V., Sanchez J. Progress in exploiting *Aegilops tauschii* for wheat improvement. Ann. Wheat Newsletter. 2004. V. 50. P. 79–88.
12. Моцний І.І., Лифенко С. Ф., Коваль Т. Н. Наследование признаков устойчивости к грибным болезням отдаленными гибридами пшеницы с амфиплоидами. Цитология и генетика. 2000. Т. 34, № 2. С. 46–56.
13. Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г., Молодченкова О.О., Моцний І.І. Генетическая устойчивость пшеницы к фузариозу и ее связь с активностью ингибитора трипсина в зерне. Цитология и генетика. 2002. Т. 36, № 2. С. 30–34.
14. Моцний І.І., Благодарова О.М. Успадкування стійкості до хвороб та морфологічних ознак у гібридів м'якої пшениці з інтрогресивними лініями. Зб. наук. праць СГІ–НАЦ НАІС. 2004. Вип. 6 (46). С. 179–193.
15. Моцний І.І., Благодарова Е.М., Файт В.И. Идентификация 1В-1R транслокации и замещения у интрогрессивных линий озимой пшеницы с помощью биохимических маркеров. Геном рослин: зб. наук. статей V міжнар. конф., Одеса, 13–16 жовтня 2008 р. Одеса, 2008. С. 98–101.
16. Симоненко В.К., Моцний І.І., Січняк О.Л. Характеристика гібридів F₁ від схрещування м'якої пшениці з інтрогресивними зразками. Зб. наук. праць СГІ–НАЦ НАІС. 2007. Вип. 10 (50). С. 41–52.
17. Моцний І.І., Рибалка О.І. Різноманіття амфіплоїдів *T. durum* x *Ae. tauschii* і їхніх гібридів з м'якою пшеницею за морфологічними ознаками та стійкістю до хвороб. Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2011. Вип. 17 (57). С. 45–53.
18. Рибалка О.І., Червоніс М.В., Топораш І.Г., Сурженко І.О., Боделан О.П., Щербина З.В. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці. Хранение и переработка зерна. 2006. № 1 (79). С. 43–48.
19. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Биохимические методы исследования растений. Ленинград: Агропромиздат, 1987. С. 254–258.
20. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Изучение и отбор высокобелковых образцов озимой мягкой пшеницы из коллекции ВИР как исходного материала для селекции. Докл. ВАСХНИЛ. 1979. № 11. С. 6–9.
21. Тищенко В.Н. Направление селекции озимой пшеницы на улучшение технологических свойств зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2005. №2. С.29–36.
22. Шулындин А.Ф. Пути повышения содержания белка в зерне пшеницы. Селекция и семеноводство. 1974. № 3. С.15–19.
23. Кириченко Ф.Г., Литвиненко Н.А., Адамовская В.Г. Содержание белка, его наследование и связь с некоторыми признаками у гибридов озимой пшеницы ранних поколений. Цитология и генетика. 1984. Т. 18, № 3. С. 200–205.

КАРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХВОЙНЫХ В ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Е.Н. Муратова, Т.С. Седельникова, О.В. Горячкина,
Е.В. Бажина, М.И. Седаева, А.В. Пименов, А.С. Аверьянов

*Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН»
e-mail: elena-muratova@ksc.krasn.ru; tss@ksc.krasn.ru*

Проведение цитогенетических и кариологических исследований хвойных растений необходимо для познания их биотического разнообразия, решения проблем систематики, эволюции, популяционной генетики, а также в практических целях – для получения ценного местного и интродуцированного селекционного материала. С 70-х гг. XX в. и по настоящее время в Институте леса им. В.Н. Сукачева СО РАН проводятся кариологические и цитогенетические исследования видов семейства сосновые (Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi) из родов пихта (*Abies* Mill.), лиственница (*Larix* Mill.), ель (*Picea* A. Dietr.), сосна (*Pinus* L.), используемых в садово-парковом строительстве и озеленении Красноярска.

Богатая коллекция видов и форм хвойных растений создана в дендрариях Института леса, один из которых расположен в районе Академгородка, а другой – в 38 км северо-восточнее г. Красноярска на территории стационара «Погорельский бор» (Коропачинский, Лоскутов, 2014). Изучена ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), представленная в посадках дендрария в Академгородке 5 декоративными формами: длиннохвойной (*P. obovata* f. *densiflora* Lucznik), светящейся (*P. obovata* f. *lucifera* Lucznik), желтой (*P. obovata* f. *lutescens* Lucznik), плакучей (*P. obovata* f. *pendula* Lucznik), семинской (*P. obovata* f. *seminskiensis* Lucznik). Кариотип *P. obovata* включает 24 хромосомы ($2n=24$): 8 пар длинных метацентрических, две пары коротких метацентрических и 2 пары коротких субметацентрических хромосом.

В семенном потомстве деревьев декоративных форм ели сибирской (за исключением f. *pendula*), кроме хромосом основного набора (А-хромосом), содержатся 1–2 добавочные, или В-хромосомы, обнаруженные у 56% исследованных проростков. При этом среди материнских деревьев декоративных форм данного вида добавочные хромосомы выявлены у f. *lutescens* и f. *seminskiensis*. Среди хвойных В-хромосомы наиболее широко распространены у видов рода *Picea*. К настоящему времени они выявлены у 20 видов ели. У видов *Picea* встречается два морфологических типа добавочных хромосом: В₁ – метацентрические и В₂ – субметацентрические. При окрашивании азотнокислым серебром у добавочных хромосом *P. obovata* были выявлены яркие теломерные блоки, что дало возможность предположить наличие в них ядрышкового организатора и высокой функциональной активности. Однако метод флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH) с пробамми 5S и 45S генов рибосомной РНК не выявил этих генов в добавочных хромосомах у изученных видов *Picea*. Отмечено ускоренное прорастание семян у особей ели сибирской с В-хромосомами, а также более высокие показатели всхожести и энергии прорастания.

Проведены исследования кариотипа 44 деревьев ели сибирской 10–15 – летнего возраста с нормальным фенотипом и находящихся в хорошем состоянии в городских насаждениях из пяти районов г. Красноярска. Во всех районах были обнаружены добавочные хромосомы. Большая часть деревьев, произрастающих около Большого концертного зала, автовокзала «Взлетка», Театра юного зрителя, в парке им. М. Горького, содержало одну В-хромосому метацентрического типа ($2n=24+1B_1$). В кариотипе ели сибирской из насаждений на о. Отдыха выявлены одна или две метацентрические В-хромосомы ($2n=24+1B_1$; $2n=24+2B_1$).

В этом же отношении были исследованы деревья ели сибирской из природных популяций окрестностей г. Красноярска: в районе ж/д станции Кача (50 км от г. Красноярска), ж/д платформы Водораздел (60 км от города), пос. Козулька (100 км). У ели сибирской в районе ж/д платформы Водораздел добавочных хромосом не обнаружено; у двух деревьев на ст. Кача были найдены В-хромосомы метацентрического типа ($2n=24+1B_1$). Всего из 50-ти деревьев, произрастающих в этих древостоях, В-хромосомы обнаружены только у 2-х. У ели сибирской в природной популяции из окр. п. Козулька добавочных хромосом не найдено. Таким образом, в городских посадках добавочные хромосомы встречаются чаще, и отмечены во всех изученных районах.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) исследована в дендрарии стационара «Погорельский бор», а также в искусственных посадках, созданных в г. Красноярске в окрестностях биатлонного стрельбища и пос. Удачный. Кариотип сосны обыкновенной содержит 24 хромосомы ($2n=24$). Хромосомный набор включает десять пар симметричных и две пары асимметричных хромосом. В семенном потомстве деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в черте города, обнаружены миксоплоидия ($2n = 24, 36$; $2n = 24, 48$; $2n = 24, 36, 48$) и хромосомные перестройки в метафазе митоза. Изменчивость числа хромосом и хромосомные нарушения в городских посадках сосны обыкновенной, вероятно, связаны с ее слабой устойчивостью к техногенным загрязнениям, поэтому данный вид не может быть рекомендован для озеленения крупных промышленных центров.

Проведено цитологическое изучение лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в зоне антропогенного нарушения г. Красноярска (Советский район, микрорайон «Зеленая роща») и его окрестностей (пос. Атаманово, 88 км ниже по течению р. Енисей от Красноярска). В Советском районе Красноярска расположен Красноярский алюминиевый завод. Ниже Красноярска по Енисею, в г. Железногорске, находится Горно-химический комбинат, производящий оружейный плутоний и использующий воду Енисея для охлаждения ядерного реактора. В качестве контроля исследовались деревья, расположенные вне зоны влияния КРАЗа и ГХК (с. Частоостровское).

У лиственницы сибирской в районе влияния КРАЗа (микрорайон «Зеленая роща») выявлено повышение числа ядрышек в интерфазных ядрах и вторичных перетяжек в метафазных хромосомах, что, по-видимому, связано со стрессовыми условиями произрастания. Кроме того, у лиственницы в микрорайоне «Зеленая роща» отмечена фрагментация хромосом, а также остаточное ядрышко в метафазе митоза. При изучении характера прохождения митоза и степени его сбалансированности было установлено повышение частоты встречаемости патологических митозов у лиственницы сибирской в зоне влияния ГХК. На стадии метафазы основным типом аномалий являлся выброс отдельных хромосом или их групп за пределы метафазной пластинки. На стадии ана-телофазы отмечены

следующие аномалии: забегание и выброс хромосом, одиночные мосты и трехполосные митозы. В целом результаты показали, что лиственница сибирская довольно устойчива к антропогенным нагрузкам и может быть с успехом использована в озеленении городов.

На экспериментальном участке дендрария в Академгородке анализировалось качество семенного потомства деревьев *L. sibirica* типичного габитуса и имеющих аномалии роста и развития («ведьмины метлы» и др.) из различных условий произрастания (болото, суходол, лесотундра, лесостепь). Выявлено снижение показателей лабораторной и грунтовой всхожести семян и возрастание уровня геномных и хромосомных мутаций в проростках лиственницы сибирской из экстремальных условий лесотундры, а также у деревьев с аномалиями.

Анализ митоза в клетках меристемы хвои лиственницы Гмелина *L. gmelinii* (Rupr.) Rupr. при интродукции в дендрарии Института показал, что в большинстве случаев деление проходило нормально. Зарегистрировано небольшое количество клеток с нарушениями на стадиях метафазы (расположение отдельных хромосом или их групп за пределами веретена деления, хаотическое расположение хромосом в метафазной пластинке) и ана-телофазы (мосты и отставания хромосом).

Проведено исследование мейоза при микроспорогенезе у пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb., ели сибирской и лиственницы Гмелина в дендрарии. У пихты сибирской и ели сибирской мейоз начинается и заканчивается весной; у лиственницы Гмелина, как и у других видов *Larix*, начинается осенью, а заканчивается весной. Мейоз у этих видов проходит по классическому типу – сначала последовательно проходят фазы первого деления – профазы I, метафаза I, анафаза I, телофаза I, затем второго – профазы II, метафаза II, анафаза II, телофаза II. У пихты сибирской и ели сибирской четко выделяются все стадии профазы I (лептотена, зиготена, пахитена, диплотена и диакинез), а также идентифицируется профазы II. У лиственницы Гмелина микроспороциты в зимний период находятся в диффузной стадии (конец пахитены – начало диплотены профазы I).

Анализ мейоза пихты сибирской в условиях дендрария выявил некоторые его особенности – большая продолжительность и более широкий спектр аномалий, по сравнению с деревьями из природных популяций (район заповедника «Столбы» в окр. Красноярска). У пихты сибирской и ели сибирской отмечена асинхронность развития в пределах одного микроспорангия и микроспороцита; в дендрарии еще большая асинхронность, чем в естественных условиях. У лиственницы Гмелина асинхронность незначительна. В естественных насаждениях пихты сибирской мейоз начинается обычно в начале мая, проходит быстро (не более 2–4-х суток), тогда как в дендрарии его продолжительность более растянута во времени. Мейоз у ели сибирской проходит в последней декаде апреля в течение 1–5 суток; у деревьев в дендрарии начинается и заканчивается позже, чем в естественных популяциях. У лиственницы Гмелина мейоз проходит во второй декаде марта и занимает 5–7 суток.

При исследовании мейоза данных видов в дендрарии был обнаружен широкий спектр нарушений. У пихты сибирской встречались остаточное ядрышко на стадии прометафазы I, агглютинация хроматина и полная агглютинация хромосом в кольцо в метафазе I, фрагментация и выбросы за пределы пластинки в метафазе I, триполярные конфигурации в анафазе I и II, выброс групп хромосом в ана-телофазе I, объединение ядер в диаде, «удлинение» хромосом и хаотическое их расположение в метафазе II, хаотическое расхождение хромосом в анафазе II. Кроме того, наблюдались такие аномалии, как остановка развития

микроспороцитов на стадии профазы I, выход ядрышка в цитоплазму, отстающие хромосомы и мосты в ана-телофазе обоих делений.

У некоторых деревьев пихты сибирской отмечены поливалентные ассоциации в диакинезе, пятиполярные конфигурации в анафазе второго деления, микроядра в диадах и тетрадах, множественные нарушения. Многие аномалии элиминируются на стадиях диад и тетрад и практически не влияют на жизнеспособность пыльцы. Тем не менее, у данного вида, наряду с тетрадами, наблюдались триады, пентады и гексады микроспор, а также аномальные микроспоры с 1 и 3 воздушными мешками.

Спектр нарушений мейоза у ели сибирской в дендрарии был несколько меньше, чем в естественных популяциях; такие типы, как агглютинация бивалентов в кольцо в диакинезе, образование нескольких групп хромосом на стадии метафазы первого деления, хаотическое расположение и отставание хромосом в анафазе I, в естественных древостоях не встречались.

У лиственницы Гмелина на стадии метафазы I часто наблюдалось расположение одного или нескольких бивалентов за пределами метафазной пластинки. На стадиях анафазы I и II были отмечены мосты, преждевременное расхождение, отставание и хаотическое расхождение хромосом. Встречались микроспороциты с признаками преждевременного цитокинеза. Во втором делении отмечены многополюсные или слипшиеся веретена. Выявлены нарушения по количеству формирующихся микроспор (от двух до 10) и неоднородные по размеры микроспоры.

Особенностью мейоза изученных видов является наличие на стадиях метафазы и анафазы первого и второго деления параллельной, линейной и перпендикулярной ориентации веретен деления. По данным некоторых авторов (Mok, Peloquin, 1975; Буторина и др., 1985), это может привести к слиянию групп хромосом на полюсах и к формированию пыльцевых зерен с диплоидным числом хромосом.

В результате кариологических и цитогенетических исследований хвойных в зеленых насаждениях г. Красноярска и его окрестностей выявлен высокий уровень хромосомных и геномных мутаций, возникающих уже в первом поколении семенного потомства деревьев. Это свидетельствует о нестабильности генома, активизации адаптивных процессов в изученных насаждениях, что позволяет оценивать перспективы их использования в качестве источника семенного материала для садово-паркового строительства и озеленения г. Красноярска.

Исследования выполнены в рамках базового проекта № АААА-А17-117101820003-0 при частичной поддержке проекта № 18-54-00010 РФФИ-БелРФФИ и Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 45.

Литература

1. Буторина А.К., Мурая Л.С., Рязанцева Л.А., Высоцкий А.А. Цитогенетическая и биохимическая характеристика деревьев сосны обыкновенной, контрастных по смолопродуктивной способности // Генетика. 1988. Т.24. № 5. С. 889–899.
2. Коропачинский И.Ю., Лоскутов Р.И. Древесные растения для озеленения Красноярска. Новосибирск: Академ. Изд-во Гео, 2014. 320 с.
3. Mok D.W.S., Peloquin S.J. 1975. Three mechanisms of 2n pollen formation in diploid potatoes. *Canad. J. Genet. Cytol.* 17, 2: 217–225.

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ У *BETA VULGARIS L.*

А.А. Налбандян

ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова»
e-mail: arpnal@rambler.ru

Сахарная свёкла *Beta vulgaris. L.* является ценнейшей сельскохозяйственной сахароносной культурой, которая обеспечивает более 50% производства сахара в мире. Являясь главным источником доходов для свеклосеющих хозяйств, сахарная свекла имеет большое народно-хозяйственное значение. В последнее время во многих регионах наблюдается снижение ее урожайности. Причина этого – ощутимый рост болезней. Современные технологии выращивания сахарной свеклы предусматривают многократное использование химических средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, что также приводит к угнетению защитных свойств культуры. Изучение генетики устойчивости линий и гибридов сахарной свёклы к болезням очень важно и актуально. Предлагаемая технология поиска и отбора устойчивых форм селекционных материалов направлена также на снижение количества применяемых пестицидов, на повышение устойчивости растений к стрессовым факторам, и, как следствие, повышение урожайности [1]. Почти во всех свеклосеющих областях сейчас встречается мучнистая роса сахарной свеклы, вызываемая грибом *Erysiphe betae*. Вред от поражений экономически весьма ощутим и может уменьшить выход сахара вплоть до 30%. Болезнь характеризуется белыми пылеобразными колониями, которые распространяются по поверхности листа вслед за прорастанием переносимых ветром конидий. Для борьбы с болезнью на культуре в настоящее время применяют серу или фунгициды. Для уменьшения или устранения потребности в химических средствах борьбы перед селекционерами стоит проблема поиска новых потенциальных источников устойчивости селекционного материала.

Впервые ген устойчивости к мучнистой росе был установлен у диких видов *Beta v. ssp. maritima* WB 97 и WB 242 и был обозначен как Rm. Устойчивость носила моногенный характер и успешно передавалась культурным видам при скрещивании [2]. Устойчивость, обусловленная экспрессией одного гена, была установлена и у других видов растений, в частности, у культурных сортов пшеницы. И в данном случае доминантный ген был привнесен из диких форм злака [3, 4]. Однако при более детальном изучении процессов расщепления селекционного материала сахарной свеклы был установлен также и полигенный (QTL) характер устойчивости к мучнистой росе [5]. Пять основных доминантных генов устойчивости были идентифицированы и обозначены как Rm2, Rm3, Rm4, Rm5 и Rm6. Экспрессия одних генов обозначала полную устойчивость к мучнистой росе; проявление других генов обеспечивало частичную устойчивость. Изучение локализации и экспрессии этих генов позволило отобрать наиболее устойчивые материалы. При помощи SNP-картирования у сахарной свеклы выявлены доминантные гены, локализованные на 2 и 4 хромосомах, и подобраны к ним специфические SNP маркеры [6].

Метод классического ПЦР позволяет проводить анализы для выявления доминантного R-гена Rm у сахарной свеклы. В связи с этим, для первичного тестирования и отбора селекционных материалов сахарной свеклы на наличие генов устойчивости к мучнистой росе, мы использовали специфический праймер,

разработанный нами в системе BLAST, на основе информации международной базы данных биологических публикаций PubMed (NCBI).

В качестве материала для исследований на наличие генов устойчивости к болезни использованы растения 6 гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции (таблица 1).

Происхождение изучаемых сортообразцов сахарной свеклы

№	Образец	Происхождение
1	H7581 (гибрид)	Швеция
2	БО32 4Х (Белоцерковская односемянная 32 тетраплоид)	Украина
3	P1537 (Рамонский, сахаристый сортотип)	Россия
4	Z67-Z тип (сахаристый сортотип)	Германия
5	Poli (церкоспороустойчивый сортотип)	Болгария
6	4НН25 (гибрид)	США

Для проведения экспериментов осуществлялась экстракция суммарной ДНК из растительной ткани, с применением 8М ацетата аммония и 20% SDS [7, 8]. Качество выделенной ДНК определялось электрофорезом в 1,5%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Полученная ДНК, растворенная в 10мМ трис-НСl-буфере, содержащем 0,1мМ ЭДТА использовалась для ПЦР-анализа. Полимеразно-цепная реакция проводилась на амплификаторе «Genius» (Великобритания).

Для проведения ПЦР-анализа были подобраны следующие параметры амплификации:

1. Предварительная денатурация: 94°C в течение 5 минут.
2. 30 циклов: 94°C-30с; температура отжига (58°C) -30с; 72°C-60с.
3. Финальный этап элонгации цепи: 72°C – 5 мин.

Визуализация ПЦР-продуктов происходила под УФ-лучами в трансиллюминаторе.

Идентификация гена устойчивости Rm к мучнистой росе осуществлялась при помощи следующей пары праймеров:

Rm36 F: 5/-GGCACTTACAAGATACCGAACT-3/

Rm36R: 5/-ACTTAGCAGGCATTACCGCA-3/

Для проведения молекулярно-генетических исследований была экстрагирована суммарная ДНК из листового аппарата растений сахарной свеклы. Визуально качество выделенной ДНК оценивалась на электрофореграмме (рис. 1).

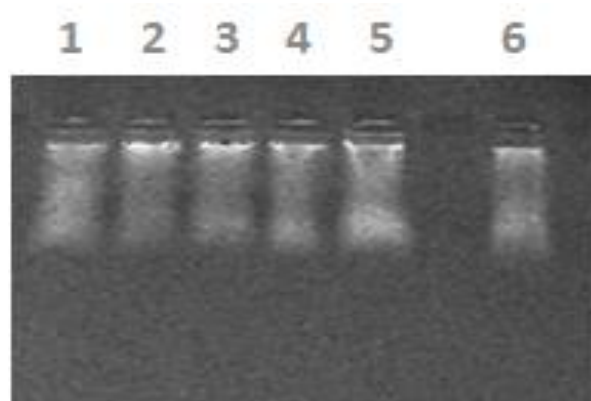


Рис. 1 Электрофореграмма образцов ДНК сахарной свеклы

Дорожки (образцы сахарной свеклы): 1 – H7581, Швеция; 2 – БО32 4Х, Украина; 3 – P1537, Россия; 4 – Z67-Z-тип, Германия; 5 – Poli, Болгария; 6 – 4НН25, США.

Полученная относительно чистая, не деградированная ДНК была использована в дальнейшей работе.

Тестирование растений сахарной свеклы на наличие гена устойчивости к мучнистой росе проводилось с использованием праймера Pm36 F/R. Проведение полимеразно-цепной реакции с данным молекулярным маркером позволило четко выявить локусы с характерной для них ДНК-фрагментами молекулярной массой в 1000 п.н. у трех образцов сахарной свеклы (Н7581, Швеция; 2 – БО32 4Х, Украина; 3 – Р1537., Россия) (рис. 2).

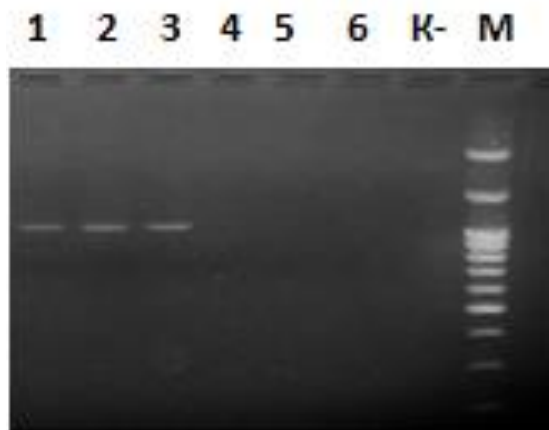


Рис. 2 Электрофореграмма разделения ПЦР-продуктов, с использованием праймера Pm36 F/R

Дорожки (образцы сахарной свеклы): 1 – Н7581, Швеция; 2 – БО32 4Х, Украина; 3 – Р1537, Россия; 4 – Z67-Z-тип, Германия; 5 – Болгария Poli; 6 – 4НН25, США. К – отрицательный контроль (ПЦР-смесь без ДНК). М – маркер молекулярных масс (Сибэнзим) 100–3000 п.н.

В результате проведенных молекулярно-генетических исследований создан и апробирован специфический праймер (Pm36 F/R) для выявления доминантного гена устойчивости Pm к мучнистой росе. Отобраны 3 образца растений сахарной свеклы (Украина, Россия, Швеция), несущие в своем геноме искомый локус. Применяемый подход при скрининге гибридов сахарной свеклы на устойчивость к мучнистой росе, с использованием специфического праймера, может успешно использоваться в селекционной практике.

Данные генотипы классифицируются как относительно устойчивые и могут быть рекомендованы для использования как исходный материал при селекции на устойчивость к мучнистой росе. Для более детального тестирования изучаемых материалов и определения их как абсолютно устойчивых необходимо углубление молекулярно-генетических исследований с использованием большого количества SNP-маркеров и ПЦР в реальном времени.

Литература

1. Налбандян, А., Хуссейн, А., Корниенко, А., Козловская В. (2016) Тестирование гибридов сахарной свеклы на наличие генов устойчивости к ризомании. *Сахарная свекла*, 2, 16–18.
2. Lewellen, R., Schrandt J. (2001) Inheritance of Powdery Mildew Resistance in Sugar Beet Derived from *Beta vulgaris* subsp. *maritima*. *Plant Disease*, 85 (6), 627–631.
3. Blanco, A., Gadaleta, A., Cenci, A., Carluccio, A., Abdelbacki, A., Simeone R. (2008) Molecular mapping of the novel powdery mildew resistance gene Pm36

- introgressed from *Triticum turgidum* var. *dicoccoides* in durum wheat. *Theor Appl Genet*, 117, 135–142.
4. Petersen, S., Lyerly, J., Worthihgton, M., Parks, W., Cowger, C., Marshall, D., Brown-Guedira, G., Murphy J. (2015) Mapping of powdery mildew resistance gene Pm53 introgressed from *Aegilops speltoides* into soft red winter wheat. *Theor Appl Genet*, 128 (2), 303–312.
 5. Janssen, J., Nihlgard, M., Kraft Th. (2003) Mapping of Resistance Genes to Powdery Mildew (*Erysiphe betae*) in Sugar beet. *1 joint IIRB-ASSBT Congress, USA*, 175–180.
 6. Grimmer, M. K., Bean, M. R., Asher M. J. C. (2007) Mapping of five resistance genes to sugar-beet powdery mildew using AFLP and anchored SNP markers. *Theor. Appl. Genet.*, 115, 67–75.
 7. Hussein, A.S., Nalbandyan, A.A., Fedulova, T.P., Bogacheva N.N. (2014) Efficient and nontoxic DNA isolation method for PCR analysis. *Russian Agricultural Sciences* 40 (3), 177–178.
 8. Rogers, S., Bendich A. (1985). Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biologi*, 5, 67–69.

INTERGENERIC COMMON WHEAT × *AE. GENICULATA* HYBRIDS UNDER FIELD CONDITIONS IN AZERBAIJAN

L.H. Namazova, A.J. Aliyeva

Azerbaijan Genetic Resources Institute, Baku
e-mail: eman.namazova.92@mail.ru

Aegilops geniculata (Roth) (syn. *Ae. ovata* L.) is an annual allotetraploid species ($2n=4x=28$, M⁰M⁰UU) that can cross-pollinate with bread wheat (*Triticum aestivum* (L.), $2n=6x=42$, AABBDD) and create pentaploid ($2n=5x=35$, ABDMU) hybrids.

The wild relatives of wheat have served as a good source of resistance to wheat rusts (9; 12). It has been observed that *Aegilops* species with C, U and M genomes are a good source of resistance to leaf and stripe rusts (4). Keeping this in view, leaf rust resistant accessions of *Ae. ovata* (UM) were crossed with a hexaploid wheat (8). E.J.Warham and others reported that all accessions of *Ae. geniculata* were resistant to Karnal bunt (*Tilletia indica*) using the boot inoculation technique (6). Therefore, *Ae.geniculata* is valuable sources of useful genes for wheat breeding.

The seed setting of hybrid combination between a bread wheat line 171ACS {*Aegilotriticale* [(*T. durum* Desf. × *Ae. tauschii* Coss.) × *Secale cereale* L. ssp. *segetale* Zhuk.] × *T. aestivum* L. ‘Chinese Spring’} ($2n = 6x = 42$, AABBDD) with *Ae. geniculata* (Israel accession) was 10%, 6 of 7 seeds germinated and gave pentaploid F₁ plants. The height of the plants was 65 cm in average and they were sterile – from the 508 flowers was not possible to obtain any F₂ seed. F₁ hybrids were pentaploid as expected theoretically ($2n = 35$). The study of meiosis in F₁ hybrid plants showed the having of 0.56 ring and 3.36 rod bivalents and 26.99 univalents for the most PMCs, that could be considered as the main reason for the sterility of these plants. M. Asghar and others (2001) reported that during their study in F₁ plants from combination between Chinese Spring with *Ae. geniculata* observed 1 ring and 4 rod bivalents, additionally 2 trivalents (2). This is similar to our results. S.Harjit informed the percentage germination of the crossed seeds for the crosses with *Ae. ovata* was 44.4. The average number of rod bivalents in the cross *T. aestivum* × *Ae. ovata* was 0.51 only (8). The results are

compatible with that of Abu Bakar and Kimber, McGuire and Dvorak and Claesson et al (1; 3; 11). The low pairing may indicate that the *Ph* gene is not suppressed by *Ae. ovata* genomes. Claesson et al. obtained 2% seed set in a *T. aestivum* × *Ae. ovata* cross and observed much higher crossability with *Ae. ovata* (40%) when *T. aestivum* was used as male parent rather than the female parent (3). Backcross hybridization between this hybrid with common wheat lines was ineffective.

According to the next combination, the seed setting between *Ae. geniculata* (k-2108) with *Asakaze komugi* (Japan) was 8,33% and obtained 2 hibrid seeds. One of them germinated and gave F₁ plants. During of meiosis in F₁ hybrid plants observed the having of 1.09 rod bivalents and 32.82 univalents for the most PMCs. The fertility of this plant was 0.62%, however, obtained 2 seeds from F₁ plants did not germinate. Besides, backcross hybridization between this hybrid with various types of soft wheat (172ACS, cv. Siete cerros var. *erythroleucon*) was also ineffective.



Pic. Spikes of F₁ hybrids between combinations of 171ACS × *Ae. geniculata* (a); *Ae. geniculata* × *Asakaze komugi* (b) (from left to right -P₁, F₁, P₂) and metaphase plate of last combination (c).

Some authors also reported that, most of the *Ae. geniculata* × *T. aestivum* hybrids are almost completely sterile (5; 10; 13), The fact that hybrids between wheat and *Ae. geniculata* can be produced, that they can be partially fertile, and that pairing between *Ae. geniculata* and wheat chromosomes is possible, indicates that a wild gene could be transferred to the wheat (7).

References

1. Abu Bakar M and Kimber G (1982) Chromosome pairing regulators in the former genus *Aegilops*. *Z Pflanzenzucht* 89:130–138.
2. Asghar M., Rao A.R., Farooq S. (2001) Evidence of Homoeologous Relationship Between Chromosomes of Wheat and of *Aegilops geniculata*. *Pakistan J Biol Sci*, 4(4): 411–413.
3. Claesson L, Kotimaki M and Von Bothmer R (1990) Crossability and chromosome pairing in some interspecific *Triticum* hybrids. *Hereditas* 112: 49–55.
4. Dhaliwal H S, Harjit Singh, Gupta S, Bagga P S and Gill K S (1991) Evaluation of *Aegilops* and wild *triticum* species for resistance to leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) of wheat. *Int J Tropic Agr*. 9: 118–122
5. David JL, Benavente E, Brès-Patry C, Dusautoir J, Echaide M (2004) Are neopolyploids a likely route for a transgene walk to the wild? The *Aegilops ovata* × *Triticum turgidum durum* case. *Biol. J. Linn. Soc.* 82: 503–510
6. Elizabeth J. Warham, Abdul Mujeeb-Kazi, and Victor Rosas (1986) Karnal bunt (*Tilletia indica*) resistance screening of *Aegilops* species and their practical utilization for *Triticum aestivum* improvement *CANADIAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY* 8: 65–70.

7. Fernandez-Calvin B, Orellana J (1992) Relationships between pairing frequencies and genome affinity estimations in *Aegilops ovata* × *Triticum aestivum* hybrid plants. *Heredity* 68: 165–172
8. Harjit Singh, H.S.Dhaliwal, Jaswinder Kaur and K.S.Gill Rust resistance and chromosome pairing in *Triticum* x *Aegilops* crosses (1993) *Wheat Information Service* Number 76: 23–26
9. Knott DR (1989) *The wheat rusts-breeding for resistance*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York pp 162–181.
10. Loureiro I, Escorial MC, García-Baudín JM, Chueca MC (2006) Hybridization between wheat (*Triticum aestivum*) and the wild species *Aegilops geniculata* and *A. biuncialis* under experimental field conditions. *Agric. Ecosyst. Environ.* doi:10.1016/j.agee.2006.10.015
11. Mc Guire P and Dvorak J (1982) Genetic regulations of heterogenetic chromosome pairing in polyploid species of the genus *Triticum* sensulato. *Can J Genet Cytol* 24: 57–82.
12. Sharma HC and Gill BS (1983) Current Status of wide hybridization in wheat. *Euphytica* 32:17–31.
13. Zaharieva M, Monneveux P (2006) Spontaneous hybridization between bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and its wild relatives in Europe. *Crop Sci.* 46: 512– 527

УКРАЇНЕЦЬ, ЩО ЗБАГАТИВ НАУКУ ГЕНЕТИКУ: ЗАБУТЕ ІМ'Я УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО

С.В. Нижник

Уманський національний університет садівництва
e-mail: cvetn@meta.ua

Традиційно історико-наукознавчі дослідження займають важливе місце в системі знань будь-якої галузі, адже часто знаходяться на перехресті кількох напрямів наук, акумулюючи накопичене віками з історії, історіографії, джерелознавства та інших спеціальних історичних дисциплін, а також тієї чи іншої галузі науки, дотичної до предмета і об'єкта дослідження.

Україна належить до числа країн, що мають значний науковий потенціал. Сотні імен видатних вітчизняних науковців є гордістю й світової науки. Багато забутих імен українських вчених сьогодні ще потребують повернення в історію. Серед імен славетних синів України, які зробили значний внесок у світову науку, та при цьому не надто знані та знамениті на батьківщині, почесне місце займає Феодосій Добржанський – визначний український і американський еволюційний генетик, біолог і зоолог, основоположник американської популяційної генетики, який зробив великий внесок у розвиток теорії еволюції та генетики, зокрема був однією з центральних фігур у створенні сучасної синтетичної теорії еволюції.

Еволюційне вчення Дарвіна вважається одним із великих відкриттів науки XIX ст. Це вчення набуло неухильного розвитку у XX ст. завдяки зусиллям багатьох вчених, щоправда імен цих науковців у довідниках радянської доби не згадували. Тим більше не було згадки про наших співвітчизників, які своїми науковими дослідженнями перетворили дарвінізм із вчення про еволюцію у повноцінну, глибоко наукову теорію еволюції. До числа таких науковців, які працювали за межами України належить Феодосій Добржанський.

Народився на Поділлі, у Немирові, 12 січня 1900 року. Дослідники біографії вченого вказують: «В його родоводі злилися польські й українські коріння: батько походив із шляхетського роду, мати була донькою й онукою православних священників» та внучатою племінницею Ф. М. Достоевського (внучка рідної сестри письменника) [3].

З 1917 по 1921 роки Добржанський навчається на природничому відділенні фізично-математичного факультету Київського університету. У ці роки Феодосій Григорович познайомився з цитологом і цитогенетиком Г.А. Левитський, багато в чому завдяки якому у Добржанського з'явився інтерес до генетики.

Професор зоології Київського університету Сергій Кушакевич, який по-батьківському опікувався здібним студентом Добржанським, познайомив Феодосія з Вернадським, майбутнім першим президентом Академії наук України.

У 1921–1924 Добржанський працював аспірантом кафедри зоології Української академії наук. А 1924 року вони з дружиною переїхали до Ленінграду, де він працював асистентом на кафедрі генетики та експериментальної зоології Ленінградського університету.

З 1922 року почалося його захоплення генетикою, яка стала головним напрямком наукових досліджень в його житті. У 1927 р. Добржанський був відряджений у США у всесвітньо відому лабораторію Т. Моргана на 1 рік. Відрядження вдалося продовжити до 1930 р., але він не встиг закінчити розпочату роботу і прийняв рішення залишитися в США [5].

Станом на 1927 рік Феодосій Добржанський вже мав 35 наукових робіт з ентомології, генетики, зоотехніки. Майбутній Нобелівський лауреат з генетики Томас Морган високо оцінив науковий талант Феодосія, то ж коли закінчилась «студентська віза», яка надавала Добржанському право на працю в Сполучених Штатах, аби легалізувати науковця Морган затіяв його поїздку на три місяці в Канаду до університету Британської Колумбії. Звідти українець міг повернутися з новою «правильною» візою.

Та при поверненні на співбесіді в американського консула у Ванкувері Добржанський щиро розповів про свою роботу в Томаса Моргана. Консул не завдавав собі клопоту замислитися над загрозою, яка нависла над молодим вченим з Радянського Союзу, і відповів черство і коротко: «Ви порушили закони Сполучених Штатів, співпрацюючи в лабораторії Моргана і отримуючи платню». Феодосій з Наталією мали покинути Канаду та при цьому не могли приїхати в США...

В ситуацію втрутився Морган, який потурбував самого президента США Герберта Гувера. «Один з найблискупіших і найперспективніших вчених з моєї групи перебуває у вкрай драматичному становищі у зв'язку з короткозорим рішенням Служби імміграції», – поскаржився Морган раднику Гувера, знаному фізику Роберту Міллікену. Той проінформував боса. І вже незабаром консул вибачався перед Добржанським, здивовано зазначивши: «Вперше за мою практику візою іноземця клопочеться сам президент США» [1].

З 1931 року Добржанські живуть у США. В 1936 році Феодосій стає повним професором Каліфорнійського технологічного інституту, а за рік отримує американське громадянство. Того ж, 1937 року, виходить його головна робота – книга «Генетика та походження видів», що стала однією з найбільш значущих праць по синтетичній теорії еволюції.

Наукові інтереси Добржанського концентрувались навколо проблем мінливості і еволюції тварин, він був одним з основоположників такого важливого напрямку у біології, як популяційна генетика. Свої перші роботи в цій області він

виконав під час експедиції в Середню Азію в 1926–1927, де досліджував популяції сільськогосподарських тварин цього регіону. Пізніше в якості експериментального об'єкту для вивчення генетичних і еволюційних процесів Добржанський вибрав плодову мушку дрозофілу. Йому вдалося встановити генетичні основи поліморфізму популяцій цього організму – підрозділи на репродуктивно ізольовані (не здатні схрещуватися один з одним) групи. Він показав також, що переваги різних рас дрозофіли проявляються за різних умов, визначуваних, наприклад, висотою над рівнем моря, температурою довкілля, характером доступної їжі, порою року.

Спільно з Дж.М. Смітом Добржанський визначав швидкість природного відбору в природних і експериментальних популяціях. Його дослідження створили передумови для пояснення механізму формування нових рас і видів і дозволили побудувати синтетичну теорію еволюції.

В 1937 виходить у світ одна з головних його робіт – книга «Генетика і походження видів» (англ. *Genetics and the Origin of Species*), Що стала одним з найвизначніших праць по синтетичній теорії еволюції.

З 1940 по 1962 роки Добржанський працює в Колумбійському університеті, потім – до 1971 року в Рокфеллерівському університеті.

Одна за одною виходять наукові праці Феодосія Добржанського (загалом – 500), його книги, видавалося б «вузької» наукової тематики, витримують тричотири перевидання і дають резонанс не тільки серед науковців, а й серед громадськості. Ім'я науковця набуває світового звучання, воно на шпальтах не тільки спеціалізованих наукових журналів, його ім'я викрикують хлопчики, продаючи популярні газети на вулицях міст. Він Почесний доктор понад 20 університетів світу, зокрема, Колумбійського, Оксфордського та Падуанського. Він – член Лондонського королівського товариства, Німецької Академії природодослідників "Леопольдина", Шведської Академії наук, Датського королівського товариства. Феодосій Добржанський удостоюється престижної Кімберівської генетичної медалі (1958), президент США особисто вручає в 1964 році Національну медаль за розвиток науки [2].

Добржанський ніколи не забував свою батьківщину Україну, допомагав українським вченим. Наприклад, за його редакцією побачила світ книга І.Шмальгаузена «Фактори еволюції». Болісно переживав розгром генетичної науки в Радянському Союзі, гостро критикував лисенківщину та доводив її ненауковість і теоретичну безплідність. Шкода, завдана науці, природознавству і суспільству лисенківщиною у Радянському Союзі у повоєнні роки, є колосальною. Було розгромлено генетику і в Україні, по суті, зупинено нормальну роботу селекційних станцій, племінних господарств, знищено вчених.

Помер видатний біолог від серцевого нападу в 1975 році в Каліфорнії, де він працював професором Каліфорнійського університету в Девісі.

Вчений став учителем багатьох послідовників–видатних генетиків-еволюціоністів: Б.Уоллеса, Дж.Мура, Р.Левонтіна, Ф.Айалу, Д.Маринковича, К.Кри мбаса, Е.Безігера.

Іван Корчак пише: «... Польське коріння роду Добржанських дозволяє науковцям Республіки Польща вважати його своїм, на українській землі він народився, виріс і здобув університетську освіту, зробив перші кроки в науці, на американському континенті Феодосій Добржанський здійснив свій науковий подвиг. Чий же він?» [4]. Донька вченого Софія сказала про це так: «Єдиною країною, де мій батько почувався повноправним громадянином, була країна, що не знає кордонів, ця країна – наука».

Великими є заслуги генетика Феодосія Добржанського, якого народила українська земля, перед світовою науковою громадськістю, людством загалом, але його ім'я, його науковий доробок досі невідомі в Україні.

Література

1. Гершензон С. Воспоминания о встречах с Ф. Г. Добржанским. *Генетика*. 2000. Т. 36. № 2. С. 299–300.
2. Захаров И. К 100-летию Феодосия Григорьевича Добржанского. *Генетика*. 2000. Т. 36. № 2. С. 297–298.
3. Казьмирчук Г. Родовід Добржанських за архівними матеріалами. *Проблеми історії та історіографії України*: матеріали науково-практичної конференції —День науки історичного факультету. К.: ПП —КП УкрСІЧ, 2013. С. 25–28.
4. Конашев М.Б. По ту и по эту сторону океана. Выдающиеся отечественные биологи / под ред. Э.И. Колчинского. Санкт-Петербург, 1996. С.45–58.
5. Центральний державний історичний архів України у м. Києві: Ф. 127. Оп. 1011. Спр. 1816. 451 арк.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ОДНІЄЇ РОСЛИНИ СОРТОЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ

Ж.М. Новак, А.В. Новак

Уманський національний університет садівництва
e-mail: nzhanna@ukr.net

Характерною рисою виробництва зерна ячменю в Україні завжди були несталисть врожаїв і валових зборів зерна через строкатість умов вирощування. Тому в центрі уваги програм з селекції та насінництва ячменю завжди переважали завдання, спрямовані на підвищення і стабілізацію врожаїв (Чекалін, 2008, Тищенко, 2008, Баташова, 2008).

Важливим елементом агротехніки є норма висіву насіння. Правильний її підбір може у деякій мірі нівелювати інші біотичні та абіотичні чинники вирощування ячменю ярого.

Висівна норма не може бути сталою й універсальною – в кожному конкретному випадку її слід визначати залежно від сорту, типу ґрунтів, зволоження, обробітку, строків сівби тощо. Ячмінь має генетичну здатність до інтенсивного кущіння і за цим показником переважає інші ярі зернові (Іващенко, 2011, Рудник-Іващенко, 2011). Тому для кожного окремого генотипу у певних ґрунтово-кліматичних умовах потрібно уточнювати норму висіву насіння.

У дослідженнях 2017 і 2018 років аналізували продуктивність однієї рослини сорту ячменю ярого Беатрікс та сортозразків 58/18, 62/18, 66/18 і 70/18 колекції Уманського НУС за різних норм висіву: 5(контроль), 6; 4 і 3 млн./га.

Урожайність посіву визначається поєднанням продуктивності однієї рослини та їх кількості на одиниці площі. Продуктивність однієї рослини обумовлюється комплексом ознак: кількістю зерен з рослини, крупністю зерна та кількістю рослин.

Згідно результатів наших досліджень (табл. 1), за норми висіву 5 млн./га маса зерна однієї рослини сорту ячменю ярого Беатрікс у середньому за два роки досліджень становила 0,83 г, тоді як у сортозразків 58/18, 62/18, 66/18 і 70/18 – 1,15; 0,83; 0,96 і 0,91 г. Підвищення норми висіву насіння до 6 млн./га

супроводжувалось зменшенням індивідуальної продуктивності рослини на 23 – 28%. У той же час, вона зростала при використанні меншої норми висіву насіння: за 4 млн./га на 13 – 25%, а за 3 – на 24 – 44%. Порівнюючи між собою сортозразки слід вказати на перевагу селекційного номера 58/18 над іншими. Ця перевага мала місце як в 2017, так і в 2018 році, проте в меншій мірі.

Впродовж окремих років досліджень, продуктивність однієї рослини змінювалась аналогічним чином. Продуктивність однієї рослини за норми висіву 6 млн./га поступалась такій на контрольному варіанті у 2017 році на 23 (сортозразок 62/18) – 25% (селекційні номери 58/18 та 66/18), тоді як у 2018 – на 16 (сорт Беатрікс) – 35% (номер 66/18). Зменшення норми висіву до 4 млн./га зумовлювало збільшення маси зерна з однієї рослини у 2017 році на 14 (сортозразок 66/18) – 27% (номер 62/18), у 2018 – на 12 (селекційний номер 66/18) – 44% (зразок 70/18).

Продуктивність однієї рослини, г. сортозразків ячменю ярого за різних норм висіву насіння

Сорти / зразки	Норма висіву, млн./га	2017 р.		2018 р.		Середнє	
		г	%*	г	%*	г	%*
Беатрікс	5(контроль)	1,31	-	0,34	-	0,83	-
	6	0,99	76	0,29	84	0,64	77
	4	1,53	117	0,48	140	1,00	121
	3	1,67	128	0,52	152	1,09	132
58/18	5(контроль)	1,74	-	0,55	-	1,15	-
	6	1,31	75	0,38	68	0,84	73
	4	2,08	119	0,65	117	1,36	118
	3	2,26	130	0,83	151	1,55	135
62/18	5(контроль)	1,33	-	0,34	-	0,83	-
	6	1,02	77	0,23	69	0,63	76
	4	1,69	127	0,42	123	1,05	127
	3	1,91	144	0,48	140	1,19	144
66/18	5(контроль)	1,38	-	0,54	-	0,96	-
	6	1,03	75	0,35	65	0,69	72
	4	1,57	114	0,60	112	1,09	113
	3	1,69	123	0,68	127	1,19	124
70/18	5(контроль)	1,42	-	0,40	-	0,91	-
	6	1,08	76	0,29	73	0,69	76
	4	1,71	120	0,58	144	1,14	125
	3	1,93	136	0,63	159	1,28	141
НІР 0,95		0,08		0,02			

За найменшої у досліді норми висіву (3 млн./га) перевищення вказаного показника порівняно з відповідним контролем складало у 2017 році 23 (сортозразок 66/18) – 44% (селекційний номер 62/18), а у 2018 – 27 (номер 66/18) – 52% (сорт Беатрікс).

За результатами статистичної обробки, різниця між показниками продуктивності однієї рослини, за різних норм висіву була достовірною протягом двох років досліджень.

Таким чином, у середньому за два роки, підвищення норми висіву насіння до 6 млн./га супроводжувалось зменшенням продуктивності однієї рослини на 23 – 28%. При використанні 4 і 3 млн./га вона зростала відповідно на 13 – 25%, та 24 – 44%.

Література

1. Чекалін М.М., Тищенко В.М., Баташова М.Є. (2008) Селекція та генетика окремих культур. Полтава: ФОП Говоров С.В. С.104–113.
2. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. (2011) Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. Вісник аграрної науки. № 8. С. 10–12.

ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

В.Г. Новак, Ю.В. Новак

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: nzhanna@ukr.net*

Буряк цукровий є сировиною цукрової промисловості. Коренеплоди містять 16–19% цукру, який добре засвоюється організмом і має високі смакові якості. Це один з багатьох вуглеводів, що найбільш широко використовується людиною.

При переробці буряку цукрового одержують жом і патоку (мелясу). Вихід сирого жому становить 80%, віджатою – 40, меляси – 4,5–5,5% перероблених коренеплодів. Побічна продукція цукровиробництва має різнобічне використання в народному господарстві, з неї виготовляють більше 50 видів продуктів.

Гичка є цінним кормом для сільськогосподарських тварин, 100 кг відповідають у середньому 20 кормовим одиницям. В умовах високої агротехніки збір гички становить 60 і більше відсотків урожаю коренеплодів.

У сортовипробуванні гібриди дають 50 і більше т/га коренеплодів та 8–10 т/га цукру. Проте фактична продуктивність буряку цукрового значно нижча через порушення технології вирощування. Одним із резервів підвищення продуктивності буряку цукрового є оптимальний строк сівби, що і було предметом наших досліджень, які проводились в АФ «Промінь» ершадського району Вінницької області.

Вивчали реакцію буряку цукрового на строки сівби за такими показниками як тривалість фенологічних фаз, зміни густоти рослин упродовж вегетації, динаміки наростання маси коренеплоду та листя, урожайності коренеплодів та вмісту в них цукру.

За даними літератури і практики с.-г. виробництва урожайність та якість коренеплодів значною мірою залежить від біологічно і агротехнічно обґрунтованих строків сівби. Вони обумовлюються біологічними властивостями буряку цукрового (потребою в теплі, волозі, тривалістю вегетаційного періоду), а також місцевими ґрунтово-кліматичними і агротехнічними умовами, особливостями погодних умов.

Глеваський І.В, Наливайко С.Е., Зінченко О.І. вважають, що сіяти цукровий буряк необхідно, коли ґрунт добре розробляється робочими органами культиваторів, не налипає на них і температура його на глибині заробки насіння становить 5–8°C протягом двох-трьох днів. П'ятковський М.К. вважає, що при ранніх строках сівби дещо сповільнюється поява першої пари справжніх листочків. У зоні ІДСС за сівби буряку цукрового 14 квітня врожайність становила 539 ц/га; зміщення строків лише на 7 днів призвело до недобору 55 ц/га, а на 15 днів – 85 ц/га.

Погодні умови в роки проведення досліджень характеризувались недобором опадів та підвищеною температурою повітря.

У досліді вивчали реакцію буряку цукрового гібриду Каньон за раннього (одночасно з ранніми ярими зерновими культурами), та через 5 і 10 днів, відповідно, середнього (контроль) та пізнього строків сівби.

Розмір посівної ділянки 0,421га (10,8х400 м) облікової 0,162 га (5,4х350). Повторність в досліді трьохкратна.

Дослідженнями встановлено, що, наприклад, у 2016 році період сівби-сходи рівнявся 14, 12, 10 днів відповідно для раннього, середнього і пізнього строків сівби. Отже, досходовий період скорочувався при пізніх строках сівби. Також фаза справжніх листків відмічена на шість, дев'ять днів пізніше. Подібна залежність спостерігалась і у наступні два роки.

Змикання листя в міжряддях при різних строках сівби настала майже з однаковим інтервалом, у середньому через десять днів після фази змикання листя в рядках. Розмикання листя в міжряддях по роках спостерігалось лише при першому і другому строках сівби, причому з значною різницею в часі. Так, наприклад, при першому строку сівби рядки розімкнулись 27 серпня в 2016 році, при другому строку сівби – 1.09. Головною причиною цього був дефіцит ґрунтової вологи на формування врожаю. У 2017 та 2018 рр. виражених відмінностей розвитку рослин не спостерігалась. Збирали буряк цукровий у третій декаді вересня місяця.

У середньому за три роки сформована густина була найбільшою при першому строку сівби 102 тис./га, і найменшою 92,5 – при третьому. Це ми пояснюємо, головним чином, умовами зволоження. Зокрема при нестачі води в пізніших строках сівби знижувалась польова схожість насіння. При висіві 1,5 посівних одиниць польова схожість в перший, другий і третій строках сівби склала 75, 69 і 63%.

У середньому за 2016–2018 рр. під час першого обліку маса коренеплоду знаходилась в межах 64–79,5 г, а на перше серпня варіювала від 297–433 г, зменшуючись в наступних строках сівби. Інтенсивніше ростові процеси протікали в 2018 році.

На підставі наших досліджень можна зробити такі узагальнення.

У середньому за три роки при ранньому строку сівби рослини змикають листя в міжряддях на 5 днів раніше порівняно з контролем, що є передумовою зростання продуктивності рослин. За наступних строків сівби розвиток рослин прискорюється, що веде до скорочення тривалості вегетаційного періоду.

Перенесення строків сівби на 5 і 10 днів зумовлювало зменшення густоти на 5–10 тис. рослин на гектар.

Наростання листя і коренеплодів сповільнювалось за всіма періодами обліку у напрямку від першого до третього строків сівби, при цьому також зменшувались і добові прирости.

Цукристість знижувалась в меншій мірі ніж маса коренеплоду, різниця сягала 0,9% на користь першого строку сівби, а за третього строку сівби вона була менша на 0,4% від контролю.

За врожайності 501, 409 та 602 ц/га відповідно у 2016, 2017 та 2018 рр. перший строк сівби забезпечував достовірну прибавку збору коренеплодів порівняно з контролем (НІР₀₉₅ 39,5–41,4 ц/га), а останній аналогічно переважав третій строк сівби.

СТІЙКІСТЬ ДО ВИЛЯГАННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС

Ж.М. Новак, М.О. Точенюк

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: nzhanna@ukr.net*

Пшениця тверда яра наразі залишається важливою продовольчою культурою. Вона становить інтерес для зернового господарства країни, насамперед як сировина для макаронних виробів, а також для хлібопечення як поліпшувач борошна м'якої пшениці.

Проте прикритим є той факт, що пшениця тверда має досить обмежений асортимент сортів у нашій країні, і, як наслідок, висівається на невеликій площі. Тому необхідним є збільшення обсягів селекційних робіт з цією культурою (Верницький, 2000).

Так, серед 420 сортів різних видів пшениці, які є у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 році, частка сортів пшениці твердої становить 6,9%, тобто в Реєстрі їх лише 29, з них 18 – озимої та 11 – ярої форми розвитку (Новак, 2017, Бойко, 2017, Усик, 2017).

Сучасний аграрій, який займається вирощуванням зернових культур, стикається з багатьма проблемами, які стоять бар'єром на шляху до рентабельного виробництва зерна. Останніми роками відмічається тенденція до зниження рівня і стабільності виробництва високоякісного зерна. Це пов'язано з тим, що виробники не завжди дотримують технології вирощування або неправильно добирають сорти для конкретної ґрунтово-кліматичної зони вирощування.

Вилягання пшениці призводить до значних втрат врожаю та погіршення якості як зерна, так і насіння.

У промислових умовах спостерігаються два основні типи вилягання зернових – стеблове і кореневе. Стеблове – найпоширеніше, воно характеризується, в основному, вигином другого міжвузля у результаті перевантаження, надмірного зволоження і сильних вітрів. Кореневий тип вилягання спостерігається за зрошення або випадання значних опадів у період трубкування. Під дією ваги надземної частини рослини відбувається розтягування або зміщення коренів, а іноді їхнє розривання. За надмірної кількості азоту і високих температур восени посіви можуть вилягати раніше від настання молочної стиглості – у період осіннього, весняного кушіння, трубкування. Із початком «зеленої революції» у другій половині ХХ ст. у зерновиробництво ввели короткостеблові високопродуктивні сорти злаків. Головною особливістю цих сортів є те, що вони добре ростуть, не вилягають і дають високі врожаї на значних фонах азотного живлення. Такі рослини мають вищий коефіцієнт господарської ефективності, порівняно зі старими, високорослими, сортами, у них більше асимілятів надходить до репродуктивних органів, а не до стебел.

Проте у дослідях із короткостебловими сортами озимої пшениці було встановлено, що селекцію зі зниження висоти рослини можна проводити тільки до певної межі, адже рослини, які формували занадто низький урожай побічної продукції, давали нижчі врожаї зерна. У стійких до вилягання сортів переважають головні стебла із укороченими міжвузлями, розвиненішою механічною тканиною і підвищеною кількістю судинно-волокнистих пучків порівняно із нестійкими до

вилягання сортами. У короткостеблових сортів наростання вегетативної маси у період виходу в трубку – колосіння за нормальних умов вегетації проходить повільніше, ніж у високорослих. Ростові процеси у низькорослих сортів більшою мірою стабілізовані і врівноважені, стебла, листкові пластинки, як правило, менше витягуються, що також знижує ризик вилягання.

У високорослих сортів степового еко типу за оптимального забезпечення вологою та елементами живлення ростові процеси у період виходу в трубку – колосіння перебігають настільки бурхливо, що виникає відчутна невідповідність між потребою рослин в органічних сполуках і їхньою асиміляцією. За таких умов проявляється неминуха диспропорція у формуванні довжини, товщини і міцності стебла, з одного боку, і масою вегетативної частини рослин – з другого. Чимало авторів стверджують, що на стійкість рослин пшениці та ячменю до вилягання впливає не тільки висота стебла, а й розвиток кореневої системи. Сорти, що здатні формувати потужну вторинну кореневу систему, набагато рідше піддаються вилягання (Демидов, 2016, Хоменко, 2016, Федоренко, 2016, Федоренко, 2016).

Вилягання пшениці, як і інших колосових культур, зумовлюється низкою екзогенних та ендегенних факторів. Серед перших виділяються кліматичні фактори, а саме дощі у період досягання, серед других – висота та діаметр соломини. Саме сукупністю вищевказаних факторів і визначається стійкість до вилягання.

Згідно класифікації Б.А. Доспехова (Доспехов, 1979), один бал відповідає сильному вилягання, три – вище середнього, п'ять – помірному, сім – незначному; при відсутності вилягання встановлюється дев'ять балів стійкості.

Ми визначали стійкість до вилягання сортозразків пшениці твердої ярої колекції Уманського НУС. Дані зразки для селекційних робіт та експонування нам надав Генетичний центр сортів рослин України ім. В.Я. Юрева

Згідно результатів наших досліджень, у сорту пшениці твердої ярої Династія стійкість до вилягання впродовж 2016–2018 років становила дев'ять балів, тобто цей сорт зовсім не вилягав. У 2018 році погодні умови для розвитку пшениці твердої ярої були не сприятливими, висота рослин поступалася аналогічним даним минулих років майже вдвічі. Тому цього року вилягання сортозразків пшениці твердої ярої не спостерігалось.

Сортозразок Кустанайская 28 (казахстанської селекції) також не вилягав впродовж трьох років досліджень, тобто мав дев'ять балів стійкості до вилягання.

Стійкість до вилягання сортозразка Безенчукская 205 у 2016 році становила сім, а 2017 – вісім балів; тобто, в середньому за роки досліджень – 8,0 балів. Зразок Новація мав незначне вилягання впродовж обох років, стійкість його становила сім балів. У сортозразка Ертол рослини вилягали сильніше у 2016 році, ніж у 2017, що пояснюється більшою кількістю опадів влітку 2016 року – стійкість до вилягання становила відповідно шість і сім балів. Найменшою стійкістю до вилягання відмічався сортозразок казахстанської селекції Дамсінская 40 – у 2016 році він мав помірне вилягання (п'ять балів) та незначне (шість) – у 2017 році.

Отже, у середньому за три роки досліджень, стійкість до вилягання аналізованих сортозразків становила 6,5–9 балів. У сортозразка Кустанайская 28 вилягання не було відмічено, у номерів Ертол, Новація і Безенчукская 205 – воно було незначним, у зразка Дамсінская 40 – помірним.

Література

1. Верницький М. (2000) Україна: низький попит на фуражну пшеницю. Пропозиція. № 10. С. 107.

2. Новак Ж. М., Бойко Т. В., Усик С. О. (2017). Аналіз сортів пшениці твердої, придатних для поширення в Україні у 2017 році. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м. Київ). Вінниця: Нілан- ЛТД. С. 155–157.
3. Демидов О., Хоменко С., Федоренко І., Федоренко М. (2016). Перспективні сорти пшениці твердої ярої миронівської селекції. Аграрний тиждень. №3. С. 8–10.
4. Доспехов Б.А. (1979). Методика полевого опыта. М.: Колос. 416с.

ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД НАСІННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС

Ж.М. Новак, О.А. Тополь

*Уманський національний університет садівництва
e-mail: nzhanna@ukr.net*

Ячмінь – одна з найважливіших сільськогосподарських культур із багатоцільовим використанням. Зерно ячменю – це поживний концентрований корм для тварин та цінна сировина для харчової і пивоварної промисловості. В Україні за площами посіву (близько 4,0 млн га) та валовими зборами зерна (8–9 млн т) ячмінь займає друге місце після пшениці (Колючий, 2007, Власенко, 2007, Борсук, 2007).

У дослідженнях 2015–2018 років ми аналізували фракційний склад насіння п'яти кращих зразків ячменю ярого різного географічного походження та порівнювали їх з сортом Командор (стандарт).

Якість посівного матеріалу – один з головних чинників одержання високих, сталих врожаїв сільськогосподарських культур. До показників якості насіння відносять також і фракційний склад насіння. Щупле та недорозвинене насіння не дозволяє отримати рослини, які б характеризувались високою життєвою силою та врожайністю. Ще в кінці минулого століття проводили активне вивчення питання впливу фракцій насіння на урожайність зернових культур (Носенко, 1970).

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва значно підвищено вимоги до насіння, яке повинно мати не лише добру посівну якість, але і високий потенціал урожайності. Для ведення насінництва, за твердженням низки авторів (Шаповал, 2014, Цюк, 2014, Лутак, 2014, Катеринчук, 2014), важливим є відбір крупного, добре виповненого насіння, але і середнє за розміром висіане насіння за своїми врожайними властивостями, з практичної точки зору, мало відрізняється від висіву крупного та з успіхом може бути використане на посівні цілі. Крупність насіння в значній мірі залежить і від біологічних особливостей сорту. Зі збільшенням фракції висіяного насіння, в межах одного сорту, підвищується кількість зародкових корінців, рослини формуються міцнішими та характеризуються швидким проходженням етапів органогенезу. Отже, за рахунок добору біологічно сильнішого насіння можна істотно впливати як на показники якості посівного матеріалу, так і на продуктивність культури.

Показник польової схожості самим низьким був у варіанті з мінімальною за розмірами фракцією насіння. Збільшення фракції насіння, як правило, сприяло

росту даного показника. Використання для сівби наступної за розмірами після мінімальної, фракції насіння сприяло суттєвому росту показників урожайності зерна і насіння. Подальше збільшення фракції насіння викликало тенденцію до росту врожайності зерна (Кузнецова, 2012, Левштанов, 2012, Сербин, 2012, Юсупов, 2012).

Згідно наших спостережень (табл.), у стандарті та селекційних номерів 10/16; 23/16 і 29/16 виділилось три фракції насіння відповідно розмірам решіт: 2,5/20; 2/20 і 1,7/20 мм.

Фракційний склад насіння (середнє за 2015–2018 роки) зразків ячменю ярого залежно від генотипу%,

Генотип	Решета, мм			
	2,5/20	2/20	1,7/20	1,2/20
Командор стандарт	88,5	9,3	2,2	–
2/16	86,6	13,4	–	–
10/16	91,1	8,4	0,5	–
17/16	89,1	10,5	0,2	0,1
23/16	89,5	10,4	0,1	–
29/16	91,8	8,1	0,1	–

Насіння зразка 17/16 мало ще одну фракцію 1,2/20 мм, тоді як у зразка 2/16 виявлено лише дві суміжні фракції насіння. Проте у всіх аналізованих номерів найбільша фракція насіння становила понад 86%. Найбільша частка насіння, що належить до цієї фракції, відмічена у селекційних зразків 10/16 та 29/16 та становила відповідно 91,1 і 91,8%, у зразків 17/16 і 23/16 – відповідно 89,1 та 89,5%, тоді як у стандарті – сорту ячменю ярого Командор, частка цієї фракції складала 88,5%. Найменшою вона була у шестирядного зразка 2/16 – 86,6%. Це свідчить про високу вирівняність посівного матеріалу усіх зразків ячменю ярого.

Частка другої фракції насіння (решета 2,0/20 мм) була обернено залежною від першої: у номерів 10/16 і 29/16 вона була найменшою – 8,4 та 8,1% відповідно; у зразків 17/16 і 23/16 відповідно 10,5 і 10,4%, а найбільшою – у номера 2/16 – 13,4%. У насіння стандарту частка цієї фракції становила 9,3%, проте у наступній фракції (1,7/20мм) відмічено найбільшу серед усіх зразків частку у сорту Командор – 2,2%. У всіх аналізованих зразків частка третьої фракції складала 0–0,5%.

Отже, відмічено високу вирівняність насіння ячменю ярого аналізованих зразків (частка найбільшої фракції становила 86,6 – 91,8%).

Література

1. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України (2007). За ред. В.Т. Колючого, В.А. Власенка, Г.Ю. Борсука. К.: Аграрна думка,. С.727–744.
2. Носенко В.В. 1970 (). Урожайные качества семян озимой пшеницы разной крупности. *Селекция и семеноводство*. № 4. С. 47.
3. Шаповал А.В., Цюк Ю.В., Лутак І.А., Катеринчук І.М. (2014). Вплив фракційного складу насіння пшениці озимої на його врожайні властивості. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*.К. Випуск 1–2. С. 137–141.
4. Кузнецова Т. Е, Левштанов С.А., Сербин Н.В., Юсупов Р.Р. (2012). Посевные качества и урожайные свойства семян озимого ячменя в зависимости от фракций посевного материала. *Зерновое хозяйство России*. No13. С. 47 – 52.

ЗБЕРЕЖЕННЯ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБОРУ В РОСЛИННИХ ПОПУЛЯЦІЯХ

А. І. Опалко, О. А. Опалко

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань
e-mail: opalko_a@ukr.net

Проблема збереження біотичного різноманіття як джерела генетичного поліморфізму вихідного матеріалу для селекції нині набула особливої гостроти. Екологічний стан довкілля, що впродовж тисячоліть перебуває під постійним впливом живих організмів, у тім числі людини, нині потерпає від постійно зростаючого переважно антропогенного пресингу, внаслідок чого навколишнє середовище все більш суттєво змінюється. Такі перманентні зміни, якщо їхні впливи виходять за межі зумовлених генотипами норм реагування, опосередковано впливають на всі організми, що з'явилися раніше, тобто до того, як у черговий раз довкілля було змінене (Vandermeer, 2011). Це дає підстави погодитись з Д. Е. Голдбергом (Goldberg, 1990), котрий для осмислення міжвидової конкуренції рослин (а на нашу думку, не лише рослин, а й усіх живих організмів), запропонував наслідки такої конкуренції поділяти на дві взаємозалежні складові – «реагування» й «ефекти». При цьому в рамках конкуренції між видами «ефекти» впливу одного виду проявляються в такій зміні середовища, на яке генотип іншого виду змушений «реагувати». Тобто, сукупність представників виду **А** «формує» середовище, в якому представники виду **Б** муситимуть жити й розмножуватись, однак виду **А** доведеться згодом виживати, а значить відповідно змінюватись, у новому середовищі, частково «сформованому» видом **Б**, а також іншими багатьма зміненими видами та/або в середовищі, що змінилось унаслідок збільшення/зменшення чисельності або навіть зникнення цього конкретного виду **Б** (чи будь-яких інших видів). Уявімо собі, що гіпотетичний вид **А**, який найбільш ефективно знищує (обмежує розмноження) решту видів Планети, представлений саме *Homo sapiens* L. Адже наслідки надмірного впливу *Homo sapiens* на «сусідів» по середовищу свого існування особливо яскраво проявились і набули загрозливого характеру для виживання власне людини у третю епоху глобалізації, з початком котрої кожні двадцять хвилин зникає в середньому один вид, що в тисячу разів швидше, ніж протягом більшої частини попередньої історії нашої планети (Friedman, 2009, Opalko & Opalko, 2015).

У глибокій давнині внаслідок невисокої щільності населення і переважно кочового, іноді напівкочового, способу життя, загальні потреби людини майже не відрізнялися від потреб близьких за розмірами тварин, тож закони саморегулювання взаємин «людина–природа» тоді цілком забезпечували умови для сталого співіснування людей з біосферою, як і співіснування решти живих організмів (компонентів цієї біосфери). Наслідки неекологічних способів господарювання, котрі завжди були властиві *Homo sapiens*, завдяки природній рекультиватії зазвичай нівелювались протягом декількох десятиріч, у гіршому випадку – впродовж двох-трьох сторіч (Opalko, 2017). Натомість з часів неоліту, коли були одомашнені основні культурні рослини і тварини (деякі понад 10–12 тисячоліть тому) сільське господарство стало набувати рис постійної боротьби між природними силами біотичного різноманіття та необхідністю виробництва конкретних продуктів харчування у все більших кількостях, а отже, у все більш інтенсивних і не завжди екологічно-безпечних виробничих системах. Саме в ті

часи розпочався розвиток селекції, що зумовив акумуляцію в генотипах одомашнених рослин цінних для рільництва й садівництва ознак антропоадаптивності, а значить, підвищення їхньої спроможності стабільно забезпечувати все більш повне задоволення комплексу всезростаючих потреб людини (Opalko & Opalko, 2015; Opalko, 2017).

Уповільнення процесів руйнування природних ресурсів, а в перспективі навіть їх реверсія, могли б бути досягнені внаслідок структурної перебудови виробничої сфери у напрямку ресурсозбереження, зокрема застосування ощадних маловідходних і безвідходних технологій (Connor et al., 2011; Gulinchuk, 2012). Однак з огляду на вроджений егоїзм кожної людини зокрема, а також груповий егоїзм кожної держави, як і майже кожного національного, політичного, клерикального чи котрогось іншого угруповання, важко очікувати добровільного скільки-небудь істотного самообмеження, навіть зумовленого реальними побоюваннями виснаження, забруднення чи знищення певних природних ресурсів. Натомість досвід останніх десятиріч свідчить про планомірне культивування ірраціональних забаганок жодним чином не пов'язаних ні з виживанням, ні з задоволенням фізіологічних і соціальних, духовних і матеріальних, ані інших раціональних потреб, у тім числі в забезпеченні самозбереження, самоствердження і самореалізації (Dumont, 2010; Hergenhahn, 2013; Opalko & Opalko, 2015). Спроби законодавчого обмеження споживання не були ефективними в минулому, малоефективні сьогодні, і наївно сподіватися, що вони стануть більш ефективними в доступному для огляду майбутньому. Однак штучні потреби не лише насаджуються на догоду комерційним інтересам обмеженого кола недобросовісних виробників та корумпованих чиновників, а також неусвідомлено підтримуються більшістю споживачів (Opalko, 2017).

Тож за нинішнього дефіциту земельних і енергетичних ресурсів забезпечення потреб світового споживчого ринку у продовольстві стає все важчим завданням. Впровадження суперінтенсивних сортів, що розпочалось у роки «зеленої революції», зумовило додаткові витрати на придбання мінеральних добрив та пестицидів, внесення яких погіршує екологічний стан довкілля. Сучасна стратегія подальшого збільшення продуктивності агроєкосистем, і зокрема врожайності сільськогосподарських рослин, вимагає заміни традиційних концепцій селекції на нові, зорієнтовані на формування у нових сортів ознак антропоадаптивності. Антропоадаптивність нами розглядається як спроможність стабільно задовольняти потреби людини. Стосовно сорту йдеться про здатність забезпечувати щорічну врожайність і якість продукції, витривалість проти хвороб, шкідників, несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, пристосованість до механізованого догляду і збирання врожаю, спроможність ефективно акумулювати сонячну енергію, рости на забруднених фонах без нагромадження в урожаї шкідливих речовин (пестицидів, нітратів, солей важких металів, радіонуклідів), опірність проти антропічних чинників (негативного впливу господарчої діяльності людини), а отже забезпечувати досить високі (хоча і не рекордні) врожаї у сприятливих умовах та в сприятливі роки, а головне, лише незначною мірою зменшувати врожай та його якість у несприятливі роки. Нова концепція селекційних програм розглядає врожайність як похідну двох компонентів – продуктивності і витривалості рослин (Opalko & Opalko 2015).

3-поміж вирішальних передумов успішної селекційної роботи з будь-якою рослиною найбільше значення має генетичне різноманіття існуючого вихідного матеріалу і векторизування індукованої спадкової мінливості (мутаційної, класичної гібридогенної чи трансгенної) при створенні нового у напрямку

переважання особин з генами та/або генними комплексами, що контролюють прояв ознак антропоадаптивності. Розробка програм такого векторизування складу розщеплюваних популяцій зі збільшенням частки особин з бажаними ознаками сприятиме прискоренню селекційного процесу. Свого часу фундаментальні праці М.І. Вавилова стали дороговказом для пошуку вихідного матеріалу у Центрах походження культурних рослин (Vavilov, 1992), а його Закон гомологічних рядів (Vavilov, 1922), що на два-три десятиріччя передував ідентифікації і доведенню генетичної ролі ДНК у передачі спадкової інформації, сприяв передбаченню джерел дефіцитних для добору ознак за їхнім проявом у споріднених таксонах. Однак лише розвиток порівняльної геноміки забезпечив можливість з'ясування механізмів описаних М.І. Вавиловим феноменів паралелізму у спектрах мінливості генетично-близьких видів і родів, а також надав сучасним дослідникам ефективні засоби для пояснення багатьох генетичних уявлень саме паралельним розташуванням генів уздовж хромосом різних таксонів.

Аналіз численних молекулярно-генетичних досліджень, виконаних останніми десятиріччями на представниках багатьох рослинних таксонів (Paterson et al., 2000), дає підстави зробити два важливі узагальнення:

- у переважній більшості рослин еволюція кількісно невеликої, але видовизначальної частини геному, гени якої фактично кодують основні ознаки і властивості організму, відбувалася відносно *повільно*, унаслідок чого у репродуктивно виділених протягом мільйонів років таксонів дотепер зберігаються упізнаванні внутрігенні послідовності ДНК за схожого розташування в них генів уздовж хромосом;
- широкий спектр чинників, зокрема стародавні хромосомні або сегментарні дуплікації, ефекти активності мобільних генетичних елементів ДНК, делеції й інші локальні перебудови, накладається на відносно повільний темп еволюції хромосом і зумовлює багато відхилень від очікуваної колінеарності.

Запропонована нещодавно (Moore et al., 2019) структурована лінійна змішана модель (StructLMM) взаємодії генотипу з середовищем (щоправда виконана не на рослинах, а на великому наборі даних eQTL крові) використовує ефективний для обчислювання метод ідентифікації і характеристики локусів, що взаємодіють з одним або декількома (навіть з сотнями) змінних середовища. Використання таких методів для аналізу рослинних популяцій сприятиме підвищенню результативності штучного добору насамперед у селекції деревних рослин, для вирощування статистично-достатніх популяцій котрих необхідно мати досить великі площі, що десятки разів більші порівняно з польовими чи городніми культурами. Однак проблема збереження різноманіття генетичних рослинних ресурсів планети як основи ефективності штучного добору не менш важлива для всієї фітобіоти. Тобто йдеться не лише про культивовані рослини, а й про їхні (іноді досить віддалені) дикорослі родичі. Впродовж усієї історії селекції рослин дикорослі родичі постійно, хоча й не завжди цілком усвідомлено, залучались у селекцію для збагачення генофонду новостворюваних сортів генами підвищеної толерантності щодо різноманітних середовищних стресів.

Протягом 20 століття всезростаюча глобалізація й індустріалізація сільського господарства на тлі видатних селекційних досягнень і тріумфу «зеленої революції» забезпечила збільшення виробництва продукції стратегічних для виживання людства культурних рослин, однак призвела до збідніння їх асортименту, що розпочалося з держав з високорозвиненим аграрним сектором, у яких основні площі швидко зайняли декілька нових суперінтенсивних сортів. Задля збереження рослинних генетичних ресурсів в аграрно-розвинених країнах світу вже створено

понад 1300 «банків генів», де зберігається *ex situ* цінний рослинний матеріал, яким вільно обмінювались і який використовували у селекційних програмах науковці різних країн. Однак досить часто в таких «банках генів» насіння поступово втрачає схожість, а при пересівах спонтанний мутагенез і спонтанна гібридизація, разом з механічним засміченням і розщепленням гетерозигот, можуть зробити невпізнаними законсервовані в них генотипи. До недавнього часу таке збіднення генофонду не викликало особливого занепокоєння. Завжди можна було знайти потрібний генотип (носії тієї або іншої потрібної селекціонерів ознаки) в країнах Азії, Африки або Південної Америки. Природні резервуари генетичного різноманіття стихійно підтримувалися *in situ* дрібними виробниками рослинницької продукції небагатих держав, на територіях яких здебільшого розташовані визначені М. І. Вавиловим і його послідовниками Центри походження і різноманіття культурних рослин (Opalko & Opalko, 2015; Opalko, 2017).

Унаслідок впровадження започаткованих у 40-х роках минулого сторіччя в Мексиці з безпосередньою участю майбутнього лауреата Нобелівської премії миру Нормана Борлоуга селекційних досягнень і передових технологій на поля країн, що розвиваються, врожайність пшениці і рису зросла у 3,5–4,5 рази, що дало підстави сподіватися залишити в минулому загрозу голоду. Однак тенденція до глобальної уніфікації генотипів провідних продовольчих культур з катастрофічною швидкістю почала поширюватися в країнах Анд, в Уругваї, Чилі і навіть у донедавна незайманих регіонах Африки. Якщо в 20-х роках минулого сторіччя в Індії вирощувалося понад 30 тис. місцевих сортів рису, то сьогодні їх місце зайняли лише 15 сортів, більшість з яких американської селекції. У Перу, Еквадорі, Болівії і Чилі голландські сорти поступово витісняють місцеві сорти картоплі навіть у віддалених сільських районах. Схожі процеси відбуваються з кукурудзою, помідорами, яблуною та іншими культурними рослинами, кількість місцевих сортів-популяцій яких постійно зменшується (Opalko & Opalko 2015).

Конвенція про біорізноманіття, підписана 150 урядовими лідерами в 1992 році на саміті в Ріо-де-Жанейро, визнала, що біорізноманіття – це більше, ніж рослини, тварини і мікроорганізми і їхні екосистеми, – це люди і їхні потреби у продовольчій безпеці, ліках, чистому повітрі й воді, житлі й здоровому середовищі, в якому можна жити. З того часу закінчилася ера вільної агресивної експлуатації біоресурсів і почалася нова, зі строго регульованими умовами доступу до них і, зокрема до геноплазми, з жорстким контролем за їх використанням. Багатогранність проблеми збереження, стратегічна значимість і цінність біоресурсів як для окремої держави, так і всього людства в умовах загального погіршення екологічного стану, перманентної прогресуючої деградації довкілля, генетична ерозія, взаємозалежність країн від генетичних ресурсів, збільшення розриву між економічно розвиненими державами і країнами, що розвиваються, різнобічні прояви процесів глобалізації змусили світову спільноту започаткувати створення нових механізмів співпраці в царині генетичних ресурсів. Водночас економічно бідні країни стали вимагати у бідних генетичними ресурсами аграрно-розвинених багатих країн, компенсації за використання їхніх біоресурсів. У проблему збирання, збереження, вивчення і використання світового різноманіття залучилися політики, юристи, дипломати, внаслідок спільних зусиль були підписані: Картахенський протокол з біобезпеки (2000 р.) та Нагойський протокол з регулювання доступу до генетичних ресурсів (2010 р.) зі Стратегічним планом на 2011–2020 роки та визначені ним цільові завдання Аїчі щодо біорізноманіття (*Aichi Biodiversity Targets*). Цим планом було визначені такі стратегічні цілі:

- усунення основних причин втрати біорізноманіття домагаючись мобілізації зусиль суспільства і включення питань його збереження в урядові програми;
- зменшення прямого антропогенного навантаження на екосистему, зокрема стосовно поширення інвазійних видів та сприяння сталому ощадному використанню біорізноманіття;
- поліпшення стану біорізноманіття завдяки ефективним заходам з охорони екосистем, видів і генетичного різноманіття;
- підвищення вигоди для всіх, у тім числі найбідніших, держав від біорізноманіття та екосистемних послуг з урахуванням потреб жінок, корінних і місцевих громад, а також бідних і соціально-вразливих верств населення;
- поліпшення реалізації визначених цілей завдяки спільному плануванню, управлінню знаннями та нарощуванню наукового потенціалу і пов'язаних з біорізноманіттям технологій.

В рамках названих п'яти стратегічних цілей було розроблено 20 конкретних задач. Однак останні обстеження 225-ти захищених територій по всьому світу (Zafra-Calvo et al., 2019) стосовно стану соціальної рівності щодо управління і реалізації задач, які мають бути виконані до 2020 року, показали, що в управлінні захищеними територіями все ще існують значні виклики, які необхідно вирішити для досягнення рівноправного управління, особливо у забезпеченні ефективної участі у прийнятті рішень, прозорості процедур, доступі до правосуддя в конфліктних ситуаціях та визнанні прав місцевого населення. За результатами глобальної оцінки ефективності управління захищеними територіями на 2020 рік готується звіт для визначення уточненого набору цільових завдань на 2020–2030 роки.

Від результативності роботи керівників, співробітників та представників громад з захищених територій спрямованої на збереження біотичного різноманіття залежить не лише ефективність селекції, а також виживання *Homo sapiens* як виду.

Література

1. Connor D. J., Loomis R. & Cassman K. G. (2011). *Crop ecology: Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 562 p.
2. Dumont F. A. (2010). *History of personality psychology: Theory, science, and research from Hellenism to the twenty-first century*. Cambridge: Cambridge University Press. 559 p.
3. Friedman T. L. (2009). *Hot, flat, and crowded: why we need a green revolution – and how it can renew America*. London: Penguin. 528 p.
4. Goldberg D. E. (1990). Components of resource competition in plant communities. *Perspectives in plant competition*. [Eds.: James B. Grace & David Tilman]. San Diego et al.: Academic Press, 1990. Part 1. Ch. 3. P. 27–49.
5. Gulinchuk R. (2012). Ecological and economic aspects of sustainable use of land resources. *Balanced Nature Using*. Vol. 5. № 1. P. 69–74.
6. Hergenhahn B. R. (2013). *An introduction to the history of psychology*. Belmont (CA) et al.: Cengage Learning. 720 p.
7. Moore R., Casale F. P., Bonder M. J., Horta D., BIOS Consortium, Lude Franke, Inês Barroso & Oliver Stegle (2019). A linear mixed-model approach to study multivariate gene–environment interactions. *Nature Genetics*. Vol. 51. P. 180–186.
8. Opalko A. I. & Opalko O. A. (2015). Anthro-Adaptability of Plants as a Basis Component of a New Wave of the “Green Revolution”. *Biological Systems, Biodiversity, and Stability of Plant Communities* [Eds. Larissa I. Weisfeld, Anatoly

- Iv. Opalko, Nina An. Bome et al.]. Apple Academic Press. Part 1: The Optimization of Interaction of Anthropogenic Changes in Natural Environment: Global Warming and Biological Stability. P. 3–17.
9. Opalko O. A. (2017). Anthropoadaptability of plants as a basis component of rational use of land resource. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University*. № 2(16). P. 119–126.
10. Paterson A. H., Bowers J. E., Burow M. D., Draye X., Elsik Ch. G., Jiang Ch. – X.... & Wright R. J. (2000). Comparative Genomics of Plant Chromosomes. *The Plant Cell*. Vol. 12. P. 1523–1539. DOI: 10.1105/tpc.12.9.1523.
11. Vandermeer J. (2011). *The ecology of agroecosystems*. Sudbury (Massachusetts) et al.: Jones and Bartlett Publishers, LLC. 387 p.
12. Vavilov N. I. (1922). The law of homologous series in variation. *Journal of genetics*. Vol. 12, № 1. P. 47–91.
13. Vavilov N. I. (1992). *Origin and geography of cultivated plants* [Translated by Doris Löve]. Cambridge: Cambridge University Press. XXXIV+498 p.
14. Zafra-Calvo N., Garmendia E., Pascual U., Palomo I., Gross-Camp N., Brockington D., Cortes-Vazquez J. – A.... & Burgess N. D. (2019). Progress toward equitably managed protected areas in Aichi Target 11: A global survey. *BioScience*. Vol. 20, № 10. P. 1–7. DOI: 10.1093/Biosci/biy143.

БІЛКОВО-ПРОТЕЇНАЗНИЙ КОМПЛЕКС ПШЕНИЦІ ПОЛБИ

Н. М. Осокіна, В. В. Любич, І. А. Лещенко, А. В. Колодійчук

Уманський національний університет садівництва, м. Умань
e-mail: kondorkomik@gmail.com

Пшениця полба, порівняно із пшеницею м'якою, характеризується підвищеним вмістом білка, ненасичених жирних кислот, клітковини, вітамінів групи В, заліза, вона може бути відмінною сировиною для отримання борошна та крупи високої харчової якості, що особливо важливо в умовах дисбалансу раціону харчування окремих груп населення. Слід зазначити, що всі корисні речовини, які містяться в полбі, у зв'язку з високою розчинністю легше і швидше засвоюються організмом людини, ніж біохімічні компоненти зерна пшениці м'якої. Отже, регулярне вживання в їжу продуктів, виготовлених із зерна полби, сприяє зміцненню імунітету, поліпшенню роботи серцево-судинної, травної та репродуктивної систем, знижує ризик розвитку анемії, інфекційних та онкологічних захворювань тощо (Васильєв С. В., 2017).

Вміст білка має позитивну кореляційну залежність з клейковиною в зерні. Також поряд із кількістю клейковини важливе значення має її якість. Саме від властивостей клейковинного комплексу залежить якість готового виробу (хлібобулочні, макаронні вироби, крупи). Багатьма вченими вказується на те, що якість клейковини у зерні майже на 50% залежить від генотипу, а решта 50% – від умов вирощування (Жемела Г. П., 1973).

Для отримання борошна високої якості індекс деформації клейковини (ІДК) має становити 45–85 од. ВДК. Тісто виготовленого з такого борошна буде володіти оптимальними властивостями. За індексу деформації ≤ 45 тісто надто тверде та нееластичне. Перевищення показника ІДК 85 од. п. ВДК тісто не зберігає форму, розпливається.

Метою досліджень було визначення основних властивостей білково-протеїназного комплексу зерна пшениць полби сорту Голіковська (яра) і лінії LP 1152 (озима).

У результаті проведених досліджень встановлено, що в зерні пшениці полби сорту Голіковська містилось 28,1%, що перевищувало на 0,4% значення стандарту (27,7%). Вміст сирої клейковини у зерні полби сорту Голіковська змінювалась за роками в таких значеннях: 2017 р. – 25,2%; у 2018 р. – 31,0%.

Зерно пшениці полби лінії LP 1152 містило 35,6% клейковини (37,7% у 2017 р. та 33,5% у 2018 р.), що в 1,3 рази перевищувало показник пшениці полби сорту Голіковська.

Відомо, що для одержання високоякісного хліба важливіше значення має якість білково-протеїназного комплексу, а не його кількість у зерні. До показників, що характеризують якість клейковини належать: ІДК і розтяжність. Розтяжність – властивість клейковини розтягуватись в довжину. За цим показником клейковину поділяють на коротку (розтяжність до 10 см), середню (до 10–20 см) та довгу (понад 20 см).

Клейковина зерна сорту-стандарту пшениці озимої Ластівка одеська мала оптимальне значення індексу деформації – 60 од. ВДК. Середнє значення показника ІДК пшениці полби сорту Голіковська становив 91 од. ВДК (задовільно слабка), істотно змінюючись протягом років (97 од. ВДК у 2017 р. та 85 од. ВДК у 2018 р.). Сформована кулька із відмитої клейковини зберігала свою форму (не розпливалася), володіла середньою розтяжністю в межах 15–16 см, з наступним відновленням початкової форми. У лінії пшениці полби LP 1152 значення ІДК було більшим – 108 од. ВДК (незадовільно слабка). Відмита клейковина зберігала форму кульки протягом незначного часу. Володіла довгою розтяжністю – близько 40–45 см, провисає, після припинення механічної дії лиш частково відновлювала початкову форму.

Отже, за вмістом клейковини обидва зразки пшениці полби перевищують стандарт. Найвищий її вміст у зерні пшениці полби лінії LP 1152 (33,5–37,7%). За сукупністю показників якості клейковини пшениця полби сорту Голіковська належить до II групи якості, а полба лінії LP 1152 – до III групи. Зерну пшениці полби лінії LP 1152 характерна низька якість білково-протеїназного комплексу, проте високий вміст клейковини вказує на значну кількість білка. Доцільніше використовувати зерно лінії пшениці полби для виробництва круп.

Література

1. Жемела Г. П. (1973). Качество зерна озимой пшеницы. Урожай, С. 48–52.
2. Крюкова А. Г. (2005). Морфобиологические особенности растений подвидов *Triticum dicossum* (Schrunk) Schuebl. Санкт-Петербург.
3. Муслимов М. Г., Исмаилов А. Б. (2012). Полба – ценная зерновая культура. Зерновое хозяйство России: [http://zhros.ru/num21\(3\)_2012/st08_02_2012-20_polba](http://zhros.ru/num21(3)_2012/st08_02_2012-20_polba).

ОДНОСЕМЯННОСТЬ ГОМОЗИГОТНЫХ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ОПЫЛИТЕЛЕЙ О-ТИПА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В.П. Ошевнев, Н.П. Грибанова, Е.Н. Васильченко, Р.В. Бердников

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной
свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» Россия*

До середины двадцатого столетия возделывались сорта свёклы с многосемянными плодами. Такие растения закладывали на цветоносных побегах кластеры из нескольких цветков, из которых после оплодотворения развивались соплодия – клубочки. Каждое такое соплодие содержало несколько семян, которые при прорастании в поле давали несколько проростков. Это делает необходимой проводить послевсходовую ручную прорывку для удаления лишних проростков, так как выросшие из одного соплодия растения угнетают друг друга, что исключает возможность получения кондиционного сырья для переработки на заводах.

Предпосылкой в усовершенствовании технологии выращивания свеклы явилась необходимость выведения сортов, дающих при прорастании один росток.

Такие раздельноплодные спонтанные мутанты были найдены и послужили исходными формами для создания одноростковых сортов и компонентов гибридов свеклы. Первый сорт односемянной свеклы создан в 1956 году [1, 2].

Лишь создание гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности с односемянностью свыше 95% позволяет выращивать свеклу по современной технологии. В настоящее время в мире отсутствует гибрид со 100% стабильностью этого признака. Только благодаря интенсивной подготовке семян удается довести их до односемянности 95%.

Причину нестабильности односемянности следует искать в полигенном наследовании этого признака. Отсюда для практической селекции и первичного семеноводства следует вывод о необходимости постоянного и строгого отбора по этому признаку.

В настоящее время считается установленным, что признак раздельноплодности имеется в любой популяции сахарной свеклы и носит рецессивный характер.

Раздельноплодные формы в сростноплодных популяциях возникают, по-видимому, в результате естественного мутационного процесса [3,4]. Мутанты могут скрещиваться с сростноплодной свеклой или находиться в виде автофертильных растений.

В опытах Савицкого В.Ф. по наследованию признака раздельноплодности убедительно и на большом фактическом материале показан многогибридный характер расщепления по локусу М-т. Однако в работах других авторов можно найти как подтверждение этих данных, так и наличие резких отклонений от моногибридной схемы.

Sedlmayr K. [5] объясняет это наличием селективного оплодотворения как между растениями одной группы, так и в пределах отдельных растений. Кнапп Е. [6] связывает отклонения от моногибридной схемы с различиями исходных раздельноплодных материалов при использовании и гибридизации раздельноплодных форм из России и Германии. Отклонения от многогибридной схемы известны и в более поздних исследованиях. Многочисленные случаи

отклонений от моногибридной схемы расщепления приводят иногда к представлению, что генетический контроль признака раздельноплодности у европейских селекционных материалов иной чем у американских. С. И. Малецкий [7] на основании проведенных серий скрещиваний предполагает наличие двухлокусной модели наследования (mmli) признака односемянности.

Сростноплодные растения постоянно появляются при репродуцировании раздельноплодных сортов – популяций или компонентов гибридов. Обязательным методическим приемом для поддержания односемянности на необходимом уровне является браковка. Проведение ежегодных поддерживающих отборов раздельноплодных популяций поставил вопрос о генетической природе раздельноплодных растений независимо от их континентального происхождения. Этот вопрос до сих пор не решен. В последнее десятилетие в рамках международных программ селекции сортов и гибридов накопилась дополнительная информация, описывающая особенности проявления признака раздельноплодности в селекционных образцах [8, 9].

Следует отметить, что и потомства, полученные от самоопыления растений со 100% раздельноплодностью, не всегда были полностью раздельноплодными. Мы попытались проследить связь между раздельноплодностью F1 на основе ЦМС и раздельноплодностью потомств, полученных от инцухта опылителей закрепителей стерильности, с которыми проводилась гибридизация. Такая связь не прослеживалась.

Изучая характер проявления признака односемянности на разных этапах первичного семеноводства мужскостерильных компонентов гибридов РМС 120, РМС 121, внесенных в Госреестр селекционных достижений, нами установлена значительная фенотипическая изменчивость признака плодности (табл.).

Содержание односемянных растений в МС компонентах гибридов сахарной свеклы РМС 120 и РМС 121

№ компонента	Потомство предбазисных семян (суперэлита)			Потомство базисных семян (элита)		
	Одноплодных	одно-двухплодных	сростно-плодных	Одноплодных	одно-двухплодных	сростно-плодных
Гибрид РМС 120				96,0	2,0	2,0
РС 099	100,0	0,0	0,0			
РС 180	86,2	13,8	0,0			
РС 181	98,0	2,0	0,0			
РС 229	100,0	0,0	0,0			
РС 230	85,7	14,3	0,0			
РС 378	96,0	4,0	0,0			
Гибрид РМС 121				94,6	3,4	2,0
РС 109	97,4	2,6	0,0			
РС 114	100,0	0,0	0,0			
РС 289	100,0	0,0	0,0			
РС 290	100,0	0,0	0,0			
РС 357	87,1	12,9	0,0			
РС 361	100,0	0,0	0,0			
РС 123	100,0	0,0	0,0			
РС 127	98,6	1,4	0,0			

Для поддержания высокой односемянности базисных семян стерильных компонентов, по-видимому, необходимо в предбазисной категории выбраковывать стерильные линии РС 180, РС 230, РС 357. Но такая браковка не может гарантировать высокую раздельноплодность базисных семян, так как ещё неизвестно как будет наследоваться раздельноплодность при переопылении всех линий в популяции, составленной для базисной партии семян.

Наличие двух или большего числа генных систем, контролирующих развитие признака раздельноплодности, затрудняет стабилизацию этого признака в популяциях, так как по фенотипу особи нельзя судить о его генотипе по генам раздельноплодности. Это вынуждает селекционеров постоянно вести негативный отбор растений со сростноплодными плодами.

Поэтому при включении различных линий в предбазисную партию семян необходимо проводить предварительную их оценку по М-т локусам. Надежным методом здесь могут служить односторонние циклические скрещивания, которые позволяют изучить раздельноплодность во всех возможных комбинациях.

Согласно схемы, все имеющиеся у селекционера раздельноплодные мужскостерильные линии скрещиваются на разных изолированных участках с имеющимися опылителями О-типа. По результатам анализа потомств по раздельноплодности судят об идентичности генотипа родительских компонентов и на основании этого формируются компоненты суперэлиты.

Таким образом, в связи с нестабильностью фенотипического проявления признака раздельноплодности селекционеры вынуждены ежегодно, на всех исходных селекционных образцах, суперэлите и даже элите проводить браковку растений с сростноплодными плодами. Поэтому для создания МС компонента гибрида РСМС 120 со стабильной односемянностью мы использовали биотехнологию получения удвоенных гаплоидов, которые представляют собой константные нерасщепляющиеся формы, пригодные для практической селекции [10].

Гаплоидный партеногенез осуществляли путем индукции неоплодотворенных семязачатков, выделенных из опылителей закрепителей стерильности (О-типа) и дальнейшего культивирования регенерантов в культуре *in vitro*.

Необходимыми условиями формирования гаплоидных растений являются: первичная оценка морфологических признаков, проведение цитологического и цитофотометрического анализов уровня пloidности, а также оптимизация этапов морфогенеза в период стабилизирующих отборов.

Для создания жизнеспособного гомозиготного материала гаплоидные растения переводили на более высокий уровень пloidности путем колхицинирования. При дальнейшем культивировании на ростовой среде формировались нормально развитые микроклоны с удвоенным набором хромосом, с хорошо развитыми листовыми пластинками и развитой точкой роста. Затем в условия закрытого грунта растения помещали в сосуды со смесью песка с перегноем. Приживаемость микроклонов составила 72%. В течение трех месяцев вырастали небольшие корнеплоды (штеклинки) массой от 20 до 100 грамм. Индукцию пониженной температурой +4° С (яровизация) проводили в течение 45 дней.

По истечении этого срока растения формировали нормальный габитус куста, наблюдалась бутонизация и цветение (рис. 1).

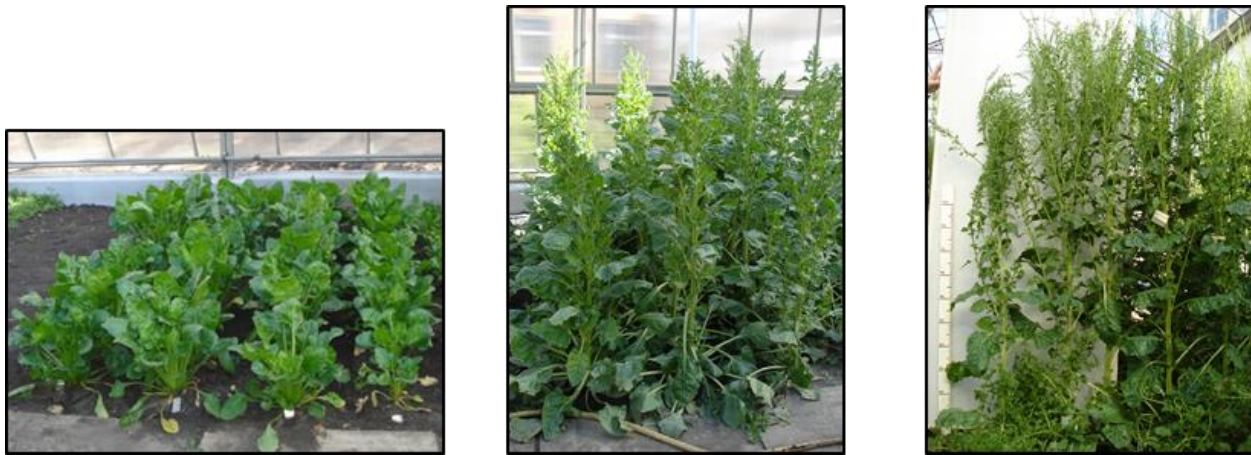


Рис. 1 Формирование габитуса куста семенных растений

Высота растений достигала 1,5 метра и выше, толщина основного цветоносного стебля составляла 3,0 – 3,5 см, цветение проходило одновременно и интенсивно, фертильность пыльцевых зерен варьировала от 87 до 92%. Через 8 -10 недель формировались семена со 100% раздельноплодностью (рис. 2).



Рис. 2 Семена гомозиготных ДН-линий

В результате были созданы 4 удвоенных гомозиготных линии (ДН – линии) и получены семена для дальнейшего использования в селекционном процессе и выращивания суперэлита мужскостерильного компонента гибрида РМС 120.

Разработанная технология позволяет ускоренно получать качественные семена гомозиготных удвоенных линий (ДН) – компонентов высокопродуктивных гибридов.

Литература

1. Попов А.В. Результаты работы Ялтушковского селекционного пункта по выведению и изучению односемянной сахарной свеклы. Односемянная сахарная свекла. – М. – 4изд. МСХ СССР. – 1960. – С. 45–73.
2. Коломиец О.К. Селекция и методика работ, применяемых по выведению сортов сахарной свеклы с односемянными плодами на Белоцерковской опытно-селекционной станции. Односемянная сахарная свекла. – М. – 4 изд. МСХ СССР. – 1960. – С. 22–45.
3. Бородонос М.Г. Особенности наследования односемянности плодов у гибридов первого поколения сахарной свеклы. // Вести с. – х. науки – 1966. – №12. – С. 60–61.

4. Savitsky V.F. Monodgerm Sugar beets in United States – Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. – 1950 – V. 6. – P. 156–159.
5. Sedlmayer K. Monogerme Zuckeruben, ihre Genetik Zuchtung und Bedeutung fur den Zuckerubeneanbau, //Der. Zuchter – 1964 – Bd 2, N34. – S. 45–51.
6. Knapp E. Die genetischen Grundlagen der Einzelefruchtind – keit (Monokarpie) bei Beta vulgaris L.,// Tag. ber. Dt. Akad. Landwirtsch. WISS, GDR, Berlin. – 1967. – Bd 89. – S. 189–213.
7. Малецкий С.И., Вепрев С.Г., Шовруков Ю.Н. и др. Генетический контроль размножения сахарной свеклы. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. – 1991. – С. 168.
8. Ошевнев В.П. Научные основы интенсификации семенного процесса раздельноплодной сахарной свеклы с использованием признака генной и цитоплазматической мужской стерильности: Автореф. докт. дисс. – Рамонь, 1999. – С. 40.
9. Роик Н.В. Совершенствование раздельноплодной сахарной свеклы в процессе селекции и первичного семеноводства: Автореф. Дис...д-ра с. – х. наук. – Киев, 1990. – 28с.
10. Васильченко Е.Н., Жужжалова Т.П., Землянухина О.З., Карпеченко Н.А. Особенности морфогенеза и молекулярно-биохимических свойств гаплоидных регенерантов сахарной свеклы // Сахарная свекла. – №8. – 2017. С.14–20.

ВПЛИВ ФОРМУВАННЯ МАТОЧНИХ РОСЛИН НА ВИХІД І ЯКІСТЬ ВКОРІНЕНИХ ЖИВЦІВ ВИШНІ СОРТУ ВОЛОДИМИРСЬКА

А.Ю. Павлова, Н.Ю. Джура

*ФДБНЗ «Всеросійський селекційно-технологічний інститут садівництва
і розсадництва», м. Москва
e-mail: dzhura-n-yu@yandex.ru*

Біотехнологічні методи забезпечують високий потенціал отримання високоякісного посадкового матеріалу. Вони дозволяють отримати вільні від патогенних мікроорганізмів вихідні рослини, що володіють підвищеною здатністю до вегетативного розмноження (Проніна І.М., Матушкина О.В., Ісаєв Р.Д., 2014 року). Однак повністю реалізувати потенціал таких рослин можливо тільки при оптимізації подальших етапів розмноження. Один з них – зелене живцювання, найважливіший елемент якого, поряд із забезпеченням збереження зелених живців в процесі вкорінення – система ведення маточних рослин.

Цілеспрямований вплив на маткові рослини дозволяє значно підвищити вкорінюємість живців, вихід і якість вкорінених рослин (Тарасенко М.Т., 1991). В найбільшій мірі він відбувається при інтенсивній обрізці. Обрізка плодів рослин підтримує активний ріст пагонів, сприяє омолодженню надземної частини, збільшує вегетативну продуктивність, а також стимулює коренеутворення. Туровська Н.І. і Уваров Н.С. (1990) відзначають, що зниження надземної частини маточних рослин у різних культур вимагає диференційованого підходу. Для зерняткових культур обрізку рекомендують проводити на висоті 8–10 см, в кісточкових – 40–50 см. Система ведення ювенільного маточника для вирощування зелених живців клонових підщеп плодів культур рекомендує формування одного стовбура до 40 см з щорічною обрізкою приростів на кільце. (Картушин

А.Н., 1999)

Вплив висоти обрізки маточних рослин на якість стеблових живців з листям і їх здатність до коренеутворення в різні терміни живцювання проводили на оздоровлених маткових рослинах вишні сорту Володимирська. Сорт використовується як для отримання плодів, так і в якості клонової підщепи, оскільки є добре сумісним з багатьма високопродуктивними сортами вишні та черешні.

Рослини висаджували за схемою $0,3 \times 1,2$ м. Формували в один стовбур, з обрізкою на різній висоті: 5, 20, 40, 60, 80, 100, 120 см від рівня ґрунту. Бічні відгалуження діаметром 7 мм і більше укорочували на пеньок в 2–4 бруньки, менше 5–6 мм видаляли на кільце. Як контроль використовували необрізані рослини. Заготівлю живців проводили в 4 строки з інтервалом 10 днів. Перший термін живцювання відповідав фазі початку активного росту. В залежності від вегетаційного періоду він припадає на 1 декаду червня.. Як зелені живці використовували весь пагін, довжиною 25 см. Заготовлені живці висаджували в субстрат без додаткового стимулювання ризогенезу за стандартною технологією (Полікарпова, Пілюгіна, 1991).

При обрізці маточних рослин відзначається збільшення довжини і діаметру пагонів, відмінність істотна. У порівнянні з контрольним варіантом довжина і діаметр зелених живців в дослідних варіантах в середньому складало 30% і 35% відповідно. Різниця в середній кількості листя на окремий пагін під дією обрізки не виявлено (табл.).

Вплив висоти обрізки маточних рослин на розвиток однорічних пагонів у вишні сорту Володимирська

Висота обрізки маточних рослин, см	Середня довжина пагонів, см	Середній діаметр пагонів, мм	Середня кількість листя, шт.
5	43,4	4,05	10,2
20	37,5	3,18	8,8
40	33,9	3,18	8,9
60	37,8	3,94	8,5
80	39,1	3,56	10,1
100	42,1	3,20	9,3
120	40,7	3,25	9,4
Рослини без обрізки (контроль)	28,6	2,48	9,2
HCP_{05}	8,37	0,68	$F_{\phi} < F_{05}$

Сорт вишні Володимирська є легковкорінюємим. Зелені живці, заготовлені в перші терміни живцювання, мають потенційно високу здатність до ризогенезу (рис. 1). Фаза активного росту пагонів, яка припадає на середину червня, оптимальна для вкорінення стеблових живців з листям незалежно від висоти формування маточних рослин. Вихід вкорінених живців в усіх варіантах досягав 90%.

Вихід вкорінених живців, заготовлених в фазу затухання активного росту пагонів, який припадає на кінець червня-початок липня (ІІІ термін живцювання) в усіх варіантах знижувався в середньому на 15% в порівнянні з першим і другим терміном живцювання. Тільки при обрізанні маточника на висоту 5 см на протязі всіх чотирьох термінів живцювання здатність стеблових живців з листям до формування коренів залишалася на рівні 90%.

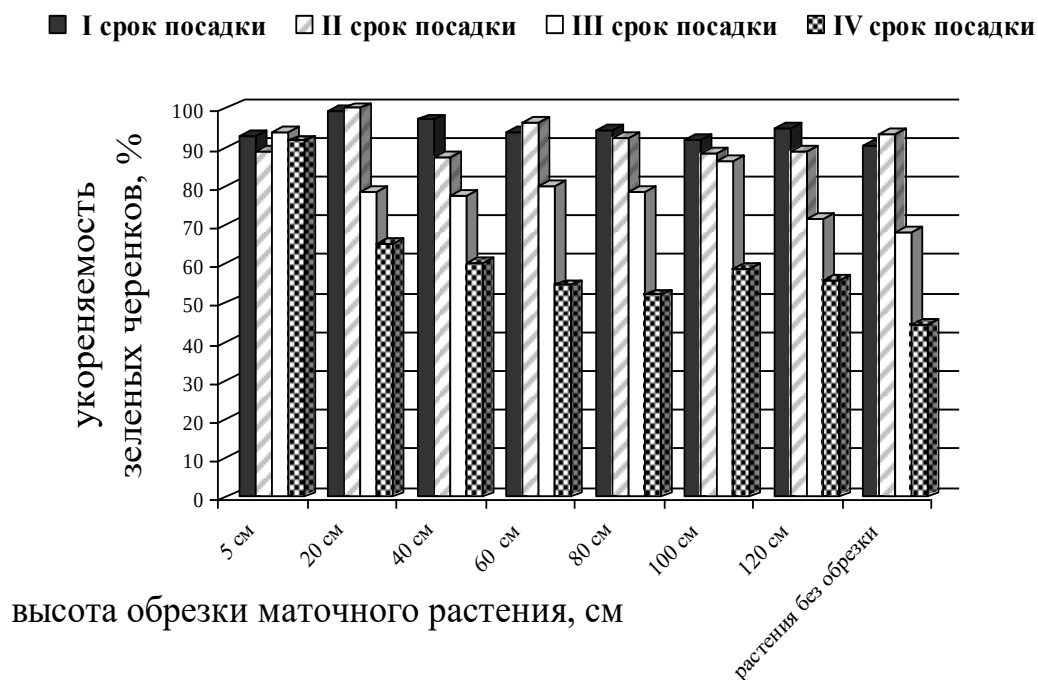


Рис. 1 Вплив термінів живцювання и висоти обрізки маточних рослин на вихід вкорінених зелених живців вишні сорту Володимирська, %

Тривалість цього періоду склала 40 днів. В інших випадках зниження кількості укорінених живців, в порівнянні з двома першими термінами живцювання, становило 25 – 45% в залежності від ступеня обрізки, Мінімальний вихід вкорінених рослин, відзначений у варіанті з пагонами, заготовленими з необрізаних рослин – 44,4%. Він отриманий при заготівлі живців в фазу зупинки активного росту пагонів і відповідав IV терміну живцювання (рис. 2).

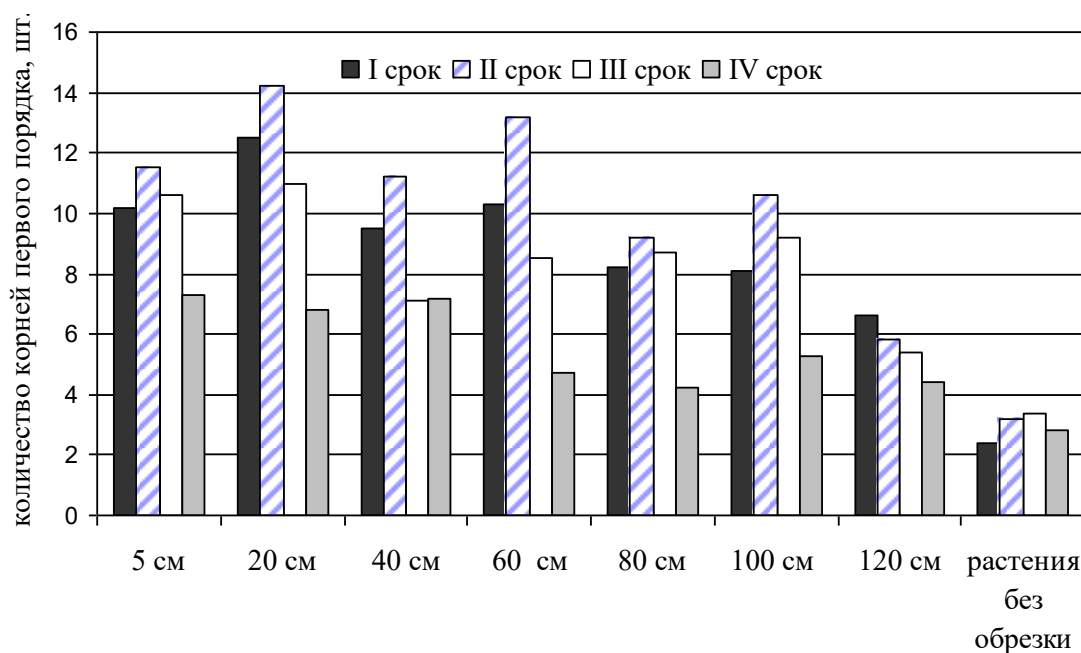


Рис. 2 Вплив термінів живцювання та висоти обрізки маточних рослин на утворення коренів першого порядку у зелених живців вишні сорту Володимирська, шт.

Вплив обох факторів позначався на якості кореневої системи. Оптимальною умовою для формування коренів виявився другий термін живцювання (друга половина червня) і сильна обрізка маточних рослин. Живцювання в середині липня (IV термін) призвело до зниження кількості коренів в 1,5–4,7 рази в порівнянні з результатом, отриманим при висадці живців в фазу активного лінійного росту (II термін). Коефіцієнт кореляції між кількістю коренів і висотою обрізки маточних рослин $r = -0,922$. Він показує, що зниження висоти маточних рослин робить позитивний вплив на формування кореневої системи у стеблових живців з листям.

У варіантах з висотою обрізки від 5 до 60 см переважали вкорінені живці з мичкуватою кореневою системою. До кінця вегетації на живцях, заготовлених з рослин, які обрізали низько, формувалися обростаючі корені 3-ого і 4-ого порядку розгалуження. У контрольному варіанті (без обрізки) у вкорінених рослин коренева система виявилася слабо розгалуженою.

Живцювання в середині липня не сприяло формуванню на вкорінених живцях обростаючих коренів. В основному це було біле коріння первинної будови. Найчастіше така коренева система відзначалася в варіантах з висотою обрізки маточних рослин на висоті 120 см і в контролі.

Рівняння лінійної регресії взаємодії між залежною змінною – y (число коренів першого порядку) і незалежною змінною – x (висота обрізки маточної рослини): $y = 10,849 - 0,038x$, свідчить про те, що максимальний розрахунковий результат досягається при нульовому значенні x . Таким чином, у міру зниження висоти крони маточного рослини потенційна здатність зелених живців до регенерації кореневої системи зростала. Аналогічною виявилася ситуація і з розвитком загальної кореневої системи. Так, збільшення висоти обрізки маточної рослини негативно впливало на розгалуження адвентивних коренів. Рівняння зворотного лінійного зв'язку: $y = 3,151 - 0,0057x$, при $R^2 = 88,59\%$.

Таким чином, обрізка маточних рослин вишні сорту Володимирська позитивно впливала на зростання і розвиток пагонів, сприяючи підвищенню якості вкорінених живців. Формування крони вище 100 см збільшувало продуктивність дерева; а обмеження висоти до 60 см позитивно впливало на коренеутворення, ріст і розвиток кореневої системи у зелених живців. Ця позитивна тенденція зберігалася і при більш пізніх термінах живцювання. Обмеженням висоти маточної рослини можна подовжувати терміни заготівлі зелених живців за рахунок пролонгування фази росту пагонів.

Для раціоналізації виробництва вкорінених живців легкокорінюємих сортів бажано передбачити наявність маточних рослин з різною висотою крони. Заготівлю зелених живців слід починати з необрізаних дерев і з маточних рослин з висотою обрізки 100 і 120 см. Для більш пізніх термінів живцювання (кінець червня – початок липня) краще придатні маткові рослини з низькою висотою крони (до 60 см). При плануванні дослідів з розмноженням садових культур способом зеленого живцювання важливо враховувати висоту маточних рослин.

Література

1. Пронина И.Н., Матушкина И.В., Исаев Р.Д. Клональное микроразмножение в системе производства оздоровленного посадочного материала клоновых подвоев груши./ Пронина И.Н., Матушкина И.В., Исаев Р.Д.//Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №5. – С.27–29.
2. Тарасенко, М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур/ М.Т. Тарасенко. – М. – Изд-во МСХА, 1991. – 272 с.

3. Туровская, Н.И. Влияние обрезки на продуктивность маточников для зеленого черенкования клоновых подвоев плодовых культур / Н.И. Туровская, Н.Е. Уваров // Интенсификация размножения плодовых и ягодных культур: Сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1990. – С. 6–8.
4. Картушин, А.Н., Происхождение и местоположение побегов в кроне и укореняемость зеленых черенков/ А.Н. Картушин// Садоводство и виноградарство. – 1999. – №5–6. – С. 8–9.
5. Поликарпова Ф.Я., Пилюгина В.В. Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием. М.: Росагропромиздат, 1991.–96 с.

РАЗЛИЧНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ СЕПТОРИОЗА – *P. NODORUM* И *Z. TRITICI*

**Е.В. Пахолкова¹, Н.Н. Сальникова¹,
Н.А. Куркова¹, Т.М. Коломиец¹, В.П.Шаманин²**

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, Россия*

²*Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина,
Омск, Россия*

Одним из наиболее известных и эпифитотийно опасных болезней зерновых культур является септориоз. Зона его распространения охватывает практически все континенты, за исключением большей части юго-западной Азии. В России септориоз составляет основу патогенного комплекса на посевах пшеницы на всей территории ее возделывания. Наибольшую опасность он представляет в Центральном, Южном, Северо-Кавказском, Северо-Западном и Сибирском округах. Эпифитотийное развитие болезни в основных зернопроизводящих областях отмечается 5–8 раз за 20 лет, а умеренное развитие – 8–15 раз (Санин, 2016). В эпифитотийные годы потери урожая пшеницы могут достигать 30–40% (Санин и др., 2012).

Септориоз поражает все надземные органы растений в течение всего вегетационного сезона. Наиболее распространенными и вредоносными возбудителями болезни являются виды *Zimoseptoria tritici* Quaedvlieg, Verkley & Crous (син. *Septoria tritici* Rob et Desm.) и *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley & Crous (син. *Stagonospora nodorum* [Berk.] Castellani and E.G. Germano). Они различаются по биологическим и эпидемиологическим свойствам, но могут существовать совместно на одном и том же растении. Инфекция *Z.tritici* в значительной степени зависима от температуры и продолжительности периода увлажнения и предпочитает прохладные влажные условия. Гриб особенно опасен на молодых всходах осенью или весной, а в дальнейшем при сильном поражении листового полога ускоряет старение верхних листьев, которые оказывают наибольшее влияние на формирование урожая. Вид *P.nodorum* развивается в более широком температурном диапазоне, не требует длительного увлажнения и способен жить сапрофитно. Более высокая скорость прорастания пикноспор *P.nodorum*, более короткий латентный период и наличие высокого токсического воздействия этого возбудителя на растения дают ему преимущество в освоении

тканей растения-хозяина. Он особенно вредоносен при поражении колоса и способен длительное время сохраняться в семенах.

Сложность этиологии септориоза затрудняет селекцию устойчивых к нему сортов. Комплексная устойчивость к септориозу встречается редко, и сорта устойчивые к одному виду возбудителя, могут быть восприимчивы к другому. Некоторый прогресс в этом вопросе наблюдается в отношении *Z. tritici*. Отечественными исследователями выделен ряд районированных и перспективных сортов пшеницы, которые рекомендованы для включения в селекционные программы в качестве источников и доноров устойчивости к этому патогену (Плахотник и др., 2009; Жуковский и др., 2012; Дерова и др., 2014). Реже удастся отыскать сорта устойчивые к *P. nodorum*, и зачастую возникает вопрос, обладает ли пшеница истинной устойчивостью к этому виду гриба.

Целью наших исследований являлось провести сравнительную оценку устойчивости образцов озимой и яровой пшеницы к двум наиболее вредоносным возбудителям септориоза – *P. nodorum* и *Z. tritici* и выявить образцы, устойчивые к этим патогенам.

Исследования проводили в 2016–2018 гг. в теплице на искусственном инфекционном фоне в фазу 2-х листьев. Было оценено 387 образцов озимой и яровой пшеницы. Среди них 120 синтетических гексаплоидных пшениц, в том числе 105 линий селекции CIMMYT, созданных скрещиванием сортов твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) Aisberg, Leucurum 84693, Ukr-Od 952.92, Ukr-Od 1530.94 (г. Одесса, Украина), Pandur (Румыния) с различными формами эгилопса Тауша (*Aegilops tauschii* Cross., syn. *Aegilops squarrosa*), и 15 линий синтетической пшеницы селекции Киотского университета (Япония), полученных скрещиванием сорта твердой пшеницы Langdon (США) с формами эгилопса различного экологического происхождения. В числе других образцов были 30 межвидовых гибридов, полученных в результате скрещивания сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с дикими сородичами (*Tr. timopheevi*, *Tr. kiharae*, *Tr. dicoccum*, *Tr. militinae*), 117 сортов яровой и озимой пшеницы отечественной и зарубежной селекции и 120 селекционных линий из коллекции ОмОН-ГАИ (Омский ГАУ).

Для создания инфекционного фона были выбраны патогенные штаммы возбудителей септориоза из Государственной Коллекции Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии.

Семена образцов пшеницы, предварительно пророщенные в течение 2-х суток, высевали в вазоны с почвой объемом 300 см³ по 10 семян в вазон. Каждый испытываемый образец высевали в два вазона: в один для оценки на устойчивость к *P. nodorum*, в другой – к *Z. tritici*.

Биоматериал *Z. tritici* выращивали на картофельно-глюкозной питательной среде в чашках Петри. Для инокуляции растений *P. nodorum* использовали биоматериал гриба, выращенный на зерновом субстрате.

Растения заражали в фазу 2-х листьев методом опрыскивания споровой суспензией гриба. Для заражения тем или другим видом септории использовали смесь штаммов в равном объеме. В варианте с *P. nodorum* применяли концентрацию 10⁶ спор/мл, в варианте с *Z. tritici* – 10⁷ спор/мл. Расход суспензии – из расчета 100 мл/м². Перед инокуляцией в суспензию добавляли поверхностно-активное вещество Твин-20 (1–2 капли/100 мл). Зараженные растения помещали на 48 часов во влажную камеру, а затем переносили в ростовые боксы, где поддерживались следующие условия: температура 18⁰С (ночью) и 22–24⁰С (днем), фотопериод – 16 часов (при дополнительном освещении).

Оценку проводили через 14 дней (*P. nodorum*) и 20 дней (*Z. tritici*) после инокуляции, визуально определяя процент пораженной поверхности 1 и 2 листа. Тип реакции устанавливали как: R – устойчивый (средняя степень поражения менее 20%), I – средне восприимчивый (средняя степень поражения 20–50%), S – высоко восприимчивый (средняя степень поражения более 50%) (Санина, Анциферова, 1991). При оценке пораженности изолятами *Z. tritici*, помимо степени поражения, использовали второй критерий оценки – споруляцию гриба *in vivo*. Для этого листья каждого образца после учета срезали, помещали в отдельные стаканы с точно известным количеством воды и через 2–3 часа с помощью камеры Горяева подсчитывали количество спор, вышедших из пикнид. Интенсивность споруляции оценивали, как низкую (менее 100 тыс. спор/лист), среднюю (100–200 тыс. спор/лист), высокую (более 200 тыс. спор/лист) (Санина, Анциферова, 1991).

Пораженность разных образцов пшеницы ранжировала от устойчивого типа реакции (R) до высоко восприимчивого (S). Поражения *P. nodorum* выглядели на растениях в виде некротических участков с бурыми пятнами. Поражения *Z. tritici* проявлялись в виде некрозов с пикнидами или без них, при этом степень поражения не всегда коррелировала со споруляцией гриба. Часто при низкой степени поражения наблюдалась интенсивная споруляция и наоборот.

Из всего количества испытанных образцов 17,8% проявили устойчивость к *P. nodorum*, 52,2% – к *Z. tritici*, 17,3% образцов были устойчивы к обоим возбудителям септориоза. Высоко восприимчивыми к *P. nodorum* были 35,2% образцов, к *Z. tritici* – 18,9%, к обоим патогенам – только 7,7% образцов (табл. 1).

1. Количество образцов пшеницы с разным типом реакции к двум возбудителям септориоза (*P. nodorum* и *Z. tritici*)

Тип реакции	<i>P. nodorum</i>		<i>Z. tritici</i>		Оба патогена	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
R	69	17,8	202	52,2	67	17,3
I	182	47,0	112	28,9	42	10,8
S	136	35,2	73	18,9	30	7,7

Часто образцы, устойчивые к одному виду септории были высоко восприимчивы к другому. Так, 43 устойчивых к *Z. tritici* образца были высоко восприимчивы к *P. nodorum*, а 4 образца, устойчивых к *P. nodorum*, были высоко восприимчивы к *Z. tritici*. В целом, устойчивость к *Z. tritici* наблюдалась значительно чаще, чем к *P. nodorum*. Соотношение устойчивых и восприимчивых к *P. nodorum* форм составляло примерно 1:2, тогда как к *Z. tritici* – 3:1. Этот факт объясняется более высокой агрессивностью *P. nodorum* по сравнению с *Z. tritici* и меньшей требовательностью его к условиям окружающей среды (температура, влажность).

Больше всего устойчивых форм было идентифицировано у синтетических пшениц. При этом устойчивость к *P. nodorum* отмечалась в 45,8% случаев и чаще всего встречалась у линий Leuc.84693/*Ae.squarrosa* (409) и Pandur/*Ae.squarrosa* (223). К *Z. tritici* были устойчивы 80% синтетиков, особенно такие линии, как UkrOd.761.93/*Ae.squarrosa* (392), UkrOd.1530.94/*Ae.*

squarrosa (310), Leuc.84693/*Ae.squarrosa* (409), Pandur/*Ae.squarrosa* (223) и Pandur/*Ae.squarrosa* (409) (табл. 2).

Среди других групп образцов количество устойчивых форм было значительно меньше: 0–30% к *P. nodorum*, 30–50,0% – к *Z. tritici*. Чаще всего устойчивость к *P. nodorum* наблюдалась у сортов пшеницы группы Эритроспермум (30%), реже – у межвидовых гибридов и селекционных линий ОмОН-ГАИ (2,5–6,6%). Все

зарубежные сорта из США и Канады были восприимчивы к *P. nodorum*. Устойчивость к *Z. tritici* чаще отмечалась у сортов пшеницы группы Лютесценс (45,4%) и других отечественных сортов (50%), реже – у сортов пшеницы из группы Эритроспермум и зарубежных сортов (30–31,6%).

2. Частота встречаемости устойчивых форм к возбудителям септориоза среди образцов из различных генетических групп

Группы образцов	Всего образцов	<i>P. nodorum</i>		<i>Z. tritici</i>		Оба патогена	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Синтетические пшеницы:	120	55	45,8	96	80,0	53	44,2
UkrOd.761.93/ <i>Ae.squarrosa</i> (392)	6	4	66,6	6	100	4	66,6
UkrOd.952.92/ <i>Ae.squarrosa</i> (1031)	5	0	0	2	40,0	0	0
UkrOd.1530.94/ <i>Ae.squarrosa</i> (392)	6	4	66,6	4	66,6	3	50,0
UkrOd.1530.94/ <i>Ae.squarrosa</i> (310)	3	1	33,3	3	100	1	33,3
UkrOd.1530.94/ <i>Ae.squarrosa</i> (1027)	21	8	38,1	18	85,7	9	42,8
UkrOd.1530.94/ <i>Ae.squarrosa</i> (629)	6	3	50,0	5	83,3	3	50,0
UkrOd.1530.94/ <i>Ae.squarrosa</i> (458)	5	2	40,0	3	60,0	2	40,0
Leuc.84693/ <i>Ae.squarrosa</i> (409)	6	5	83,3	6	100	5	83,3
Leuc.84693/ <i>Ae.squarrosa</i> (1026)	1	0	0	0	0	0	0
Aisberg/ <i>Ae.squarrosa</i> (369)	8	2	25,0	5	62,5	2	25,0
Aisberg/ <i>Ae.squarrosa</i> (511)	9	3	33,3	5	55,5	3	33,3
Aisberg/ <i>Ae.squarrosa</i> (369) Demir	1	0	0	1	100	0	0
Pandur/ <i>Ae.squarrosa</i> (223)	16	14	87,5	16	100	14	87,5
Pandur/ <i>Ae.squarrosa</i> (409)	12	8	66,6	12	100	8	66,6
Langdon/Ku	10	1	10,0	6	60,0	1	10,0
Langdon/Pi	2	1	50,0	2	100	1	50,0
Langdon/Ig	3	1	33,3	2	66,6	1	33,3
Межвидовые гибриды	30	2	6,6	11	36,6	1	3,3
Сорта группы Лютесценс	66	9	13,6	30	45,4	8	12,1
Сорта группы Эритроспермум	10	3	30,0	3	30,0	1	10,0
Отечественные сорта	22	3	13,6	11	50,0	2	9,1
Сорта США и Канады	19	0	0	6	31,6	0	0
Селекционные линии ОмОН-ГАИ	120	3	2,5	42	35,0	1	0,8

Наибольшую ценность для селекции на комплексную устойчивость представляют образцы, проявившие устойчивость к обоим патогенам. Большинство из них обнаружено среди синтетических гексаплоидных пшениц (53 образца или 44,2%), принадлежащих, главным образом, селекции CIMMYT. Среди них можно выделить линии Ukr-Od.761.93/*Ae.squarrosa* (392), Ukr-Od.1530.94/*Ae.squarrosa* (392), Ukr-Od.1530.94/*Ae.squarrosa* (1027), Ukr-Od.1530.94/*Ae.squarrosa* (629), Leuc.84693/*Ae.squarrosa* (409), Pandur/*Ae.squarrosa* (223), Pandur/*Ae.squarrosa* (409). Среди других генетических групп устойчивость к обоим патогенам чаще всего отмечалась среди пшеничных сортов группы Лютесценс (12,1%).

Литература

1. Дерова Т.Г., Шишкин Н.В., Жукова В.Е. (2014). Иммунологическая оценка сортов озимой пшеницы к септориозу. *Зерновое хозяйство России*, 4, 62–68.

2. Жуковский А.Г., Ильюк А.Г., Буга С.Ф., Склименок Н.А., Кремнева О.Ю., Волкова Г.В., Гудошникова Е.С. (2012). Поражаемость сортов озимой пшеницы септориозом (*Septoria* spp.) и желтой пятнистостью (*Pyrenophora tritici-repentis*) в условиях республики Беларусь и Северо-Кавказского региона России. Научный журнал Куб ГАУ, 80 (06), 252–263.

3. Плахотник В.В., Судникова В.П., Зеленева Ю.В. (2009). Оценка селекционного материала пшеницы на устойчивость к *Septoria tritici* в Центрально-Черноземном регионе. Агро XXI, 0709, 12–13.

4. Санин С.С., Санина А.А., Мотовилин А.А., Пахолкова Е.В., Корнева Л.Г., Жохова Т.П. и соавт. (2012). Защита пшеницы от септориоза. Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 4.

5. Санин С.С. (2016). Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами. Теория и практические рекомендации. Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 5.

6. Санина А.А., Анциферова Л.В. (1991). Определение патогенных свойств изолятов *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. и *S. tritici* Rob. Et Desm. на пшенице. Микология и фитопатология, (25) (2), 155–160.

ФЕНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ГЕНОТИПІВ АКТІНІДІЇ (*ACTINIDIA* LINDL.) ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗМНОЖЕННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.В. Пиж'янов, В.В. Поліщук, А.Ф. Балабак

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Особливе місце серед нетрадиційних культур займають види роду *Actinidia* Lindl. – *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *Actinidia purpurea* Rehd., *Actinidia polygama* (Siebold et Zucc.), *Actinidia chinensis* Planch., які цікаві не тільки своєю біологією, екологією, географією та історією, а й великою практичною цінністю. У садівництві вони займають чільне місце, завдяки високому вмісту біологічно-активних речовин та макро- і мікроелементному складу. Рослини відзначаються декоративними властивостями, щорічним рясним плодоношенням, невибагливістю до умов зростання, стійкістю до хвороб та шкідників, що дає можливість використовувати їх в озелененні.

Важливим показником інтродукції видів, форм і сортів актинідії роду *Actinidia* Lindl. є їх здатність до адаптації в нових умовах культивування, яка проявляється у проходженні сезонного циклу розвитку і визначається ступенем відповідності ритму рослин до кліматичних умов району інтродукції.

Обмежувальними факторами розповсюдження видів, форм і сортів плодових культур, в тому числі і актинідії є тривалість періоду вегетації, сума ефективних температур, а також низькі температури у весняний, осінній і зимовий періоди, які впливають на підмерзання кореневої системи і надземної частини [2–4, 6–8]. Тому дослідження фенологічних фаз росту і розвитку є однією з головних умов вивчення інтродуцентів, а також фаз розвитку рослин у період вегетації, що дає змогу встановити особливості сортів, пристосування до факторів зовнішнього середовища на різних етапах онтогенезу [1, 3, 4, 6, 8].

У Національному ботанічному саду ім. М.М.Гришка НАН України інтродуковано п'ять видів роду *Actinidia* Lindl.: *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *Actinidia purpurea* Rehd., *Actinidia polygama* (Siebold et Zucc.), *Actinidia chinensis* Planch. Вперше в Україні розпочата і проводиться селекційна робота з використанням усіх інтродукованих видів, створено колекцію, що нараховує приблизно 300 різних форм. Природно-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України сприяють культивуванню сортів досліджуваних видів актинідії, які характеризуються високою вегетативною продуктивністю і привабливістю. За час періоду вегетації рослини повністю встигають пройти усі властиві їм фази розвитку і росту та підготуватися до переходу в стан спокою [6].

Проте, актинідія все ще залишається малопоширеною культурою в садівництві. Чинниками, що стримують широке впровадження актинідії в декоративне садівництво, є недостатня вивченість біологічних особливостей росту і розвитку цих рослин, відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з їх розмноження та вирощування садивного матеріалу, а також використання в озелененні населених місць. Тому, вивчення біоекологічних особливостей видів роду *Actinidia* Lindl в умовах культури, проведення оцінювання їхньої перспективності, розроблення ефективних прийомів та способів розмноження, визначення та обґрунтування основних напрямків збагачення декоративних насаджень з їх участю в регіоні проведення досліджень є актуальними

Вирішення цих завдань можливе лише при цілеспрямованій інтродукції нових і перспективних сортів актинідії, що дасть змогу визначити їх екологічну пластичність, ареал розповсюдження, ступень екологічної спеціалізації, наявність екотипічного різноманіття і генезису. Сорти-інтродуценти, перебуваючи за межами свого екологічного оптимуму, можуть гостро реагувати на коливання факторів зовнішнього середовища. Тому саме у цьому напрямку необхідно вести роботу щодо вивчення характеру і амплітуди варіювання ознак і властивостей маточних рослин сортів актинідії в нових умовах зростання.

Мета досліджень полягала у вивченні проходження фенологічних фаз росту і розвитку маточних рослин актинідії та пристосування їх до нових агроєкологічних умов вирощування з метою визначення регенераційної здатності. За матеріал досліджень взято сорти актинідії перспективні для умов Правобережного Лісостепу України – Ласунка, Помаранчева, Київська гібридна, Київська крупноплідна, Пурпурна садова, Сентябрьська, Самоплідна, Фігурна та *Adam* (чоловіча форма). Досліди проведено в розсадниках Уманського національного університету садівництва, Національного дендропарку «Софіївка» НАН України і ТОВ «Брусвяна». В кожному варіанті досліді використано по 18 трирічних маточних рослин кожного сорту, висаджених у контейнери ємністю 10,0 л. Фенологічні спостереження і біометричні показники росту пагонів маточних рослин сортів актинідії вивчали згідно кваліфікаційних методик [5, 9].

Встановлено, що фенологічні фази розвитку досліджуваних генотипів значно залежать від суми ефективних температур, вищих +5°C. Початок вегетації більшості досліджуваних сортів актинідії в умовах Умані відмічено у третій декаді березня за середньодобової температури 4–6°C. У першій декаді квітня, коли сума ефективних температур складала 41–45°C, спостерігається набрякання і розтріскування бруньок у всіх сортів, окрім сорту *Adam* (чоловіча форма). Початок сокоруху та розтріскування бруньок у рослин цього сорту відмічено на 5–8 діб пізніше порівняно з іншими сортами.

Досліджено, що тривалість періоду вегетації від початку весняного сокоруху до повного опадання листків в агрокліматичних умовах Умані складає 190 діб (залежно від температурних умов). Початок набрякання і розтріскування бруньок, залежно від сорту, варіює з третього до 19 квітня, протягом 15 діб, а закінчення вегетації – масове опадання листків – з 10 по 18 жовтня.

Порівнюючи літературні дані, пов'язані з фенологічними дослідженнями [6], слід зазначити, що в умовах проведення досліджень сорти характеризуються більш ранніми строками проходження фенофаз розвитку. Визначальним при цьому є саме температурний фактор. Ритми квітування сортів актинідії є одним з найважливіших показників, які характеризують ступінь пристосування їх до нових кліматичних умов. За строками і тривалістю цвітіння всі досліджувані сорти віднесено до групи весняно-літнього типу цвітіння, яке розпочинається з третього і продовжується до 25 травня. Цвітіння рослин, залежно від погодних умов, в середньому, спостерігається протягом 17–22 діб, що співпадає з інтенсивним утворенням і ростом листків. Цвітіння розпочинається при сумі активних температур – $+335,8...+364,9^{\circ}\text{C}$ і ефективних температур – $+311,9...348,4^{\circ}\text{C}$. Період плодоношення зафіксовано на початку липня, яке закінчується в середині серпня.

Одним із важливих періодів річного циклу морфоперіодичних змін маточних рослин досліджуваних сортів актинідії є лінійний ріст і розвиток пагонів. Лінійний ріст і розвиток пагонів у більшості досліджуваних сортів в умовах проведення дослідів розпочинається в першій і другій декаді травня (залежно від сорту), а через 7–9 діб пізніше у сорту *Adam* (чоловіча форма). Сорти Пурпурна садова і Сентябрьська, різняться більш слабким ростом пагонів і меншим габітусом рослини, порівняно з іншими сортами, довжина однорічних пагонів, при цьому, складає в середньому 45,8–53,6 см.

Інтенсивний ріст обростаючих пагонів розпочинається в кінці червня, продовжується в липні, а в середині серпня припиняється. Середня довжина приросту пагонів маточних рослин у досліджуваних сортах складала 45,8–67,3 см. Встановлено, що інтенсивність процесів росту пагонів залежить, в основному, від температури повітря і кількості опадів. На початку літа при достатній вологості субстрату в контейнерах, енергія росту пагонів маточних рослин сортів актинідії, головним чином, визначається температурним режимом повітря – з підвищенням температури спостерігається активізація росту пагонів. Максимальний приріст пагонів відмічено в червні-липні і досягає в середньому $57,8 \pm 2,5$ см за декаду.

Стійкість сортів актинідії до низьких температур тісно залежить від ростових процесів пагона. Досліджено, що всі сорти характеризуються досить високою зимостійкістю в умовах Правобережного Лісостепу України. Тривалість росту їх вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів, за роки проведення досліджень, складає 129 ± 7 діб.

Отже, на основі вивчення особливостей росту і розвитку маточних рослин сортів актинідії в Правобережному Лісостепу України встановлено біологічні засади їх культивування, як плодової і лісової культури. Створено колекцію маточних рослин, що нараховує дев'ять сортів, і є базою для подальшої селекційної роботи та впровадження в практику зонального садівництва та лісівництва. Встановлено, що кліматичні умови Лісостепової зони України забезпечують проходження повного циклу сезонного розвитку досліджуваним сортам чорниці високорослої. Кількість днів від розкриття бруньок до початку досягання плодів становить 129–140 діб, плоди повністю досягають, дають схоже насіння, що свідчить про можливу інтродукцію їх в регіон досліджень.

Лінійний ріст пагонів нерівномірний протягом періоду вегетації. Інтенсивність та тривалість ростових процесів залежить від типу пагонів (вегетативні, вегетативно-генеративні), температури повітря і кількості опадів. Період найактивнішого росту вегетативних та вегетативно-генеративних пагонів припадає на червень – середину липня.

Висновки: Географічне розташування і природно-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України дають змогу на культивування більшості інтродукованих сортів актинідії. Встановлено, що вищезгадані досліджувані генотипи Ласунка, Помаранчева, Київська гібридна, Київська крупноплідна, Пурпурна садова, Сентябрьська, Самоплідна, Фігурна та *Adam* (чоловіча форма) характеризуються високою вегетативною продуктивністю, кількістю щорічно утворених пагонів галуження, які обумовлені параметрами розвитку кожної рослини та сортовою специфікою. Проведені дослідження сприяють впровадженню сортів актинідії в агроекологічні умови Правобережного Лісостепу України.

Література

1. Бублик М. О. Основні завдання щодо координації та методики наукових досліджень у садівництві. *Садівництво*: Міжвід. тематич. наук. збірн. Київ: Нора-прінт, 2000. С. 5–17.
2. Жмылев П. Ю. Изменения ритма сезонного развития растений в связи с глобальным потеплением климата. Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. трудов. Москва: РУДН, 2002. Вып. 3. С. 41–46.
3. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1988. 767 с.
4. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции. Бюл. ГБС АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 13–18.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. Л. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999. 605 с.
6. Скрипченко Н.В. Інтродукція видів роду *Actinidia* Lindl. В Лісостепу України. (ріст, розвиток, особливості розмноження): автореф. дис.. ... канд.. біол.. наук. 03.00.05 / Національний ботанічний сад ім.М.М. Гришка НАН України. Київ 2002. 20 с.
7. Фенология древесных растений [Электронный ресурс] / Агроархив. Сельскохозяйственные материалы. 2015. Режим доступа: <http://agro-archive.ru/dendrologiya/262-fenologiya-drevesnyh-rasteniy.html>.
8. Хужахметова А. Ш. Научные принципы подбора сортов и исследования их роста и развития с учетом специфики климата. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2014. № 9–10. С. 48–54.
9. Шнелле Ф. Фенология растений. Ленинград: Госметиздат, 1961. 259 с.

ДОБІР ПОПЕРЕДНИКІВ І СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НАСІННИЦЬКИХ ПОСІВІВ ПРОСА ПОСІВНОГО

С. П. Полторецький¹,
Н. М. Полторецька¹,
В. М. Бурдига²

¹Уманський національний університет садівництва, м. Умань

²Подільський державний аграрно-технічний університет,
м. Кам'янець-Подільський

Насінницькі посіви проса посівного в польових сівозмінах необхідно розміщувати після культур, що залишають після себе досить родючий і чистий від бур'янів ґрунт. В основних районах прососіяння добрими передниками для нього є – озимі культури, багаторічні й однорічні трави, зернобобові культури і кукурудза на силос [1].

Доцільність озимих культур як попередників насінницьких посівів проса посівного визначається тим, що вони залишають після себе чисті від бур'янів площі з достатніми запасами поживних речовин. Високі і якісні врожаї насіння проса посівне формує й після просапних культур – буряка цукрового і картоплі. Непоганим попередником може бути й кукурудза на силос зібрана в фазі в молочно-воскової стиглості. Проте, у кукурудзи і проса є спільні хвороби і шкідники. При цьому, особливо небезпечним для посівів проса є кукурудзяний метелик [2].

Розміщення насінницьких посівів проса після добрих попередників дозволяє отримувати високі врожаї цієї культури і використовувати його, в свою чергу, в якості цінного попередника для інших культур сівозміни. Так, просо ціниться як попередник, оскільки крім досконалої системи основного і передпосівного обробітку ґрунту, для боротьби з бур'янами в його посівах застосовуються гербіциди [3].

За результатами досліджень [4] встановлено, що найбільша кількість нітратного азоту в ґрунті містилося після зернобобових попередників; найбільша кількість P_2O_5 – після вико-вівсяної суміші, гороху і картоплі, а максимальна кількість калію – після зернових і бобових попередників. Проте, вміст поживних речовин в ґрунті залежить не тільки від попередників. Їхня кількість в більшості визначається і кількістю внесених добрив.

Запаси продуктивної вологи в ґрунті залежно від попередників також різні. За трирічним даними дослідної станції ВНДІ зернобобових і круп'яних культур вони склали ($m^3/га$): після кукурудзи – 1646, після сої – 1558, а після ячменю – 1221. Дані вологості ґрунту в посівах проса посівного за різними передниками на глибині 0–50 см, отримані за цих же умов, показують, що в період цвітіння рослин, коли вони найбільше потребують вологи, після зернобобових культур вона становить 24–25%, а після буряка цукрового – 22% [5].

Оптимальна система основного і передпосівного обробітку ґрунту повинна забезпечити його очищення від бур'янів, сприяти збереженню й накопиченню достатніх запасів вологи, запобігати поширенню хвороб і шкідників. Зяблевий обробіток необхідно диференціювати залежно від попередника, ступеня забур'яненості поля та вологості ґрунту. При розміщенні насінницьких посівів проса після зернових колосових, а також зернобобових культур одночасно зі

збиранням або слідом за ним, ґрунт обробляють на глибину 6–8 см, а в посушливих районах – на 8–10 см лушильними агрегатами. Глибоке лушення забезпечує збереження і накопичення в ґрунті вологи за рахунок опадів, а також сприяє знищенню шкідників. Так, встановлено, що завдяки лушенню кількість мишовидних гризунів і курячого проса зменшилася в два рази [6].

На ґрунтах, чистих від бур'янів (після просапних культур) можна відразу розпочинати зяблевий обробіток. Досвід виробництва показує, що передорний обробіток ґрунту у вигляді дискування особливо необхідний після кукурудзи і соняшника. Це пояснюється тим, що підрізане предплужниками коріння кукурудзи і соняшника міцно утримує ґрунт і під час оранки в зоні коренів мочок утворюються брили. Під час зяблевої оранки дуже важливо забезпечити добре вирівнювання ріллі. Для цього в агрегаті з плугом має бути секція кільчасто-зубового катка. Глибока оранка сприяє значному підвищенню врожайності проса [7].

Порівняно з іншими культурами просо потребує високоякісного передпосівного обробітку ґрунту. Для сівби такої дрібнонасінної культури ґрунт необхідно добре виробити і вирівняти. При цьому поліпшується контакт висіяного насіння з вологим ґрунтом, що створює сприятливі умови для формування повноцінних сходів. Від початку весняно-польових робіт до сівби проса нерідко проходить близько місяця. Протягом цього періоду ґрунт повинен бути в розпушеному і чистому від бур'янів стані. Навесні, як тільки ґрунт досягне, зяб боронують у два сліди важкими зубовими боронами в агрегаті з шлейф-боронами по діагоналі або впоперек напрямку оранки. Глибина розпушування ґрунту становить 5–8 см.

Залежно від стану і забур'яненості ґрунту, за період ранньовесняного боронування ґрунту до сівби проса проводять дві–три культивації, щоб добре очистити ґрунт від бур'янів і зберегти в ньому вологу. Чим триваліший період між обробітком ґрунту і передпосівної культивації, тим менше залишається в ґрунті бур'янів.

Одночасно з боронуванням проводять і першу культивацію – на глибину 10–12 см (одночасно з культивацією під ранні ярі зернові культури). За ранньої і посушливої весни зяб перший раз обробляють на глибину 5–6 см упоперек напрямку оранки. Глибоке розпушування, а тим більше переорювання ґрунту в цих умовах не допускаються, оскільки спричиняють значне його висушування [8].

Результати спостережень науковців і виробників показують [9], що на забур'янених площах багаторазові весняні обробки ґрунту добре очищають його від бур'янів і забезпечують якісну підготовку до сівби, що забезпечує формування високого врожаю за незначних затрат праці. У технології підготовки ґрунту до сівби істотне значення має прикочування. Допосівне прикочування добре вирівнює поверхню ріллі, покращує вологозабезпеченість верхнього шару ґрунту, покращує прогрівання його на глибину загортання насіння, що сприяє отриманню дружних сходів, оптимальну густоту стеблостою і врожайність насінницьких посівів проса.

Література

1. Варавва В. Н. Элементы технологии возделывания проса по разным предшественникам. Зерновое хозяйство, 2004, № 5, с. 7–10.
2. Елисеев В.И. Влияние совместного действия предшественников и минеральных удобрений на формирование высокопродуктивных посевов проса в степной зоне Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04; Оренбург. гос. аграр. ун-т, 2009. 23 с.

3. Сапрыкин В. С. Предшественники под просо. Сибирский вест. с.-х. науки, 1985, № 4, с. 28–32.
4. Иоаниди И. П., Надточий М. М. Изменение качества зерна проса под влиянием предшественников. Уральские нивы, 1980, № 2, с. 27–28.
5. Демиденко П. Н., Конах И. И. Основные приемы возделывания проса в Днепропетровской области. Совершенствование селекции, семеноводства и технологии возделывания проса. Орел: ВАСХНИЛ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 1985, с. 115–118.
6. Аверчев О. В., Єфімова Н. М. Оцінка рівня і характеру забур'янення в посівах проса за його вирощування в рисовій сівозміні. Вісник Львівського національного аграрного університету «Агрономія». Львів: ЛНАУ, 2011, № 15 (1), с. 210–216.
7. Андрианова Л. О. Приемы ухода за посевами и уборки проса в Среднем Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01; Перм. гос. с.-х. акад. им. Д. Н. Прянишникова, 2012. 20 с.
8. Куделко В. Н. Оптимизация приемов возделывания проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) в условиях центральной части Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09; НПЦ НАН Беларуси по земледелию, 2012. 21 с.
9. Красиловець Ю. Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. – Х. : МагдаLTD, 2010, с. 297–308.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ТА ЙОГО ВІДНОШЕННЯ ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**С. П. Полторецький,
Н. М. Полторецька,
Ю. В. Захарченко**

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

За особливостями розвитку ячмінь ярий належить до рослин довгого світлового дня. Тривалість вегетаційного періоду залежить від властивостей сорту, ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов вирощування. Серед погодних факторів головними, що визначають тривалість періоду вегетації, є освітлення і температура. У північних районах, де світловий день довший, фази росту від сходів до колосіння проходять швидше, ніж у південних. За теплої погоди вегетація рослин дещо скорочується, а за прохолодної – подовжується [1].

Вегетаційний період у різних сортів значно змінюється, у скоростиглих сортів ячменю тривалість від сходів до досягання становить 53...56 діб, а в пізньостиглих – 105...111 [2].

У ячменю, як і в інших однорічних злаків, розрізняють такі фази вегетаційного періоду: проростання, з'явлення сходів, кушіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, досягання (молочний стан, воскова та повна стиглість) [3].

Проростання насіння та поява сходів. Ячмінь потребує для проростання менше води, ніж інші хлібні злаки (48...65% від ваги сухої речовини). Набухання та кільчення зерна за нормальної вологості спостерігається через 24 години. Ця фаза триває 2...5 діб [4].

В процесі проростання спочатку з'являються зародкові корінці, а потім

перший зародковий листок, захищений з усіх сторін безбарвним колеоптилем. Коли колеоптиль досягає поверхні ґрунту, звернутий перший листок прориває верхівку і розгортається. Великі, важкі та здорові зерна в однакових умовах дають більшу кількість зародкових коренів порівняно з щуплими, недорозвинутими зернами [5].

У період проростання рослини дуже чутливі до несприятливих умов (нестача води, низькі температури, щільність ґрунту, наявність ґрунтової кірки, надмірне зволоження та глибоке загортання насіння). Забезпечення оптимальних умов для дружньої появи сходів є важливим заходом агротехніки [4]. Мінімальною температурою для з'явлення сходів ячменю ярого є 1...2 °С [6]. За оптимальної температури та вологості ґрунту сходи появляються на 6...8 добу з польовою схожістю 80...90% [13]. Сходи ячменю витримують заморозки до -7 °С, при цьому ушкоджуватися може тільки листя, але вузол кущіння зберігається. Високі температури ячмінь переносить краще за інші зернові культури [7].

Кущіння. Після появи першого та особливо другого листка швидко збільшується надземна та коренева маса рослини. До моменту утворення третього листка біля поверхні ґрунту утворюється помітне потовщення – це стебловий вузол, з якого утворюються перші справжні листки та вторинні корені. Ячмінь починає кушитися, тобто утворювати бокові пагони через деякий час після з'явлення третього листка. Число пагонів на одній рослині називається енергією кущіння. Ступінь кущіння залежить від генетичних властивостей сорту [9, 17]. Великий вплив на кущистість має родючість ґрунту. В ячменю взагалі більш високий коефіцієнт кущіння, ніж у вівса або пшениці ярої (від 3 до 7 пагонів на одну рослину, а коефіцієнт продуктивної кущистості становить 2,1...2,8). Але на малородючих ґрунтах цей коефіцієнт близький до одиниці [6].

Під час кущіння конус наростання подовжується, на ньому утворюються колоскові горбки, які потім розділяються на колоски і квітки. Час формування зачаткового колоса дуже важливий у житті рослин, бо після його закінчення ніщо вже не може впливати на збільшення кількості колосків. Тому, умови зволоження і живлення на початку вегетації ярих зернових культур відіграють винятково важливу роль в утворенні основи високопродуктивних рослин [8].

В ячменю ярого початок виходу в трубку настає через 3...4 тижні після появи сходів. Початок цієї фази пов'язаний з видовженням міжвузлів та формуванням колоса, колосків і квіток. У цей період ячмінь найбільш чутливий до нестачі вологи, живлення і світла, що призводить до часткової стерильності та зменшення кількості зерен в колосі [9].

У ячменю колосіння рослин починається з виходу остюків із верхівки піхви листка й частин колоса з бічної її щілини. Виколювання настає через 46...48 діб після появи сходів. В засушливі роки колос може не виходити і початок колосіння відмічають при появі остюків колоса. До настання колосіння ячмінь повністю формує генеративні органи [2].

Цвітіння починається при досяганні і викиданні пиляків, що в ячменю часто збігається з початком колосіння. В умовах помірних температур та вологого ґрунту цвітіння іноді настає через кілька діб після колосіння. Цвітіння починається з середніх колосків і одночасно розповсюджується на верхні та нижні частини колоса. Найбільш інтенсивно цвітіння і запліднення спостерігається в ранкові години. Увесь процес запліднення продовжується 6...8 годин [2]. До кінця цвітіння закінчується ріст вегетативних органів, а в більшості випадків і ріст кореневої системи [4].

Після запилення йде інтенсивне формування зернівки. Період формування зерна триває 10...11 діб від запліднення до початку молочного стану. Період наливу триває приблизно 13...19 діб від початку молочного до кінця тістоподібного стану і включає фази: передмолочну, молочну і тістоподібну. У кінці періоду суха маса зерна досягає 93...95% від найбільшої її величини, вологість – 46...48%. Значно збільшується ширина й товщина зерна, втрачається його зелений колір [2, 10].

Період досягання починається з кінця тістоподібного стану зерна і включає фази воскової та твердої, або збиральної стиглості.

Фаза воскової стиглості триває 5...8 діб і за цей час маса сухої речовини зерна збільшується не набагато, а його вологість зменшується від 40...46 до 20...22%.

Тверда стиглість триває дві-п'ять діб і поділяється на початок і кінець фази. Вологість зерна в цей час зменшується від 22 до 17...14% і можна приступати до його збирання прямим комбайнуванням [1].

Процес зерноутворення (від колосіння до досягання) за нормальних умов триває приблизно 30...40 діб і залежить від метеорологічних умов.

Якщо під час формування і наливу зерна в ґрунті не вистачає для рослин води і стоїть спека, то процес зерноутворення скорочується, насіння не досягає нормального розміру. У такі роки зерно формується дрібне, щупле, що призводить до зниження врожаю [2].

За хмарної, помірно теплої погоди і достатньої зволоженості ґрунту тривалість періодів та фаз зерноутворення збільшується і, як правило, маса зерна зростає [4].

Література

1. Жемела Г. П., Мусатов А. Г. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. К.: Урожай, 1989. 160 с.
2. Беляков И. И. Технология выращивания ячменя. М.: Агропромиздат, 1985. 119 с.
3. Культурная флора СССР. Том II. Часть 2. Ячмень. Под ред. В. И. Кривченко. Л.: Агропромиздат, 1990. С. 194.
4. Губернатор В. С. Ячмень. К.: Урожай, 1997. 153 с.
5. Беляков И. И. Ячмень в интенсивном земледелии. М.: Росагропромиздат, 1990. 175 с.
6. Фёдорова Н. А. и др. Сортовая агротехника зерновых культур: монография. К.: Урожай, 1999. 328 с.
7. Неттевич Э. Д., Аникапова З. Ф., Романова Л. М. Выращивание пивоваренного ячменя. М.: Колос, 1981. 206 с.
8. Борисоник З. Б. Ячмень яровой. М.: Колос, 1974. – 255 с.
9. Boonchoo S., Fukai S., Hethrington S. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability. Australian journal of Agricultural Research, 1998, Vol. 49; № 4, p. 695–706.
10. Егорова Н. В. Развитие и формирование продуктивности растений ячменя в зависимости от условий азотного питания: Автореф. дис. канд. биолог. наук. – СПб, 1998. 25 с.

ЗМІШАНІ І СУМІСНІ ПОСІВИ ГРЕЧКИ

**С. П. Полторецький,
Н. М. Полторецька,
Ю. М. Ковбасюк**

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

У літературі думки вчених щодо переваги того чи іншого виду сівби розділяються. Проте всі вони спільні щодо незаперечної користі сумісного вирощування кількох культур (Белюченко, 2014 року).

Сівба кількох культур в суміші дозволяє збільшити вихід сільськогосподарської продукції з одиниці площі і, крім того, забезпечити стабільну врожайність за роками (Кирилова, 1995).

У Китаї, Індії, Єгипті та інших країнах найдавнішої культури змішані посіви сільськогосподарських культур тривалий період займали великі площі й до нині не втратили свого значення. В Індії та Китаї, наприклад, такі посіви складають основу інтенсивного землеробства (Лупашко, 1965).

Численні досліді і досвід сільськогосподарського виробництва показують, що порівняно з одновидовими посівами рослини в оптимально підібраному змішаному ценозі виявляються більш пристосованими до змін зовнішніх умов. У змішаних посівах рослини рівномірніше і повніше використовують основні чинники росту і розвитку (Gunasekera, 1994).

Багато авторів рекомендують виробництву бобово-злакові посіви, як найбільш стійкі до вилягання і високоврожайні в порівнянні з одновидовим посівом зернових культур (Терещенко, 1973).

Проте, багато авторів, рекомендуючи змішаний посів бобових з іншими культурами, в той же час відзначають, що врожай їх за сумісного вирощування може знижуватися (Черноголовин, 1974 и др.).

На безперспективність і навіть шкідливість змішаних посівів вказують Г. М. Доброквашин (1962), С. С. Зеленський (1962), М. І. Чегембаєва (1969) та ін. автори. За їхніми даними при сівбі гороху з вівсом і ячменем вміст гороху в суміші був незначним, так як він сильно пригнічувався і погано розвивався. В результаті цього змішані посіви формують низькі врожаї, а підтримуюча культура ускладнює збір урожаю. Як правило, це відбувається внаслідок неправильного добору сортів злакових і бобових, через дозрівання їх в різні терміни і невірною співвідношення компонентів за необґрунтованих норм висіву (Муака G, 1995).

Крім бобових сумішей у виробництві досить часто зустрічаються ячмінно-вівсяні суміші. Так К. А. Шпогіс і А. К. Антоній (1973) в умовах Латвії отримали врожайні дані на користь сумішей ячменю і вівса. Окрім цього, в суміші дозрівання першого компонента прискорюється, а другого – сповільнюється внаслідок чого вирівнюються строки збирання обох зернових культур.

Важливе значення для змішаних посівів має таке явище, як алелопатія, тобто біохімічні взаємодії між рослинами внаслідок чого ними виділяються речовини, що здатні впливати на проростання, ріст і розвиток рослин інших видів. Симон (Simon) ще в 1768 році висловлював припущення, що корені рослин виділяють у ґрунт хімічні речовини, які мають значний вплив на рослини іншого виду. Так, Мадаус (Madaus) довів, що розчинені в дощовій воді виділення з листків картоплі стимулюють проростання насіння ячменю (Тутуржанс 2017).

При сівбі гречки в суміші з фацелією також відзначається взаємовплив культур (зміна маси рослин, кількості квіток, плодів, урожайності) та інших показників росту і розвитку (Гречканов, 1972).

Г. В. Копелькієвський (1960) для збільшення збору меду і отримання врожаю зеленої маси на корм худобі або добриво рекомендує сівбу гречки здійснювати в сумішці з іншими медоносними рослинами (гірчиця, фацелія).

А. С. Кротов (1963) наводить низку прикладів успішного спільного вирощування гречки з житом, вівсом, ячменем, просом, горохом, пелюшкою, квасолею та іншими культурами.

Досліди зі змішаних посівів гречки з вівсом і просом, проведені на дослідному полі Пермського СГІ і в господарствах області, дозволили авторам зробити висновки про те, що цей агрозахід забезпечує загальний збір зерна гречано-вівсяної суміші на 30 % більший, порівняно з одновидовими посівами цих культур на такій же площі (Самойлович, Капустін, 1972).

Дослідження, проведені П. Т. Корольковим (1985, 1987) на кафедрі рослинництва Воронежського СГІ показали, що спільне вирощування гречки з просом за рівнем і стабільністю врожаю істотно перевершує одновидові посіви обох культур.

За даними В. І. Мазалова (2000) економічно найбільш вигідним виявився варіант сумісного посіву, де застосовувалися половинні норми висіву гречки і проса від рекомендованих для одновидових посівів цих культур. Співвідношення компонентів в зерноsumішах змінювалося залежно від погодних умов – чим сприятливіші умови для культури, тим вища частка в зерноsumіші. Також відзначалося істотне зниження забур'яненості посівів за сумісного вирощування гречки з просом.

РОЛЬ НАСІННИЦТВА У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**О. М. Вересенко¹,
С. П. Полторецький²,
О. В. Луста²**

¹ННЦ «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», смт. Чабани

²Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Насінництво – важлива ланка в організаційній структурі сільського господарства, що реалізує досягнення селекції шляхом розмноження високоврожайного насіння нових сортів і впровадження їх у виробництво. Це спеціальна галузь, що забезпечує розмноження високоякісного сортового насіння, формування високих урожайних і посівних якостей за спеціальних заходів вирощування, збирання й післязбиральної обробки. Перед сучасними виробниками насіння в Україні стоять завдання – довести його до високих посівних кондицій згідно вимог європейських і світових стандартів.

За даними відомого вченого І. Г. Строни (1980), завдяки впровадженню нових сортів урожайність зернових культур у виробництві підвищувалася в середньому до 0,1 т/га за кожні п'ять років, а весь інший приріст врожайності досягається за

рахунок агротехніки і насінництва, на частку останнього припадає приблизно 30–32 %. Насіння високої якості, порівняно зі звичайним, забезпечує приріст урожаю близько 0,3–0,4 т/га. Насіння, зазвичай, є одним з найважливіших незамінних засобів сільського господарства, що визначає рівень урожайності, і чим воно краще, тим вища продуктивність. Через насіння з покоління в покоління передаються генетичні властивості сортів. Насінництво безпосередньо пов'язане з селекцією, однак урожайні якості насіння залежать не тільки від генетичної основи сортів, а й від умов його формування, тобто умов розвитку материнської рослини. На посівні якості насіння впливають погодні умови, хвороби, шкідники, забур'яненість полів та інші чинники під час вирощування.

За рекомендацією Національної академії аграрних наук України, з урахуванням біологічних і господарських особливостей окремих культур і сортів, запроваджено таку схему виробництва елітного насіння: розсадник випробування потомства 1-го року; розсадник випробування потомства 2-го року; розсадник розмноження 1-го року; розсадник розмноження 2-го року; супереліта; еліта. Первинне насінництво включає розсадники випробування потомства першого та другого року і розсадник розмноження першого року. Насінницька наука повинна забезпечувати гнучкі форми організації, що дають змогу швидко впроваджувати нові сорти у виробництво при зберіганні їх спадкових властивостей і забезпеченні високої якості насіння.

Якість насіння – показник, що визначається посівними властивостями та сортовими якостями. Саме від них залежить майбутня врожайність культури. Сортіві якості насіння характеризуються переважно ступенем їх чистосортності. Так, у люпину білого сортова чистота має відповідати таким вимогам стандарту: добазове – не менше 99,8 %; базове – 99,6 %; сертифіковане насіння 1–3 категорій – 98,0 %; сертифіковане насіння нижчих категорій – 96,8 %. Для сівби застосовують тільки те насіння, яке відповідає за посівними якостями вимогам Державного стандарту 2240–1993. До ознак якості насіння відносять чистоту, схожість, енергію проростання, силу росту, життєздатність, масу 1000 насінин, вологість, зараженість хворобами і шкідниками та деякі інші специфічні для окремих культур показники. Насінневий контроль здійснюють під час виробництва насіння, заготівлі, зберігання та підготування до сівби спеціально створеною службою державної насінневої інспекції. Показники чистоти та схожості дають можливість визначити посівну придатність, а також використовують для розрахунку норми висіву.

Основна характеристика насіння – його життєздатність, тобто здатність проростати і давати проростки. Життєвість насіння – це ступінь життєздатності організму, його рівень у конкретних умовах існування. Життєвість оцінюють через енергію проростання, силу росту, схожість та інші показники. Енергія проростання – важливий показник посівних якостей насіння, який значно впливає на майбутню врожайність і визначається кількістю насіння, що проросло за перші 3–4 доби. Насіння, яке швидко і дружно проростає, має високу енергію проростання, дає дружні сходи, що менше пригнічуються бур'янами і стійкіші проти несприятливих умов. Для кожної сільськогосподарської культури Державним стандартом передбачено методики визначення посівних якостей насіння, у тому числі встановлено час обліку енергії проростання та схожості.

Схожість визначається кількістю нормально пророслого протягом певного періоду насіння. Існує поняття лабораторної і польової схожості. Лабораторна схожість – відсоток схожих насінин, визначений в лабораторних умовах відповідно

до вимог стандарту. Польова схожість визначається в польових умовах – це відношення схожих насінин до кількості висіяних у ґрунт, виражене у відсотках. Цей показник сильно залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, системи удобрення та інших чинників. Між лабораторною і польовою схожістю існує тісний зв'язок. Понижена лабораторна схожість насіння свідчить про те, що різниця між нею і польовою схожістю буде значною, а це призведе до зниження врожайності. Розрахунки показують, що зниження польової схожості на 1 % викликає зменшення врожаю ярих зернових на 1,5–2,0 %.

Важливим критерієм життєвості насіння є інтенсивність початкового росту або сила росту. Сила росту насіння – потенційна здатність насіння до швидкого проростання та формування нормальних сильних проростків. Для визначення сили росту розроблено низку методів. Найпоширенішим із них є пророщування насіння в посудинах з вологим піском. Силу росту визначають кількістю проростків, що появилися на поверхні піску, у відсотках, а також масою проростків у грамах у перерахунку на 100 штук. М. О. Кіндрук зі співавторами (2012) відмічав, що виражене у відсотках відношення маси сухих ростків і корінців проростків, до кількості взятих для аналізу насінин, добре корелює з урожайними властивостями насіння і може слугувати тестом для прогнозування його потенційної продуктивності.

Насіння сільськогосподарських культур розрізняють за крупністю. Окрім розмірів та об'єму, крупність насіння може бути визначена також їх масою, тобто вагою. В контрольно-насінницькій справі цей показник подається у вигляді маси 1000 насінин, що використовується як показник якості насіння, так і для розрахунку норми висіву. Різні сорти однієї культури можуть значно різнитися за цим показником. Крім того, на величину маси 1000 насінин впливають умови вирощування рослин, у тому числі метеорологічні чинники, засоби агротехніки, ураження хворобами і шкідниками та інше.

Під урожайними властивостями розуміють здатність різного насіння одного генотипу за однакових агротехнічних умов давати різні врожаї. Рослини, одержані з насіння з різними врожайними властивостями, можуть відрізнятися за низкою фенотипових і господарсько-цінних ознак. Отже, врожайні якості насіння – це сукупність його властивостей і ознак, здатних відповідно впливати на формування посіву – його структуру, ріст, розвиток, що в кінцевому підсумку визначає біологічний і господарський урожай. Урожайні властивості насіння пов'язані з фенотиповою мінливістю і мають модифікаційний характер. Кліматичні й метеорологічні чинники, агротехніка, технологія насінництва – все це формує врожайні властивості насіння. Різниця в урожайності одного й того ж сорту, залежно від якості насіння, може сягати 80–120 %. Посівні якості та врожайні властивості насіння визначають урожайність через рівень польової схожості і виживаності рослин або через продуктивність самої рослини, однак частіше за все дія їх позначається через обидва чинники.

ІСТОРІЯ, ЗНАЧЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

**С. П. Полторецький,
П. І. Гришук,
С. В. Мазур**

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Горох є однією з найдавніших культур. Перша згадка про нього є в роботі «Історії рослин» старогрецького філософа, ботаніка Теофраста, який жив ще близько 370 років до н. е. [1].

Походження культурного гороху посівного достовірно не встановлено, проте вважають [2], що його батьківщина – Передня Азія (Закавказзя, Іран, Туркменія), звідки він поширився в країни Середземномор'я, Індію і Тибет.

В археологічних розкопках насіння гороху було знайдене в пізньому кам'яному віці в Греції, Хорватії, Швейцарії, Західній Німеччині, Верхній Австрії; в бронзовому віці – в палючих будівлях Швейцарії, у Франції, Іспанії, Нижній Австралії; в залізному віці – в Італії, Німеччині [3].

Викопні рештки гороху, які були знайдені на території Росії археологами датуються III–II тисячоліттям до н.е. [4].

Горох в Україні є однією з основних зернобобових культур. Гороху належить вирішальна роль в підвищенні біологічної цінності білка, що визначається високим вмістом незамінних амінокислот і зниженим вмістом в одиниці корму антиживильних речовин – трипсину і хімотрипсину, що пригнічують активність ферментів тваринного походження [5].

Вирощування гороху відіграє важливу роль в економіці нашої держави. Він є одним з основних джерел збільшення виробництва зерна і цінних білкових кормів [6].

Горох має високі харчові і кормові властивості [7]. Також ця культура ціниться як один з кращих попередників під різні культури в сівозміні, так як добре засвоює азот з атмосферного повітря. Його коренева система використовує важкорозчинні для злаків мінеральні сполуки не тільки з орного шару, але й з більш глибоких горизонтів. Як попередник горох сприяє підвищенню ефективності використання органічних добрив наступними культурами, особливо зерновими і технічними [4]. Якщо в зерні кукурудзи, ячменю і вівса міститься всього відповідно 59, 70 і 83 г перетравного протеїну в розрахунку на кормову одиницю (при 105–110 г за нормами), то в зерні гороху 143–170 г, що практично в 2 рази більше [8].

Вирощування гороху позитивно позначається на родючості ґрунту [9]. За вегетаційний період ця культура здатна накопичити в ґрунті до 100 кг/га азоту [10].

Н. В. Шелепіна [11] відзначає, що при виробництві хліба заміна 1,0% пшеничного борошна на зародковий продукт гороху підвищить у готових виробках вміст білка на 1,0%, ліпідів – на 4,9%, клітковини – на 30%, незамінних амінокислот: треоніну – на 87,6%, ізолейцину – на 51, 6%, лізину – на 30,7%.

Проте, поряд з перевагами у гороху є й недоліки. Його врожайність нижче, порівняно із зерновими культурами, хоча за сприятливих погодних умов і досконалій системі захисту від хвороб, шкідників і бур'янів він може формувати врожайність до 3,5–4,0 т/га. Зернобобові чутливі до несприятливого фітосанітарного стану на посівах, що істотно впливає на елементи структури його врожаю [12].

Порівняно з іншими бобовими культурами, зокрема з соєю ціна гороху низька і його не треба імпортувати з інших держав [13].

На території Російської Федерації в останні десятиліття спостерігається скорочення посівних площ гороху посівного. В Німеччині площі зернобобових культур також скоротилися з 195,3 тис. га у 1998 році до близько 80 тис. га в 2013 р. Проте, на період до 2020 року в Німеччині стоїть завдання збільшення продуктивності, вдосконалення технології вирощування і захисту від шкідників [14]. Лідерами з виробництва зернового гороху в світі є Франція, Канада, Китай [15].

Площі посіву гороху в Україні в 2017 році зросли до 405 тис. га, що є найвищим показником за останні 15 років. У порівнянні з минулим роком площі зросли на 70%. Валовий збір бобових складе більше 1 млн т, зниження врожайності в порівнянні з минулим роком – на рівні 20%. Причиною зниження врожайності гороху є посушлива погода, яка спостерігалася в червні і першій половині липня в центральній і південній частині України.

У минулому сезоні активному експорту гороху з України сприяв потужний попит Індії і Пакистану, в яких через посуху зменшився власний урожай. Основними покупцями українського гороху в 2017/18 роках були Індія – 36%, Пакистан – 16% і Туреччина – 12%. За минулий сезон Україна експортувала 467,5 тис. т гороху, що стало рекордним показником.

Література

1. Комаров В. Л. Происхождение растений. Москва: Изд. АН СССР, 1961. 190 с.
2. Говоров Л. И. Горох Афганистана. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. ВИР, Ленинград, 1928, Т. 19, Вып. 2, с. 497–522.
3. Аксенова Л. А. Горох. География, 2001, 1–7 июля (25), с. 3–6.
4. Макашева Р. Х. Горох. Л.: «Колос», 1973. 312 с.
5. Вишнякова, М. А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства. Сельскохозяйственная биология, 2008, № 3, с. 3–23.
6. Забирова Г. Ф., Забирова Г. Ф. Народнохозяйственное значение гороха и состояние его производства в Республике Башкортостан. Региональные особенности развития отраслей АПК: [сборник научных статей]. Уфа, 2009, с. 103–106.
7. Aigner A. Ertrags und Anbauentwicklung bei Eiweisspflanzen in Bayern und Deutschland. Tagung 23–25. November, 2010, p. 87–89.
8. Давлетов Ф. А., Попов Б. К., Гизатуллина Э. А. Результаты и перспективы селекции гороха в Башкортостане. Достижения науки и техники АПК, 2010, № 1, с. 14–16.
9. Столяров О. В., Жбанов Д. В. Сортовая агротехнология гороха. Аграрная наука, 2010, № 10, с. 16–17.
10. Зубов А. Е., Катюк А. И. Технология возделывания гороха в Среднем Поволжье: (практическое руководство). Самара: ГНУ НИИСХ Россельхозакадемии, 2012. Изд. 2-е доп. 51 с.
11. Шелепина Н. В. Морфобиологические и биохимические особенности новых форм гороха и перспективы их селекционного использования: автореферат дис.... канд. с. – х. наук: 06.01.05. Брянск, 2000. 15 с.
12. Кошкин Е. И. и др. Частная физиология полевых культур ; под ред. Е. И. Кошкина. Москва: КолосС, 2005. 344 с.

13. Babiker H., Ahmed K., Khadiga A. Effect of feeding different levels of soaked pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds on broiler chickens performance and profitability. Research journal of animal and veterinary sciences, 2006, p. 1–4.
14. Vogel Wolfgang. Körnerleguminosen – Gesunder Wachstum für Betrieb und Umwelt. Raps, 2013, № 3, p. 2–4.
15. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации. Зернобобовые и крупяные культуры, 2012, № 2, с. 31–35.
16. Площі гороху в Україні найбільші за останні 15 років. Інфоіндустрія. Режим доступу з екрану: <http://infoindustria.com.ua/ploshhi-gorohu-v-ukrayini-naybilshi-za-ostanni-15-rokiv/>.

ЕКОЛОГІЧНІ ТА МОРФОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРЕЧКИ

**Н. М. Полторецька¹,
А. О. Яценко¹,
В. Я. Білоножко²**

¹Уманський національний університет садівництва, м. Умань

²Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,
м Черкаси

Гречка (*Fagopyrum* Gaertn.) – рід рослин з родини Гречкові (*Polygonaceae*). Рід *Fagopyrum* об'єднує три види: гречку культурну, або звичайну – *F. esculentum* Moench (2n=16), гречку татарську – *F. tataricum* і гречку напівчагарникову – *F. suffruticosum* F. Schmidt. [1].

Господарську цінність має гречка звичайна, яка поділяється на два підвиди: посівна – *vulgare* St.; багатоліста – *multifolium* St. Гречка звичайна – цінна продовольча круп'яна культура. Містить 70–80 % крохмалю, 10–12 % легкозасвоюваного білка, корисні органічні кислоти, багато вітамінів В₁, В₂ і РР, мінеральні солі й глікозид Р (рутин), що має лікувальне значення, мікроелементи (бор, йод, мідь, кобальт) [2].

У білку гречки переважають легкорозчинні глобуліни і глютеніни, тому він краще засвоюється і поживніший ніж білок злакових культур (наближається за якістю до білків зернобобових культур). Важливою ознакою гречаної крупи є здатність зберігати тривалий час свої поживні і смакові якості. Це пов'язано з тим, що жири, які містяться в гречці, не окислюються. За фізіологічною цінністю білки гречаної крупи близькі до білків курячого яйця і коров'ячого молока. Гречану кашу дієтології порівнюють за складом і структурою амінокислот з м'ясом.

Певне значення гречка має і в кормовиробництві. На корм використовують дрібне, шупле зерно, а також висівки, які одержують під час переробки зерна. Гречана солома за кормовою якістю близька до соломи ячменю та вівса (100 кг соломи – 35 корм. од.). Поживним кормом є також полова (100 кг відповідають 50 корм, од.), яка найбільше ціниться для годівлі свиней.

Луску, яка залишається після переробки гречки на крупу і містить до 40% окису калію використовують як цінне місцеве калійне добриво і сировину для виготовлення поташу (K₂CO₃).

Гречка татарська в культурних агрофітоценозах вважається бур'яном. Росте в дикому вигляді в Сибіру і зустрічається в двох формах: звичайна і житоподібна (*F.*

tatar. G. var. stenocarpa). Обидві форми малочутливі до заморозків, невибагливі до ґрунтів, висотою 1–1,5 м, але мають дрібне товстошкіре насіння, а тому в культурі, в більшості, вирощується для отримання зеленого корму. На городах і дачних ділянках за нестачі органічних добрив вона може використовуватися як сидерат – у фазі цвітіння надземна маса подрібнюється і загортається в ґрунт, як зелене добриво [3].

Коренева система гречки – стрижнева, зазвичай до 1 метра глибиною. Коріння може з'являтися і на стебловій частині рослини, утвореної з підсім'ядольного коліна. Коренева система здатна виділяти мурашину, оцтову, лимонну, щавлеву кислоти, завдяки чому полегшується засвоєння необхідних для рослини поживних речовин з порівняно невеликого об'єму ґрунту. До початку цвітіння – 50% коренів гречки набувають бурого забарвлення, а до повного цвітіння – 75%, що пов'язано з їх раннім старінням. За мілкого загортання насіння в ґрунт, а також при пересиханні його верхнього шару додаткові корені гречки розвиваються слабо, що негативно позначається на продуктивності посівів гречки [4].

Стебло – прямостояче, висотою 0,5–1,2 м, червонуватого забарвлення, порожнисте, ребристе, розгалужене. В процесі росту і розвитку рослини стебло ділиться на три частини – зону утворення стеблових коренів (підсім'ядольне коліно), зону гілкування (від сім'ядоль до п'ятого–шостого вузла) і зону плодоношення. За звичайної рядкової сівби стебло гілкується лише у верхній частині, утворюючи гілки першого і другого порядків; за широкорядної сівби – можуть утворюватися гілки третього і більш високих порядків.

Листки гречки голі, нижні більші, черешкові, серцеподібні; верхні дрібніші, майже сидячі, стрілоподібні. Жилки і одна сторона черешків забарвлені антоціаном в червоно-фіолетовий колір.

Кожна рослина гречки розвиває значну листову поверхню, але забезпеченість листками однієї квітки (0,56–0,62 см²) у неї нижче, ніж у пшениці ярої в 1,5–2,0 рази.

Суцвіття гречки пазухові, гроновидні і щитовидні, нараховують до 1,5 тис. квіток на одну рослину. Квітки двостатеві, з простою вінцеподібною глибокороздільною оцвітиною білого, рожевого, червоного і зеленого забарвлення. Тичинок – вісім, маточка – трьохлопатева, зав'язь – верхня.

Гречка – перехреснозапильна рослина. Запилення відбувається за допомогою вітру, бджіл та інших комах-запилювачів. У одних квіток стовпчики маточок довгі, а тичинкові нитки короткі (довгостовпчасті квітки), у інших – навпаки (короткостовпчасті квітки). Співвідношення їх у посівах приблизно 1 : 1. Запилення, за якого пилок довгостовпчастих квіток потрапляє на прийомки короткостовпчастих маточок, і навпаки, називають легітимним. Перезапилення рослин з однаковими квітками називають іллегітимним, при ньому утворюється в два рази менше насіння [5].

Цвітіння і плодоутворення у гречки тривале і сильно залежить від багатьох чинників – погодних умов, біології сорту, прийомів агротехніки.

Плід гречки – тригранний горішок, сірий, коричневий або чорний, маса 1000 штук – 20–30 г і більше. Плівчастість плодів коливається від 18 до 30%. Вона важлива під час переробці на крупу, оскільки впливає на її вихід.

Гречка має короткий вегетаційний період – 70–80 діб. Протягом вегетації вона має середні вимоги до тепла. Насіння гречки хоча й починає проростати при температурі + 5 °С, але більш сприятлива температура ґрунту +8...+10 °С. Сходи гречки гинуть за найменших заморозків – мінус 1–2 °С. Гречка не жаростійка – в літній період сприятливі помірні температури близько +20–22 °С [6].

До вологи гречка досить вимоглива, але в окремі періоди. Транспіраційний коефіцієнт досить високий – 500–600. Насіння добре проростає при середніх запасах вологи в ґрунті – близько 60% від його маси, що менше, ніж у більшості зернових культур. Вимоги до вологи зростають до середини вегетації. Особливо великої шкоди гречці завдає нестача вологи в генеративний період (цвітіння–плодоутворення). В цей час шкідлива як ґрунтова, так і повітряна посуха [7].

До ґрунтів гречка не має високих вимог, що пояснюється високою засвоювальною здатністю її коренів. Порівняно з хлібними з лаками гречка забирає з ґрунту менше азоту, але значно більше фосфору, калію і кальцію. Встановлено [8], що гречка здатна використовувати фосфор з важкорозчинних сполук ґрунту. Найкращі для гречки суглинкові чорноземні ґрунти. Добрий урожай також формує на осушених торфовищах, але потерпає на важких глинистих і вапнякових ґрунтах. Сприятлива кисла реакція ґрунтового розчину.

Гречка не має високих вимог до освітлення – це рослина короткого дня, що віддає перевагу помірному освітленню. Перехресне запилення гречки відбувається за допомогою комах і вітру. Запиленню сприяє тепла сонячна погода з почерговими дощами [1].

Література

1. Алексеева Е.С. та ін. Культура гречихи. Ч. 1: История культуры, ботанические и биологические особенности. Каменец-Подольский: Издатель Мошак М.И., 2005. 192 с.
2. Квашук О. В. Сучасні інтенсивні технології вирощування круп'яних культур. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В., 2008, с. 8–14.
3. Пшихопова А.А. Разработка и усовершенствование технологии воз-дельвания крупяных культур в зоне неустойчивого увлажнения Кабардино-Балкарии: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ, 2012. 20 с.
4. Стебаков В. А., Наумкин В. Н., Драп И. И Гречиха в условиях биологизации земледелия центрально-черноземного региона. Агрономия. Орел, 2010, с. 45–48.
5. Замяткин Ф. Е. Влияние разнокачественности легитимного опыления на плодoобразование гречихи. Селекция и агротехника гречихи: сб. научн. труд. Орел, 1970, с. 196–205.
6. Писарев В. Е., Куперман Ф. М., Марьяхина И. Я. Биологический контроль за развитием и ростом гречихи. Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве. М., 1957, № 12, с. 44 – 46.
7. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Анатомічна структура епідермісу листкового апарату гречки за дії біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва, 2014, № 1, с. 65–69.
8. Прянишников, Д.Н. Об удобрении полей в севооборотах. Избранные статьи. М.: МСХ СССР, 1962. 255 с.

АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНІВОК КУЛЬТУРНИХ ПЛІВЧАСТИХ ПШЕНИЦЬ

О. М. Ружицька, Н. А. Кириленко, О. В. Борисова

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, Україна

e-mail: flores@ukr.net

Останнім часом переробні підприємства приділяють велику увагу видовій різноманітності пшениці, у зв'язку з розширенням напрямків використання зерна. Поряд з сортами м'якої (*T. aestivum* L.) і твердої (*T. durum* Desf.) пшениць, у виробництво залучаються деякі плівчасті види пшениць, в тому числі гексаплоїдна ($2n = 6x = 42$) пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) та тетраплоїдна ($2n = 4x = 28$) культурна двозернянка (*Triticum dicoccum* (Shrank) Schuebl., які є найбільш поширеними видами плівчастих пшениць, що культивуються й у теперішній час [1].

Як відомо, на технологічні властивості зерна пшениці значний вплив здійснює морфологія і анатомія зернівки. Форма, лінійні розміри зернівки (довжина, ширина, товщина), співвідношення анатомічних частин зернівки мають важливе технологічне значення, а також впливають на його фізичні властивості, особливості протікання фізіологічних та біохімічних процесів за проростання та зберігання насіння [6].

Анатомічна та морфологічна будова зерна м'якої та твердої пшениці вивчені досить повно. В той же час особливості морфологічної та анатомічної будови зерна плівчастих пшениць, зокрема *Triticum spelta* L. та *Triticum dicoccum* Shrank Schuebl. вивчені недостатньо. Отже, якісна та кількісна характеристика анато-морфологічної будови зернівок цих видів з метою найкращого використання його потенційних можливостей є актуальною та практично і теоретично значущою.

Метою нашої роботи було вивчення анато-морфологічних характеристик зернівок культурних плівчастих пшениць (*Triticum spelta* L., *Triticum dicoccum* Schrank Schuebl.), вирощених за польових умов на півдні степової зони України.

Матеріалом досліджень було насіння плівчастої пшениці: *Triticum spelta* L., var. *duhamelianum*, *Triticum dicoccum* (Shrank) Schuebl. var. *triccoccum* озимого типу розвитку з урожаю 2014 року. Отримані дані порівнювали із аналогічними показниками насіння озимої м'якої пшениці (*T. aestivum* L., сорт Селянка) та твердої пшениці (*T. durum* Desf., сорт Перлина Одеська) того ж року урожаю. Рослини пшениці вирощували на дослідних ділянках, розташованих в степовій зоні Одеської області. В дослідженнях використовували насіння у стані повної стиглості після попереднього очищення від лусок.

Для вивчення анато-морфологічної будови зернівок використовували метод мікроскопічного аналізу. Вимірювали довжину (Д), ширину (Ш) і товщину (Т) зернівки та розраховували співвідношення між лінійними розмірами. Площу поверхні зернівок (мм^2) визначали за ДСТУ 4138–2002 [2]. На поперечних зрізах зернівок визначали товщину зернівок, а також окремих елементів їх анатомічної структури: товщину плодової та насінних оболонок, алеїронового шару.

Приготування тимчасових та постійних препаратів здійснювали за загальноприйнятою методикою з використанням різних тканинних барвників [5]. Мікроскопічне дослідження здійснювали за допомогою світлового мікроскопу "MICROmed" XS-3330. Мікрофотографії робили та аналізували за допомогою CCD відеокамери і комп'ютерної програми YONGXIN OPTICS ScopePhoto версії 2.4.

Результати обробляли варіаційно-статистичними методами за допомогою стандартного пакета програм Microsoft Excel 2007. Для оцінки статистичної достовірності відмінностей використовували критерій Стюдента [3].

Як відомо, зернівки різних видів пшениці розрізняються за декількома ознаками: формою, величиною, кольором, формою зародка та ін. Однією із найбільш стійких, із перелічених ознак, є форма зерна.

Аналіз морфо-метричних даних показав, що зернівки спельти та культурної двозернянки мали більш видовжену форму та характеризувались дещо більшим значенням відношення довжини до ширини — 2,68 і 2,44 відповідно, у порівнянні із сортами м'якої та твердої пшениці — 1,9 і 2,33 відповідно. За результатами аналізу мікрофотографій, зерно пшениці м'якої на поперечному зрізі округле, у твердої — більш ребристе. Поперечний зріз зернівки спельти є симетрично закруглений, спинна частина плавно закруглена. Зернівка культурної двозернянки на поперечному зрізі більш ребриста, ніж у спельти. Її верхня частина є горбоподібною.

Як відомо, форма зернівок впливає на властивості зернової маси та тісно пов'язана із вмістом лусок та оболонок. При цьому товщина оболонок та алеїронового шару, що утворюють висівки, впливають на якість продукції. У зерен, за формою близьких до кулі, при інших рівних умовах зазвичай нижче вміст оболонок [4, 6].

Згідно з отриманими даними, розміри зернівок урожаю 2014 року відрізнялись в залежності від виду пшениці. Так, середні довжина та ширина зернівок у спельти складали 7,5 мм та 2,8 мм, у двозернянки — 6,1 та 2,5 мм відповідно. Товщина (висота) зернівок (2,3 мм) не відрізнялась між двома видами. Площа поверхні зернівок (мм²) була найбільшою у зернівок спельти (54,5 мм²), що на 34,5% більше, ніж у зернівок м'якої пшениці. Зернівки твердої пшениці за площею поверхні випереджали на 20,4% м'яку пшеницю та достовірно не відрізнялись від зернівок двозернянки.

У літературі зустрічаються суперечливі дані, щодо вмісту клітковини та оболонок в зерні півчастих пшениць. Як відомо, оболонки зернівки пшениці ділять на плодове та насінну, які зрослися між собою.

Згідно з отриманими нами даними, товщина алеїронового шару та оболонок зернівок відрізнялись в залежності від виду пшениці. Так, середня товщина алеїронового шару зернівок у спельти та двозернянки складали 35,2 мм та 42,6 мм, а у зернівок м'якої та твердої пшениці — 38,3 та 47,6 мм відповідно.

Дослідження товщини оболонок зернівок, показали, що найбільшою загальною товщиною оболонок разом з алеїроновим шаром відрізнялась зернівки м'якої пшениці (70,2 мкм). Зернівки спельти та двозернянки поступались за цим показником сортам м'якої і твердої пшениці. Найменша середня товщина оболонок була виявлена у зернівок двозернянки.

Таким чином, за результатами анатомо-морфологічних досліджень, зернівки спельти (*Triticum spelta* L., var. *Duhamelianum*) та двозернянки (*T. dicoccum* (Schrank) Schuebl. var. *triccoccum*) 2014 року урожаю відрізнялись меншою товщиною оболонок у порівнянні із зернівками сортів м'якої та твердої пшениці того ж року урожаю. Зернівки двозернянки мали на 27,6% меншу товщину оболонок, ніж спельти. Разом з тим, зернівки спельти характеризувались більшою довжиною та площею поверхні, ніж зернівки двозернянки.

Література

1. Гончаров Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей / Н.П. Гончаров // Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. — 251 с.
2. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості. — Введ. 28.12.2002. — Національний стандарт України, 2003. — 173 с.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
4. Казаков Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков — М.: Колос, 1973. — 288 с.
5. Основы и методы ботанической микротехники // Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. и др. / М.: Изд-во Моск. гос. ун-та., 2004. — 312 с.
6. Федотов В. А. Связь морфо-анатомических характеристик зерна пшеницы с технологическими свойствами / В. А. Федотов // Международный научно-исследовательский журнал. — № 12 (66). 2017. — С.175 — 177.
7. Goncharov, N.P. (2002). Comparative genetics of wheat and their relatives. Novosibirsk: Sib. univ. publishing house (in Russian).
8. DSTU 4138–2002. (2003) Seed of agricultural cultures. Methods of determination of quality. — Vved. 28.12.2002. — the National standard of Ukraine, 2003. Lakin, G.F. (1990). Biometriya. M. Vyssh. Shk., 352 p.
9. Kazakov, E.D. (1973). Grain science with fundamentals of crop production. Moscow: Kolos. (in Russian).
10. Barykina, R.P., Veselova, T. D., Devyatov, A. G. et al. (2004). Reference to botanical microtechnology. Moscow: Moscow State University, 312 p. (in Russian).
11. Fedotov, V.A. (2017). Relationship of the anatomical and morphological characteristics of wheat grain with technological properties. International research journal, 12 (66), 175–177. (in Russian).

СТВОРЕННЯ ТА ВІДБІР ЗА ГЕНАМИ *SBM 1* І *LR 34* ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Я. С. Рябовол¹, Л. О. Рябовол¹, М. Кертон²

¹Уманський національний університет садівництва, Україна,

²DSV United Kingdom Ltd, Великобританія

e-mail: Liudmila1511@ukr.net

Недобір урожаю зернових колосових від комплексу хвороб в Україні становить у середньому 12–18%, а в роки епіфітотій – понад 25–50%. Найшкодочиннішими хворобами вважаються бура іржа, септоріоз та вірусні хвороби [1–3].

Вченими встановлено, що для більшості патогенів у рослин алелі стійкості до хвороб домінують над алелями сприйнятливості [4]. Расоспецифічну або вертикальну стійкість визначають головні гени або олігогени, що виявляють сильну фенотипову дію. Неспецифічну або горизонтальну стійкість визначають полігени, кожен з яких має слабкий фенотиповий ефект [5]. Польова ж стійкість контролюється домінантними та рецесивними алелями низки генів.

Проте, не складна система успадкування генів резистентності до хвороб не гарантує надійного захисту рослин від збудників. У виробництві імунні сорти швидко втрачають стійкість до патогенів через збільшення питомої частки рас, що не контролюються конкретними генами резистентності [6]. Дія основних генів стійкості сприяє формуванню вірулентних рас, що призводить до втрати сортами

стійкості, а дія факультативних генів забезпечує стабілізацію расового складу в популяції патогена, чим обумовлюється тривале збереження стійкості сортів [7]. Утворення нових вірулентних рас зумовлюють необхідність залучення в селекцію нових джерел стійкості. Тому необхідною умовою успішної селекції на імунітет є вдало підібраний і всебічно вивчений вихідний матеріал. Введення в генотип одного додаткового гена резистентності вдвічі скорочує кількість рас, здатних вражати рослину.

Метою нашої роботи було створення та аналіз генетичного матеріалу пшениці м'якої озимої, отриманого за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, що поєднав гени якісних господарсько-цінних ознак і резистентності до бурої листової іржі та вірусу ґрунтової мозаїки пшениці.

Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС впродовж 2014–2019 рр. Ідентифікували матеріал (ПЛР-аналіз) у лабораторії маркерних аналізів фірми DSV. При гібридизації за материнську форму використовували вітчизняні сорти пшениці м'якої озимої, що мали гени резистентності до хвороб, за батьківську – високопродуктивні сорти іноземної селекції.

Ідентифікацію матеріалу проводили за генами стійкості до вірусу ґрунтової мозаїки *Sbm 1* та бурої листової іржі *Lr 34*. Серед вітчизняних сортів, комплексну генетичну стійкість до вірусу ґрунтової мозаїки та бурої листової іржі мають сорти Лебідка Одеська, Журавка Одеська, Нива Одеська, Зорепад, Мудрість Одеська, Віген та Щедрість Одеська. Сорти Благодарка Одеська, Вихованка Одеська та Істина Одеська мають гени резистентності до бурої листової іржі, а сорт Борія – до ураження вірусом ґрунтової мозаїки. Окрім того, всі сорти вітчизняної селекції характеризуються підвищеною морозо- та зимостійкістю, посухостійкістю та стійкістю до вилягання.

Сорти зарубіжної селекції Дагмар, Патрас, Матрікс, Самурай, Кубус вирізняються високою продуктивністю, морозо- та зимостійкістю, а також адаптивністю до умов нестійкого зволоження. Сорти Матрікс та Самурай характеризуються високою продуктивною кущистістю.

Після гібридизація з наступним розмноженням нащадків, у поколінні F_3 було виділено з кожного варіанту схрещування по 10 сімей. Маркерну ідентифікацію матеріалів проводили в F_4 – F_5 .

У результаті досліджень створено та проаналізовано 550 зразків з 55 комбінацій схрещувань. У 40 отриманих зразків, або 7,3% від загальної кількості матеріалу, ідентифіковано комплексну генетичну стійкість до вірусу ґрунтової мозаїки та бурої листової іржі. У 10% зразків у геномі ідентифіковано домінантний ген *Sbm 1*, а у 11,3% – ген стійкості до бурої іржі *Lr 34*.

Всі виділені за маркерного аналізу форми з комплексною стійкістю до хвороб проаналізовано за комплексом господарсько-цінних ознак та відібрано найпродуктивніші.

Створені зразки доцільно використовувати донорами генів резистентності до хвороб у селекційному процесі отримання високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої.

Отже, за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, отримано зразки пшениці м'якої озимої з комплексною стійкістю до вірусу ґрунтової мозаїки та бурої листової іржі. Виділено високопродуктивні донори генів *Sbm 1* і *Lr 34*, що слугуватимуть вихідним матеріалом для створення нових високопродуктивних сортів культури.

Література

1. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник, за ред. В. В. Кириченка та В. П. Петренкової. Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
2. Sanin S. S., Nazarova L. N., Ibragimov T. Z. et al. Disease epidemiology on cereal crops in the European region of Russia. *Phytopathology*. 2006. Vol. 96. P. 102.
3. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Генетичний контроль господарсько-цінних ознак вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої. Зб. наук. праць УНУС. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 105–112.
4. Персон К., Сидху Г. Генетика взаимоотношений в системе хозяин паразит. Использование мутаций в селекции растений на устойчивость к болезням. Ленинград: ВИР. 1974. С. 318.
5. Лісовий М. П., Лісова Г. М. Сучасний погляд на полігенну та моногенну стійкість рослин у межах активного фізіологічного імунітету. Зб. наук. праць СГІНАЦ НАІС. 2008. Вип. 11 (51). С. 21–31.
6. Чесноков Ю. В. Устойчивость растений к патогенам: (обзор иностранной литературы). *Сельскохозяйственная биология*. 2007. № 1. С. 16–35.
7. Пухальский В. А., Одинцова Т. И., Извекова Л. И. Проблемы естественного и приобретенного иммунитета растений. К развитию идей Н. И. Вавилова. Вестник ВОГиС. 2007. Том 11, № 3/4. С. 631–649.

УМОВИ РИЗОГЕНЕЗУ КЛОНОВАНИХ РОСЛИН ЖИТА ОЗИМОГО В ІЗОЛЮВАНІЙ КУЛЬТУРІ

Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол

Уманський національний університет садівництва, Україна

e-mail: Liudmila1511@mail.ru

Для розмноження цінного генетичного матеріалу в селекційному процесі доцільно використовувати біотехнологічні методи. Застосування мікроклонального розмноження дає можливість зберігати та розмножувати генетично незмінним біоматеріал, що особливо важливо для ведення селекції перехреснозапильних культур [1].

За тривалого культивування рослин *in vitro* складним етапом мікроклонування є укорінення.

З метою формування коренів рослини переносять на живильне середовище для ризогенезу, зазвичай, змінюючи основний склад живильного субстрату зменшенням у два, а іноді і в чотири, рази концентрацію макро- і мікросолей, або замінюючи його середовищем Уайта, повністю виключаючи цитокиніни та додаючи підвищені концентрації ауксинів. Регулятори росту ауксинової природи є основними для індукування коренеутворення [1–3]. Під впливом ауксинів (ІОК, НОК, ІМК) стимулюється поділ клітин паренхіми, що призводить до диференціації кореневих зачатків у базальній частині клонів [4–6].

Проте не лише за наявності ауксину в середовищі залежить процес ризогенезу. У класичній роботі Ф. Скуга та К. О. Міллера [5] вказано, що регенерація залежить від вмісту та співвідношення ауксинів та цитокинінів у рослині. К. З. Гамбург зазначав, що співвідношення ендогенних ауксинів та цитокинінів відіграє важливу роль не лише за дедиференціації та закладанні меристематичних зон, але й за їх детермінації (сформують вони стеблові бруньки

чи корені). Для багатьох видів ізольованих рослинних тканин оптимальним для процесу коренеутворення є співвідношення ауксинів до цитокинінів як 4:1 – 5:1 [4, 7, 8].

Аналізуючи дані літературних джерел можна припустити, що певне співвідношення ауксин:цитокинин, що сприяє процесу ризогенезу, потребують і клоновані рослини жита озимого *in vitro*. Зміна співвідношення в той чи інший бік може спричинити недиференційований поділ клітин та зумовлювати калюсоутворення.

Метою досліджень було підбір умов індукції ризогенезу та укорінення рослин жита в культурі *in vitro*. Повної інформації щодо поставленої проблеми в опублікованій науковій літературі не знайдено.

Дослідження проводили в лабораторії біотехнології Уманського НУС впродовж 2011–2019 рр. На укорінення висаджували клонований матеріал жита озимого з цінними маркерними ознаками (короткостебловість, багатоколосковість, еректоїдне розміщення листової пластинки тощо). В основу живильного субстрату входили макро- та мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга. Модифікували середовища підвищеними концентраціями ауксинів. Вміст рістактивуючої речовини у залежності від варіанту коливався в межах 0,5–2,0 мг/л. Для інтенсифікації ризогенезу до живильного середовища також додавали 0,5–1,0 мг/л гіберелінової кислоти.

Рослинний матеріал вирощували за 16-годинного фотоперіоду з інтенсивністю освітлення 3–4 клк, температурному режимі 22–24°C та відносній вологості 75%.

У процесі проведених досліджень встановлено, що для укорінення клонованого рослинного матеріалу жита озимого доцільно використовувати модифіковане середовище Мурасіге–Скуга з додаванням до його складу 0,5 мг/л 6-бензиламінопурину та індолілоцтової кислотою в концентраціях 0,5–2,0 мг/л.

Найбільшу частку укорінених рослин отримано за введення до живильного середовища 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти. За 15–20 діб у середньому за повторностями 98,2% матеріалу утворювало корені. Доповнення живильного середовища гібереліновою кислотою в концентрації 0,5 мг/л інтенсифікувало коренеформування та галуження кореневої системи рослинного матеріалу жита озимого. Разом з укоріненням спостерігали інтенсивне наростання біомаси та кущення, видовження міжвузлів і листових пластинок.

Отже, визначено склад живильного середовища для індукції розвитку кореневої системи рослин жита озимого. Концентрація індолілоцтової кислоти 1,0 мг/л та гіберелінової кислоти 0,5 мг/л у модифікованому живильному середовищі Мурасіге–Скуга є оптимальною для ризогенезу біоматеріалу та інтенсивного наростання коренів за мікроклонального розмноження рослин культури.

Література

1. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наукова думка. 1992. 232 с.
2. Подвигина О. А., Знаменская В. В., Фролова В. В. Индукция ризогенеза у сахарной свеклы в культуре *in vitro*. Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии. VI Междунар. конф.. Москва: Издательство МСХА, 2001. С. 160.
3. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Клональне мікророзмноження рослин. Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з дисципліни «Основи біотехнології в рослинництві». Умань: УНУС, 2019. 16 с.

4. Гамбург К. З., Леонова Л. А., Рекославская Н. И. Метаболизм ауксинов и рост культур растительных тканей. Культура клеток растений. Киев: Наукова думка, 1978. С. 47–52.
5. Skoog F., Miller C. O. Chemical regulation of growth and orgai formation in plants tissues cultures *in vitro*. 11-th. Symp. Soc. Exp. Biol. 1957. V. 11. P. 118–131.
6. Бутенко Р. Г. Культура клеток растений и біотехнологія. Москва: Наука, 1986. 236 с.
7. Рябовол Л. О., Парій Ф. М., Рябовол Я. С. Індукція ризогенезу жита озимого в ізольованій культурі. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 152–154.
8. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин, В. М. Ковалев, А. А. Ковалев. – М.: «Высшая школа», 2003. – С. 106–132.

СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО МЕТОДОМ МУТАГЕНЕЗУ

В.Я. Сабадин

*Білоцерківський національний аграрний університет м. Біла Церква
e-mail: sabadinv@ukr.net*

Завдяки експериментальному мутагенезу розкриваються можливості виду в напрямку поліморфізму, а на базі змінених форм формуються багаті колекції генетичного різноманіття рослин. За допомогою індукованого мутагенезу вчені вирішують численні теоретичні та практичні завдання генетики і селекції. В основі мутаційної мінливості лежить створення вихідного матеріалу для селекції.

Метою роботи було встановити дію різних концентрацій мутагенів на енергію проростання та схожість насіння у першому поколінні рослин ячменю ярого. Дослідити дію мутагенів на генотипи ячменю ярого і формування господарсько цінних ознак у першому і другому поколінні.

Досліди проводили в умовах дослідного поля БНАУ впродовж 2016–2017 рр. Насіння сортів Талісман Миронівський і Віраж замочували у розчині мутагенів: нітрозометилсечовина (НМС) у концентрації 0,1% (висока), 0,01% (середня) і 0,001% (низька) та гідроксиламін (ГА) у концентрації 1,0% (висока), 0,5% (середня) і 0,1% (низька), а також у воді. Експозиція становила 18 год. За контроль брали сухе насіння (контроль 1) та насіння замочене у воді (контроль 2). Для встановлення дії мутагенних чинників у М₁ в лабораторних умовах визначали показники енергії проростання та польову схожість. Дослідження в М₂ проводили за показниками: висота рослини, довжина головного колоса, кількість зерен і маса зерна з головного колоса.

У М₁ відмічено дію хімічних мутагенів на ріст зародкових корінців. За високої концентрації мутагену НМС викликав набагато вищий рівень депресії у проростків ячменю ярого ніж ГА.

У сорту Віраж за обробки мутагеном ГА високою концентрацією спостерігали зниження енергії проростання на 19,4% і польової схожості на 26,0%. За обробки мутагеном НМС відмічали зниження на 80,0 – 84,0%.

У сорту Талісман Миронівський за обробки високою концентрацією мутагену ГА спостерігали зниження енергії проростання на 26% і польової схожості на 21%, а мутагеном НМС – зниження на 70,0 – 74,0%.

В рік обробки насіння мутагени впливали на довжину головного колосу. Це було критерієм чутливості сорту до певного хімічного мутагену. За обробки мутагеном НМС високою концентрацією спостерігали істотне збільшення довжини колосу до 12,7 см., що вище за контроль 1,2 на 3,7 – 4,3 см.

У другому поколінні виявлено сім'ї сорту Віраж з достовірно зміненою висотою рослини, порівняно з контролем. Селекційну цінність мають сім'ї 10/4 і 11/4 у яких відмічено зменшення висоти рослин до 53,0 см, завдяки дії мутагену НМС середньої концентрації, і до 53,1 см – дія мутагену низької концентрації

У сорту Талісман Миронівський в M_2 за дії мутагену ГА низької концентрації виділено сім'ї зі зниженою висотою рослин 53,4–54,4 см, проте ця різниця не істотна, за цими сім'ями слід спостерігати у наступних поколіннях. За дії мутагену НМС середньої концентрації виявлено сім'ю 13/3, вона була на 8,7 см нижчою за контроль.

Обліковуючи і виділяючи змінені форми в M_2 за ознакою довжини головного колоса, відмічено сім'ї з довгим, не щільним, щільним і коротким колосом порівняно з контролем. Відібрано сім'ї 9/2 і 5/1 у сорту Віраж, які істотно відрізнялися від контролю за довжиною головного колоса (11,2–11,6 см). У сорту Талісман Миронівський відібрано сім'ї 6/6 і 12/5 з довжиною головного колоса відповідно 9,2 см і 9,6 см, вони отримані шляхом обробки високою концентрацією мутагенів ГА і НМС.

За кількістю зерен в головному колосі у сорту Віраж за низької концентрації мутагену ГА і високої концентрації мутагену НМС виявлено сім'ї 5/1 і 9/2 з варіюванням цих ознак від 25,4 шт. до 25,7 шт. У M_2 сорту Талісман Миронівський виявлено сім'ю 6/6 у якої за обробки високою концентрацією мутагену ГА кількість зерен в головному колосі становила 25,1 шт. (на контролі – 21,4 шт.)

Аналізуючи мінливість маси зерна з головного колосу у сорту Віраж, виділено сім'ї 5/1 і 9/2 з масою зерна 1,9 г, що на 0,5 г вище за контроль, вони отримані шляхом обробки мутагеном ГА низької концентрації і мутагеном НМС високої концентрації за всіх інших варіантів різниця була не істотною.

Висновки. Найбільш інформативними щодо мутагенної депресії у першому поколінні рослин ячменю ярого були показники: енергія проростання, схожість насіння і довжина головного колоса. Дія високої концентрації мутагену НМС викликала значно вищий рівень депресії ніж висока концентрація мутагену ГА. На схожість насіння ячменю ярого впливала концентрація мутагену потім походження мутагену та генотип.

Сорти Віраж і Талісман Миронівський виявилися чутливими до дії мутагенів ГА і НМС. Кращих результатів досягнуто за дії мутагену НМС високої концентрації та високої і низької концентрації ГА. У сорту Віраж виявлено сім'ї 10/4, 11/2 і 11/4 з достовірно зміненою висотою стебла (53,0 – 53,3 см) і сім'ї 5/1 і 9/2 з довжиною головного колоса 11,2–11,6 см та кількістю зерен в головному колосі – 25,4 – 25,7 шт., що істотно перевищувало контроль. У сорту Талісман Миронівський виділено сім'ю 6/6 у якої кількість зерен в головному колосі становила 25,1 шт, що на 3,7 шт. вище за контроль.

На формування кількісних ознак: висота рослини, довжина головного колосу, кількість і маса зерна з головного колосу у другому поколінні впливав генотип потім концентрація мутагену та походження мутагену.

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ОБРАЗЦОВ НУТА

М.Р. Салманова, С.К. Гасанова

Институт Генетических Ресурсов НАНА, Баку

e-mail: Seide_hesenova24@yahoo.com

Нут (*Cicer Arietinum* L.) играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности населения страны. В Азербайджане нут культивируется и выращивается благодаря устойчивости к засухе, является ценным растением-предшественником в севообороте и по высоким питательным и лечебным свойствам. Наряду с этим большое значение имеет создание высококоличественных и высококачественных сортов, устойчивых к болезням и вредителям.

В ходе исследования в 60 образцах нута, привезенных из ICARDA и собранных в разных регионах Азербайджана некоторые технологические, количественные и качественные показатели были изучены. Исследованные образцы были посажены на Апшеронской экспериментальной базе Института генетических ресурсов НАНА, орошения были проведены два раза по схеме, рекомендованной международной организацией ICARDA, а поля были удобрены весной по норме N30 (т.е.м.). Полевые опыты проводились зимой (ноябрь II-III), регулярно проводились фенологические наблюдения на образцах, исследованных на протяжении вегетационного периода, определялись количества дней от цветения до зрелого возраста и устойчивости растений к различным заболеваниям (аскоцитоз и фузариоз), заморозкам, полеганию, высота растений, урожайность, количество 1000 семян, количество бобов в одном растении, количество семян в растении, масса семян на одном растении, статистический анализ был проведен на основании полученных результатов. Количество белка в семени определялось по методу Келлдала.

Из фенологических наблюдений стало ясно, что массовый выход отдельных образцов происходил в конце декабря, начале января, продолжительность вегетационного периода составляла 185–198 дней, высота растения 35–75 см, длительность заболевания 1–3 балла, масса 5,5–9,6г, количество семян на растение 45–60, количество бобов на растении 35–72. В образце масса 1000 семян составила в среднем 410–463 г, образцы Flip 07–220, Flip 07–283 (450–463 гр) особенно отличались по массе. Результаты, записанные в ходе исследования, соответствовали результатам предыдущих исследований. В некоторых образцах количество белка в семени варьируется между 22–25,5% (Flip 07–220, Flip 07–283, Flip 09–40, Flip 09–259, Flip 09–36). Таким образом, среди изученных образцов Flip 07–220, Flip 07–283, Flip 09–40, Flip 09–259, Flip 09–36, Flip 07–301, Flip 07–306, Flip 07–297, Flip 07–328 считаются весьма перспективными. В ходе исследования были отобраны образцы устойчивых к болезням, морозу, полеганию, и эти образцы будут использоваться в качестве основного генетического ресурса в создании новых сортов.

СТРЕС-СТІЙКІСТЬ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ТА ІНІЦІЙОВАНИХ ІЗ НИХ КУЛЬТУР

Л.Є. Сергєєва, Л.І. Броннікова

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 03022, Київ
e-mail: Zlenko_lora@ukr.net*

Генетична інженерія – це біологічна технологія, пристосована для практичного переміщення/інтродукції гена одного організму в інший, що дозволяє (у разі експресії привнесеного гена) додати ознаку/ознаки, відсутні у організмі-реципієнті від початку. Як будь-яка технологія генетична інженерія складається із низки послідовних маніпуляцій: виділення ознаки інтересу; встановлення пов'язаного із нею гена; переніс і інсерцію гена у інший об'єкт; клонування трансгенного організму. Як об'єкт маніпуляції задіють як про – так і еукаріоти. У випадку вищих рослин перевагу віддають цілісній рослині.

Рослина під час вегетації кореневою системою у ґрунті та надземною частиною у повітрі в один і той же час може перебувати у різних умовах. При цьому тканини та органи здійснюють кооперативний моніторинг – сигналінг про стан довкілля для проведення загального стабільного метаболізму. Через анатомічну та фізіологічну різницю тканин в органах інтактної рослини реалізуються різні функції, що роблять конкретний внесок в загальну життєдіяльність. Це ідеологія розвитку багатоклітинного організму за нормальних умов, а особливо за дії стресових чинників. Для радикальної зміни реакцій унаслідок інтервенції найкраще мати справу із високим рівнем організації, навіть у випадку інтервенції із використанням єдиного структурного гена, що має стосунок до процесів клітинного рівня.

У ряді випадків реакції клітинного рівня та реакції цілісної рослини за стресових умов можуть бути тотожними, оскільки спрямовані на подолання стресової дезорганізації. Їхня синхронність тільки підсилює виживання та прискорює процеси репарації при відновленні. Однак у цьому разі встановити реальний внесок кожної складової не можливо.

Це в першу чергу стосується метаболізму вільного проліну (*pro*). Ця амінокислота є загальновизнаним стресовим протектором унаслідок своєї поліфункціональності [7, 11]. У загальному випадку рівень вільного проліну саморегулюється експресією/репресією генів ферментів його синтезу (Δ^1 -піролін-5-карбоксилатсинтетази, П5КС) і деградації (проліндегідрогенази, ПДГ) [2, 8, 10, 12]. За стресових умов рівень *pro* може зростати. Крім активності ферментів синтезу/окиснення рівень *pro* в значній мірі обумовлюється його переміщенням [11]. При цьому транспорт амінокислоти може здійснюватись як в межах клітини так і між органами [3].

Для отримання форм рослин із підвищеним рівнем стійкості до абіотичних стресів наразі активно використовують методи генетичної інженерії, а саме різні модифікації *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації. В наших експериментах для отримання біотехнологічних рослин із підвищеним рівнем стійкості до водного дефіциту застосовували штам *Agrobacterium tumefaciens* LBA4404. Конструкція створена в Інституті цитології та генетики СВ РАН, Новосибірськ. Штам агробактерії LBA4404 містив плазмиду pBi2E із цільовим

геном – дволанцюговим РНК-супресором гена арабідопсису (*ProDH*), що був розташований як обернений повтор [5].

В результаті ряду біотехнологічних маніпуляцій були отримані генетично модифіковані рослини, котрі мали підвищений рівень стійкості до природного та модельованих водних стресів [1, 2, 5].

Осмотичний стрес у рослин, як абстрактна патологічна зміна, поширюється у часі та просторі та спричиняє істотні зміни експресії генів. Специфічно спрямовані реакції сприяють підтриманню життєдіяльності організму. Значна їхня кількість спряжена із синтезом протекторних сполук, в першу чергу проліну. Якщо стресу піддають рослину із штучно зміненим метаболізмом даної амінокислоти особливо важливо оцінити внесок кожної складової у підтриманні її рівня за стресових умов.

Методом *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації були отримані генетично змінені рослини кукурудзи ряду генотипів. (До експериментів були залучені лінії селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ) [6]. Експресія трансгена була підтверджена при аналізі вмісту вільного проліну при культивуванні рослин за нормальних умов (рисунок 1).

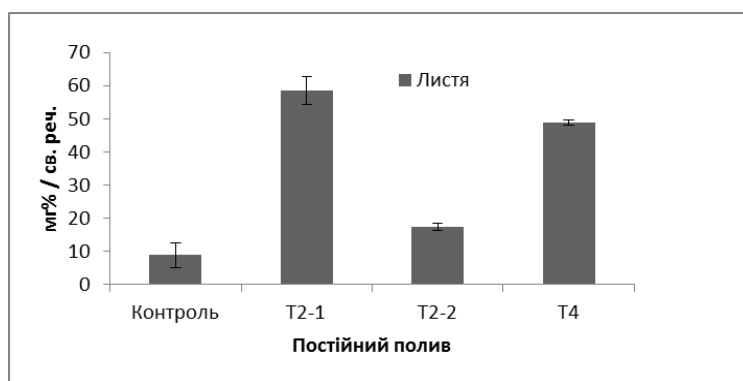


Рис. 1 Вміст вільного проліну у рослинах кукурудзи за нормальних умов

Видно, що у Т-рослин різних поколінь рівень амінокислоти у надземній частині переважає цей показник, виміряний у рослин вихідної лінії.

Впродовж ряду насіннєвих поколінь біотехнологічні форми перевірялись на стійкість до водного стресу. Т-рослини характеризувались підвищеним рівнем стрес-стійкості, тобто бажана ознака успадковувалась. Це важливо, оскільки відомі чисельні втрати ознаки з різних причин [4].

За дії модельованого водного стресу або при природному зневодненні в рослинах зростає вміст вільного проліну. В той же час віднести цю подію на рахунок впливу інтродукованої конструкції, на нашу думку, не варто, оскільки за стресових умов рівень вільного проліну збільшується внаслідок активації його синтезу [11]. В той же час не виключається імовірність перенесення сполуки між органами.

Виключити роль транспортної системи, що спрацьовує на рівні цілісного організму, можливо лише при аналізі клітинних культур. В наших експериментах ми порівнювали стійкість трансгенних рослин і клітинних культур, ініційованих із них, а також вміст вільного проліну.

На рисунку 2 наведено діаграму, яка ілюструє показник вмісту вільного проліну у надземній частині трансгенних рослин після дії 8-ми денної посухи. Спостерігається суттєве його зростання.

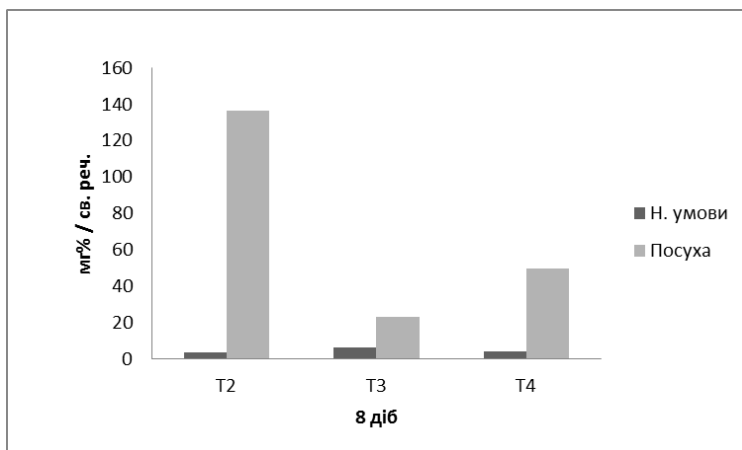


Рис. 2 Вміст вільного проліну у листі біотехнологічних рослин на восьму добу зневоднення

Із Т-рослин різних поколінь ініціювали клітинні культури. Після нарощування достатньої біомаси (2 – 3 пасажи за нормальних умов) культури переносили на живильні середовища, доповнені сполуками, що знижують осмотичний тиск середовища. На рисунку 3 представлено дані рівня вільного проліну у калусі, отриманому із різних рослин кукурудзи при тестуванні за стресових умов.

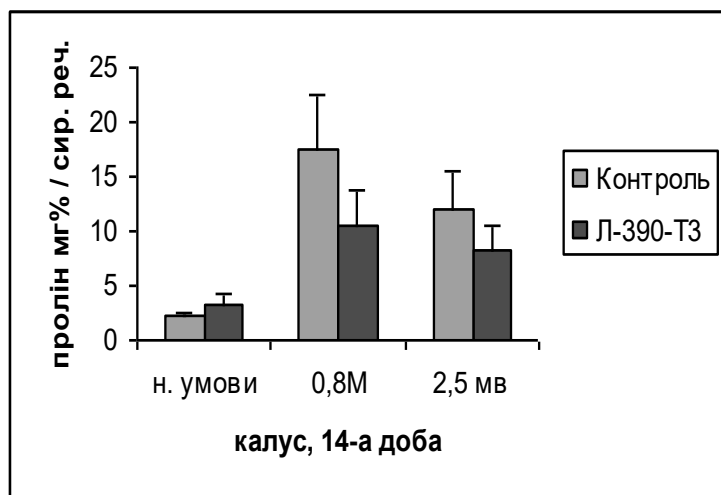


Рис. 3 Вміст вільного проліну у калусі кукурудзи при культивуванні за різних умов

Відомо, що осмотичний тиск середовища можливо змінювати додаванням речовин двох типів: іонними (різноманітні сполуки, котрі здатні дисоціювати) або молекулярними осмотиками. До першої категорії відносяться солі морської води (мв), до другої – маніт (М). 2,5мв відповідає 2,5% солей морської води; 0,8М – 0,8М концентрації маніта.

Вміст вільного проліну вимірювали на 14-ту добу досліду. Відомо, в межах цього строку клітинні культури, що розвиваються, за нормальних умов завершують стадію логарифмічного росту та переходять до росту розтягнення. В цей час метаболізм відзначається максимальною різноманітністю. Якщо за стресових умов клітинна культура підтримує свою проліферацію, то такий феномен може свідчити на користь її стійкості.

На рисунку 3 видно значне підвищення вмісту вільного проліну в клітинах контрольних і трансгенних культур. При цьому видно, що зростання рівня амінокислоти у контролю більше. У біотехнологічних культур за будь-яких стресових умов вміст проліну практично однаковий. У контролю відмічається залежність від типу стресового агента.

Акумуляція протекторної сполуки спрямована на збереження життєздатності культури. В той же час абсолютна кількість проліну, сама по собі, не показує

джерело його походження. Відомо, що пролін за стресових умов може утворюватись як у результаті його підвищеного синтезу, так унаслідок деградації пролін-містких протеїнів клітинної оболонки [9].

На нашу думку, тотожність показника вільного проліну за стресових умов у Т-культур може свідчити на користь спрямованого економного метаболізму, що сприяє підтриманню життєдіяльності. Навпаки, показники контролю швидше вказують на різну степінь стресового ураження, тобто меншу стійкість. Такі дані можуть вказувати на перевагу клітинних механізмів стійкості.

Проведені експерименти показали, що трансгенні рослини та клітинні культури, отримані із них, відзначаються стійкістю до осмотичного стресу. В той же час тільки паралельне їхнє дослідження може дати більш чітку інформацію про її характер

Література

1. Горбатюк І.Р., Бавол А.В., Моргун Б.В. Агробактеріальна трансформація in planta пшениці озимого сорту Подольнка та ярого сорту Bobwhite // Зб. наук. праць «Фактори експериментальної еволюції організмів», К.: 2014, Т.15. – С.35–39.
2. Комісаренко А.Г., Михальська С.І. Рівень вільного проліну в ТЗ трансгенних рослин соняшника (*Helianthus annuus* L.) з дволанцюговим РНК супресором гена проліндегідргенази // Зб. наук. праць «Фактори експериментальної еволюції організмів» К.: 2017, Т.20. – С.211–214.
3. Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений. – 1999. – 46. – С.321–336.
4. Лобов В.П., Томилин М.В., Веселов А.И. Генетически модифицированные растения: достижения, перспективы и ограничения // Вестн. Нижегородского ун-та, сер. Общая биология. – 2010, №2 (2). – С.423–429.
5. Михальська С.І., Комісаренко А.Г., Тищенко О.М. Розробка методів Agrobacterium-опосередкованої трансформації пшениці // Зб. наук. праць «Фактори експериментальної еволюції організмів» К.: 2015, Т.17. – С.213–216.
6. Сергєєва Л.Є., Михальська С.І., Курчій В.М., Тищенко О.М. Вміст вільного проліну в проростках кукурудзи як показник швидких реакцій на дію летальних осмотичних стресів in vitro // Физиол. растений и генетика. – 2015. – Т.47, № 6. – С.491–496.
7. Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J. – K., Bohnert H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 2000. – 51. – P.463–499.
8. Kiyosue T., Yoshida Y., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. A nuclear gene encoding mitochondrial proline dehydrogenase an enzyme involved in proline metabolism, up regulated by proline but down regulated by dehydration in Arabidopsis // Plant Cell. – 1996. – 8. – P.1323–1335.
9. Lamport D.T.A. The isolation and partial characterization of hydroxyproline-rich glycopeptides obtained by enzymatic degradation of primary walls // Biochemistry. – 1968. – 8. – P.1155–1163.
10. Mani S., Van de Cotte B., Van Montagu M., Verbruggen N. Altered levels of proline dehydrogenase cause hypersensitivity to proline and its analogs in Arabidopsis // Plant Physiol. – 2002. – 128. – P.73–83.
11. Szabados L., Savoure A. Proline: a multifunctional aminoacid // Trends Plant Sci. – 2010. – 15. – P.89–97.

12. Szekely G., Abraham E., Cséplő A., Rigo G., Zsigmond L., Sciszár J. ... Schmelzer E. Duplicated P5CS genes of Arabidopsis play distinct roles in stress regulation and development control of proline biosynthesis // Plant J. – 2008. – 53. – P. 11–28.

ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТОФЕКЦІЇ ПИЛКУ ДЛЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИН *IN PLANTA*

А.В. Сидоров¹, Ю.В. Симоненко^{1,2}, М.Ф. Парій¹

¹*Всеукраїнський науковий інститут селекції*

e-mail: sydorovandriy@gmail.com

²*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України*

Обов'язковим етапом генетичної трансформації культурних рослин є регенерація із культури тканин і найчастіше виступає лімітуючим фактором, який впливає на ефективність трансформації. Наприкінці 2017 року було опубліковано статтю про успішну генетичну трансформацію рослин бавовнику за допомогою магнітофекції пилку. Цей метод полягає у використанні магнітних наночастинок в якості носія чужорідної ДНК. Такі наночастинок, зв'язані із плазмідною ДНК під дією магнітного поля, утвореного постійними магнітами, проникають в пилкові зерна через природні отвори в пилку, після інкубації пилку із наночастинками та ДНК. Цей пилкок використовують для запилення рослин-реципієнтів. Таким чином відпадає потреба у використанні культури тканин, а отже знімаються такі обмеження, як регенераційна здатність генотипу. В результаті описаних досліджень було отримано трансгенні рослини бавовника, які експресували гени Bt, що забезпечують стійкість до пошкодження комахами. Протягом цих досліджень також було підтверджено успадкування набутої ознаки наступним поколінням. Окрім бавовника, автори статті приводять результати експериментів по генетичній трансформації пилку перцю, гарбуза, кабачка та лілії. Пилкок вищевказаних рослин після магнітофекції експресував ген GUS [1].

Ми спробували відтворити результати даного дослідження у своїй лабораторії, модельними об'єктами було обрано тютюн, соняшник та ріпак озимий. Для генетичної трансформації використано плазмідну ДНК, що містить гени CP4 EPSPS (ген стійкості до гліфосату), GFP (зелений флуоресцентний білок), GUS (β-глюкуронідаза – ще один репортерний ген). Процедура магнітофекції проводилась згідно інструкцій виробника магнітних наночастинок та рекомендацій, приведених у статті.

Спершу було поставлено завдання виявити експресію трансгена безпосередньо у пилку модельних рослин. Для цього після магнітофекції пилкок пророщувався на живильному середовищі протягом доби, після чого проводились спостереження із використанням флуоресцентного та світлового мікроскопів.

В процесі спостереження за флуоресценцією пилку виявилось, що пилкок модельних рослин сам по собі має здатність до флуоресценції, дуже подібної до GFP, тому в подальшому використання цього гену для виявлення трансгенного пилку недоцільно. Оскільки використана плазміда мала два репортерних гена, в подальшому ми використовували систему GUS для виявлення успішних подій трансформації.

Після обробки пилку розчином X-Gluc синє забарвлення спостерігалось лише у тютюну з ефективністю близько 2–3%. Можливо відсутність позитивного

результату у ріпаку та соняшника пов'язана із гіршою змочуваністю пилку цих рослин. При додаванні у середовище детергентів, таких як Triton X100, пилки втрачав життєздатність.

Після невдалої спроби магнітофекції пилку соняшника і ріпаку було проведено експерименти по оптимізації умов пророщування пилку, який полягав у регулюванні осмотичного тиску середовища шляхом зміни концентрації цукру. Оптимальною концентрацією виявилась 30%.

Наступний етап дослідження – використання пилку після магнітофекції для запилення попередньо кастрованих квіток. Таким пилом було запилено рослини тютюну та ярого ріпаку.

Після дозрівання насіння буде проведено перевірку рослин на наявність перенесених генів.

Література

1. Zhao, Xiang, et al., Pollen magnetofection for genetic modification with magnetic nanoparticles as gene carriers, Nature plants, **2017**, vol. 3, 12, pp. 956.

ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ СОРТІВ ГОРОХУ ДЛЯ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

В. І. Січкарь

*Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України
e-mail: sgi.hlebodar@gmail.com*

Горох був і залишається ведучою зернобобовою культурою нашої країни. Як за посівними площами, так і валовими зборами він знаходиться на другому місці після сої. На початку ХХІ сторіччя його площі поступово в Україні скорочувались і досягли мінімуму в 2014 році – 153,5 тис. га. Але після цього розпочалось стрімке зростання його виробництва. У 2016 році ним засіяли 238,7 тис. га, у 2017 – 416 тис. га, а у 2018 – 431,5 тис. га. Суттєві позитивні зміни спостерігали і за рівнем урожайності. У 2014 році вона склала 24,2 ц/га, у 2015 – 21,4, у 2016 – 31,6, у 2017 – 26,7 ц/га. Лише у 2018 році в зв'язку з посушливими умовами одержали по 18,6 ц/га насіння гороху. Якщо обчислити середньозважений урожай в Україні за останні 5 років, то він знаходиться на рівні 25,0 ц/га, що є одним із кращих у світі.

Вирощування гороху дозволяє суттєво поповнювати валютні надходження у країну та забезпечувати власні потреби у високоякісних харчових і кормових білкових продуктах. Крім того, необхідно пам'ятати про важливий позитивний вплив рослин гороху в сівозміні. Чітко доказано, що культура здатна нагромаджувати до 90 – 100 кг азоту в діючій речовині на кожному гектарі посіву. Основна кількість цього елемента йде на формування власної урожайності, але частина залишається в ґрунті й засвоюється іншими культурами, які йдуть за ним у сівозміні. У зв'язку з цим він є найкращим попередником для великого набору культур, особливо озимої пшениці. Дослідженнями наукових установ і виробничою практикою доведено, що сівба озимої пшениці після гороху дає такі ж врожаї, як і після чорного пару. Горох рано звільняє поле, що дає можливість до осені нагромадити значну кількість вологи, добре підготувати ґрунт, вчасно висіяти озиму пшеницю і одержати добрі сходи.

Одним із важливих елементів при вирощуванні гороху є суттєва нестабільність урожайності за роками. Як видно із наведеного вище рівень цього показника за короткий період в Україні варіював у межах 18,6 – 31,3 ц/га, тобто змінювався майже вдвічі. А в степовій зоні нашої країни варіабельність урожайності значно більша. Головною причиною цього, як правило, є недостатня кількість вологи в ґрунті та підвищена температура в період цвітіння та формування бобів.

Поліпшити водний та тепловий режими можливо за рахунок осінньої сівби, що дозволяє ефективно використати зимово-весняні запаси вологи для формування більш високої урожайності. Наші польові дослідження зі сербським сортом мороз і французьким ендура показали, що за підзимової сівби ріст і розвиток рослин гороху суттєво прискорюється і він дозріває на 18 – 20 діб раніше висіяного весною. Так у 2018 році фаза повного дозрівання вищевказаних сортів наступила першого червня. Крім того, врожайність таких посівів в залежності від сорту була на 10 – 15% вищою порівняно з оптимальним строком сівби весною.

Важливо зазначити, що глобальне потепління, яке особливо чітко проявляється у степовій зоні України, сприяє впровадженню цієї технології вирощування гороху. Зими в останні десятиріччя стали більш м'якими, а весна настає раніше. Оскільки прогнози свідчать про те, що така тенденція буде продовжуватись, то новий метод культивування гороху має значну перспективу. Суттєве позитивне значення має дуже раннє дозрівання, що дозволяє нагромадити більше вологи для наступної в сівозміні культури, як правило, пшениці озимої.

Враховуючи вищенаведене, у багатьох країнах розпочинаються селекційні програми зі створення специфічних сортів для осіннього висівання. З цією метою добирається вихідний матеріал, вивчаються особливості мінливості й успадкування господарсько цінних ознак, в тому числі й відношення до мінусових температур впродовж початкових фаз росту. Безумовно, що перезимівля є найбільш важливим фактором при впровадженні цієї нової технології вирощування.

Перші результати по створенню сортів гороху для підзимової сівби були одержані майже 100 років назад [1]. В останні роки підзимові посіви гороху широко практикують середземноморські країни, Китай тощо. Зарубіжний виробничий досвід свідчить про більш високу врожайність такої технології порівняно з весняною [2, 3]. В об'ємних польових експериментах в Китаї оцінили реакцію на знижену температуру 3677 колекційних сортотразків гороху, серед яких виявили 214 холодостійких [4]. У січні температура падала до -13°C , що сприяло об'єктивній диференціації генотипів за стійкістю до холоду. За показником схожості, який визначали як відношення кількості проростків до наступання холодів і після їх закінчення, виявили досить широку амплітуду мінливості, яка коливалась від нуля до до 100%, за середнього показника 71,2%. У цьому дослідженні у певної частини колекційних форм спостерігали розщеплення за стійкістю до знижених температур. Автори вважають, що це обумовлено неоднорідністю цих сортотразків, що виникає в результаті змішування чи засмічення або перехресним переопиленням за допомогою комах. Важливо зазначити, що в цьому дослідженні ідентифікували 44 дуже холодостійкі генотипи, які походять зі зон, де вирощують горох лише за весняної сівби. Виділені холодостійкі генотипи китайського походження являють значну цінність як носії важливої позитивної оцінки для рекомбінативної селекції.

У другому експерименті було чітко доказано, що висіяні восени сорти дозрівали на 2–4 тижні раніше порівняно з весняним строком сівби, хоча різниці за урожайністю тут не спостерігали [5].

Вивчення гібридних популяцій в штаті мічіган (сша) показало перевагу за зимостійкістю рослин, у яких синтезувався антоціан, тобто тих, які відносяться до групи пелюшок. Крім того, позитивно впливала на перезимівлю наявність на насінні вічка з червоною окраскою [6].

У болгарії в інституті кормових культур (м. Плевен) провели схрещування культурних сортів і пелюшок, які відносяться до підвиду *P. sativum ssp. arvense* L. [7]. За такими показниками як висота рослин, кількість бобів на рослині та число насінин в бобі в гібридних популяціях коефіцієнти генотипової та фенотипової мінливості були досить подібними. Це свідчить про те, що виявлена мінливість обумовлена генетичними факторами. Напроти, встановлено, що маса 1000 насінин і маса насіння на рослині суттєво залежали від факторів довкілля. Коефіцієнт успадкування у широкому розумінні мав високе значення для таких ознак як тривалість вегетаційного періоду, висота рослин, кількість бобів на рослині та маса 1000 насінин. Ці дані свідчать про можливість ефективного добору за комплексом господарсько цінних ознак. Принципіальний компонентний аналіз виявив два індекси за об'ємом загальної мінливості. Перший із них включав 53,14% мінливості, другий – 29, 41%. Перший індекс пов'язаний з такими ознаками як висота рослин, кількість бобів і насінин на рослині, маса 1000 насінин, маса насіння на рослині та тривалість вегетаційного періоду, другий – кількість насінин в бобі та біомаса рослин. У процесі досліджувань виділили лінію № 6, яка характеризувалась високим рівнем адаптивності за ознаками кількості бобів і насінин на рослині та тривалістю вегетаційного періоду.

На початкових етапах вивчення генетичних основ зимуючого гороху стверджувалось, що стійкість до низьких температур обумовлена кількісною мінливістю [8] або адитивною дією генів [9]. На цьому етапі відзначали, що холодостійкість залежить від дії 3 – 4 генів і пов'язана з наявністю пігментації на шкірці насіння та вічку [10].

У туреччині в польових умовах оцінили стійкість до знижених температур 7 сортів гороху як товарного, так і овочевого типу використання, ряду гібридних і беккросних комбінацій [11]. В окремі періоди температура короткочасно знижувалась до -25°С, але помітних пошкоджень рослин не виявили, хоча тривала дія морозу -13°С привела до значно більшого ефекту. Ряд гібридних комбінацій перенесли температуру -16,8°С без наявності снігового покриву. Розрахунки загальної та специфічної комбінаційної здатності виявили суттєвий неадитивний ефект у відношенні до успадкування холодостійкості. У цьому дослідженні одержали рекомбінантні селекційні лінії, які за врожайністю були кращими за існуючі сорти.

Комбінація трьох генів [s_1 , e і s_2] обумовлює початок цвітіння та його тривалість у гороху [12]. У подальших дослідженнях цього автора був описаний четвертий ген hg , вплив якого дуже посилюється за короткого дня [13]. Установлений чіткий зв'язок дії цього гена з тривалістю світлового періоду та температурним режимом [14]. Ключова роль гена hg в рівні холодостійкості рослин гороху була підтверджена і в дослідженнях у франції [15]. Рекомбінантні лінії, одержані від схрещування холодостійких та чутливих до понижених температур генотипів, оцінили на толерантність до морозу в польових і контрольованих умовах [16]. У цьому дослідженні був доказаний зв'язок холодостійкості з метаболізмом раффінози та $rubisco$, який реалізовувався через активність фотосинтезу. Об'ємне дослідження у франції на рекомбінантних інбредних лініях у 6 зонах країни дозволило сформувати генетичну карту, яка нараховувала 679 маркерів ознак,

розміщених на всіх семи хромосомах [17]. Два кластери qtl хромосоми III і один хромосоми VI впливали як на фенологічні, морфологічні та врожайні ознаки, так і на толерантність до холоду. З другого боку, два qtl хромосоми V були незалежними від фенологічних і морфологічних показників і діяли лише на стійкість до понижених температур.

Перенесення понижених температур рослинами гороху на рівні $-8...-12^{\circ}\text{C}$ експериментально було доказано і в інших польових дослідженнях [18, 19].

В останнє десятиріччя значних успіхів у селекції сортів гороху для осінньої сівби досягли сербські селекціонери [20]. Створені ними такого типу сорти виділяються доброю зимостійкістю, подовженою тривалістю вегетаційного періоду та високою врожайністю. У цій країні сівбу гороху проводять у першій декаді жовтня, збирання в середині липня. Досить поширений у виробництві сорт мороз, одержаний від схрещування французького та сербського морозостійкого матеріалу. Недавно цей сорт занесли і до Національного Реєстру України.

У Китаї оцінили 672 колекційних сортотразки гороху на стійкість до низьких температур на протязі трьох років в трьох зонах. Усі форми, які вивчалися, відносяться до виду *P. sativum*. Для аналізу використали 267 SSR – маркерів [21]. У результаті виявили 16 генотипів, які найкраще перенесли низькі температури. Виділили 7 маркерів, які у всіх варіантах були тісно пов'язані з морозостійкістю. Один із них локалізований у VI хромосомі рядом з геном, який приймає участь у біосинтезі глікопротеїнів, як реакцію на холодострес. Автори вважають, що такий фізіолого-біохімічний зв'язок є новим механізмом толерантності до низьких температур.

У рослин, які зазнали дії понижених температур, падає інтенсивність росту, збільшується вміст антиоксидантних сполук, в певній мірі проходить обезводнення тканин, змінюються баланс гормонів, склад клітинних мембран, регуляція осмосу і рівень фотосинтетичної діяльності.

Для селекційних цілей розроблений досить простий метод скринінгу холодостійких генотипів гороху, заснований на швидкості росту стебла проростків і показниках флюоресценції хлорофілу [22]. Його застосування дає можливість проаналізувати 16 рослин за одну годину.

Література

1. Wellensick S.J. Genetic monography on *Pisum*. Biblhia genet. 1925. N2. P. 343 – 476.
2. Stoddard F.I., Blko C., Erskine W., Khan H.R., Link W., Sarker A. Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool season food legumes. *Euphytica*. 2006. V. 147, N 1 – 2. P. 167 – 186.
3. Urbatzka P., Grag R., Haase T., Schiiler C., Trautz D., Hefg J. Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. *Org. Agric*. 2011. V.1, N 4. P. 187 – 202.
4. Zhang X., Wan S., Hao J., Hu J., Yang T., Zong X. Large – Scale Evaluation Of Pea (*Pisum Sativum* L.) Germplasm For Cold Tolerance In The Field During Winter In Qingdao. *The Crop J*. 2016. V.4, N 5. P. 377 – 383.
5. Silim S.N., Hebblethwaite P.D., Heath M.C. Comparison Of The Effect Of Autumn And Spring Sowing Date On Growth And Yield Of Combining Peas (*Pisum Sativum* L.). *J. Agri. Sci*. 1985. V. 104, N 1. P. 35 – 46.
6. Markarian D., Harwood R.R., Rowe Ph.R. The Inheritance Of Winter Hardiness In *Pisum*. II. Description And Release Of Advance Generation Breeding Lines. *Euphytica*. 1968. V. 17, N 1. P. 110 – 113.

7. Kosev V. Evaluation Of Genetic Divergence And Heritability In Winter Field Pea Genotypes. *Селекція І Насінництво*. 2015. Вип. 108. С. 106 – 115.
8. Lousin R., Messenger A., Vingere A. Breeding For Yield In Combining Peas. *The Pea Crop. A Basis For Improvement*. Eds. Hebblethwaite P.D., Heath M.C., Dawkins T.C.K. London, Uk. 1985. P. 115 – 128.
9. Auld D.L., Adams K.J., Swensen J.B., Murray G.A. Diallel Analyses Of Winter Hardiness In Peas. *Crop. Sci.* 1983. V. 23, N 4. P. 763 – 766.
10. Liesenfeld D.K., Auld D.L., Murray G.A., Swensen J.B. Transmittance Of Winter Hardiness In Segregated Populations Of Peas. *Crop. Sci.* 1986. V. 26, N 1. P. 49 – 54.
11. Ercan Ceyhan. Genetic Analysis Of Cold Hardiness In Peas (*Pisum Sativum* L.). *J. Plant Sci.* 2006. V. 1, N 2. P. 138 – 143.
12. Murfet I.C. Flowering In *Pisum*. A Three-Gene System. *Heredity*. 1971. V. 27, N 1. P. 93 – 110.
13. Murfet I.C. Flowering In *Pisum*. Reciprocal Grafts Between Known Genotypes. *Aust. J. Biol. Sci.* 1971. V. 24. P. 1089 – 1101.
14. Murfet I.C. Flowering In *Pisum*. Hr, A Gene For High Response To Photoperiod. *Heredity*. 1973. V. 31, N 2. P. 157 – 164.
15. Lejeuns-Henault I. Et Al. The Flowering Locus Hr Colocalizes With A Major Qtl Affecting Winter Frost Tolerance In *Pisum Sativum* L. *Theor. Appl. Gen.* 2008. V. 116, N 8. P. 1105 – 1116.
16. Dumont E. Et Al. Association Of Sugar Content Qtl And Pql With Physiological Traits Relevant To Frost Damage Resistance In Pea Under Field And Controlled Conditions. *Theor. Appl. Gen.* 2009. V. 118, N 8. P. 1561 – 1571.
17. Klein A. Et Al. Qtl Analysis Of Frost Damage In Pea Suggests Different Mechanism Involved In Frost Tolerance. *Theor. Appl. Gen.* 2014. V. 127, N 6. P. 1319 – 1330.
18. Homer A., Sahin M., Kucukozdemir U. Evaluation Of Pea (*Pisum Sativum* L.) Germplasm For Cold Tolerance In The Field During Winter In Qingdao. *The Crop. J.* 2016. V. 4, N 5. P. 377 – 383.
19. Auld D.I., Ditterline R.L., Murray G.A., Swensen J.B. Screening Peas For Winterhardiness Under Field And Laboratory Conditions. *Crop. Sci.* 1983. V. 23, N 1. P. 85 – 88.
20. Mikič A. Et Al. Achievements In Breeding Autumn-Sown Annual Legumes For Temperate Regions With Emphasis On The Continental Balkans. *Euphytica*. 2011. V. 180, N 1. P. 57 – 67.
21. Liv R. Et Al. Marker-Trait Association Analysis Of Frost Tolerance Of 672 Worldwide Pea (*Pisum Sativum* L.) Collections. *Scientific Reports*. 2017. 75919. Doi. 10 1038/541598-05-06222y.
22. Humpik J.F., Lasar D., Fürst T., Husičkova A., Hybl M., Spichal L. Automated Integrative High-Throughput Phenotyping Of Plant Shoots: A Case Study Of The Cold-Tolerance Of Pea (*Pisum Sativum* L.). *Plant Methods*. 2015. V. 11, N 1. 20.

ПОЛІМОРФІЗМ ЗА МАРКЕРОМ ГЕНА СТІЙКОСТІ ДО СЕПТОРІОЗУ ЛИСТЯ *Stb6* В УКРАЇНСЬКИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

О.І. Созінова^{1,2}, Н.О. Козуб^{1,2}, І.О. Созінов¹,
А.В. Карелов^{1,2}, Я.В. Пірко², Я.Б. Блюм²

¹Інститут захисту рослин НААН

e-mail: natalkozub@gmail.com;

²ДУ "Інститут харчової біотехнології і геноміки НАН України"

Zymoseptoria tritici (раніше *Mycosphaerella graminicola*) є телеоморфом грибів-аскоміцетів *Septoria tritici*, які спричиняють у Європі та багатьох інших кліматичних зонах досить важливе з економічної точки зору захворювання листя – септоріоз пшениці (*Septoria tritici* blotch або STB) (Orton et al., 2011).

Контроль септоріозу пшениці є здебільшого ефективним за рахунок фунгіцидів і селекції на стійкість. З огляду на виявлення рас *Z. tritici*, стіких до стробірулінів та постійне зростання рівня загальної стійкості до азольних фунгіцидів септоріоз пшениці з кожним роком є предметом все більшої уваги й занепокоєнь як селекціонерів так і агрохіміків у Європі (Cools et al., 2008). Потенційне збільшення доз фунгіцидів у боротьбі з цією та іншими грибними хворобами є причиною занепокоєнь стосовно їх впливу на навколишнє середовище (McCartney et al., 2007). Як результат у декількох європейських країнах було розроблено й запроваджено програми по контролю використання пестицидів (Verweij et al., 2009). Таким чином необхідною частиною стратегії з контролю септоріозу пшениці, яка дозволяє збільшити час комерційного використання сортів, тепер є впровадження генів стійкості (Ghaffary et al., 2011).

Гени стійкості до цього патогена мають загальне позначення "*Stb*" (McIntosh et al., 2003). Єдиним них, для якого була визначена стійкість за типом ген-на-ген, є *Stb6* на дистальному кінці короткого плеча хромосоми 3A (Brading et al., 2002). Цей ген надає стійкість до данського ізоляту IPO323 *Z. tritici* та вперше був ідентифікований у британських сортах 'Flame' та 'Hereward' (Ghaffary et al., 2011). Також цей ген було визначено у всіх добре відомих джерелах стійкості до STB. Аналіз поліморфізму близько зчепленого з геном SSR маркера *Xgwm369* у зразках пшениці, що використовувались для селекції, показав, що ген було впроваджено принаймні з шести можливих джерел, також він присутній у 'Chinese Spring' (Chartrain et al., 2005). Це другий найбільш поширений *Stb* ген, присутній у близько 15% досліджених європейських сортів (Arraiano et al., 2006). Згідно літератури стійкість до STB картовано близько до *Stb6* локуса (Brading et al., 2002; Kollers et al., 2013). Дослідження великої панелі сортів Великої Британії та континентальної Європи показало, що ген *Stb6* асоціюється із зменшенням симптомів STB у польових умовах (Arraiano et al., 2009). Це відповідає або наявності мінорного гена часткової стійкості, близько зчепленого *Stb6*, або з залишковим ефектом самого гена, оскільки вважають, що європейські раси *Z. tritici* є вірулентними до *Stb6* (Brading et al., 2002). В результаті схрещування рас *Z. tritici* IPO323 та IPO94269 було показано, що вірулентність до певних сортів косегрегує (Kema et al., 2000). Оскільки стійкість до IPO323 контролюється геном *Stb6* у всіх сортах, чутливих до гібридів IPO323/IPO94269, отримані результати вказували на те, що ізолят IPO323 несе визначений ген авірулентності до *Stb6* (Arraiano et al., 2001).

Метою цієї роботи було охарактеризувати вибірку сортів пшениці м'якої української селекції за допомогою мікросателітного маркера гена *Stb6*.

Поліморфізм гена *Stb6* згідно маркера *gwm369* у сортів пшениці озимої м'якої української селекції

Оригі- натор	Назва сорту	Алель гена <i>Stb6</i> згідно маркера <i>gwm369</i> , п.н.	Оригі- натор	Назва сорту	Алель гена <i>Stb6</i> згідно маркера <i>gwm369</i> , п.н.
МІП	Ассоль	192/186	СГІ	Соната	186
МІП	Берегиня миронівська	186	СГІ	Сториця	186
МІП	Валенсія	186	СГІ	Тіра	192/186
МІП	Вежа миронівська	192/186	СГІ	Федорівка	186
МІП	Вишиванка	186	СГІ	Хвала	186
МІП	Володарка	186	СГІ	Ювілейна 75	186
МІП	Господиня мир.	192	ІР	Еритроспермум 917	186
МІП	Дніпрянка	186	ІР	Лютесценс 238	186
МІП	Естафета миронівська	186	ІР	Полукарлик 3	192/186
МІП	Княжна	186	ІР	Ферругинеум 1239	186
МІП	Миронівська 28	192	ІР	Харьковская 11	186
МІП	Оберіг мир.	186	ІР	Харьковская 4	186
СГІ	Гарантія одеська	186	ІР	Харьковская 63	186
СГІ	Гармонія	192	ІР	Харьковская 81	186
СГІ	Дачнянка	186	ІР	Харьковская 90	192
СГІ	Ера одеська	186	ІР	Харьковская 92	186
СГІ	Житниця одеська	186	ПДАА	Аріївка	192
СГІ	Журавка одеська	192	ПДАА	Вільшанка	186
СГІ	Знахідка	192	ПДАА	Говтва	186
СГІ	Кантата	186	ПДАА	Горлиця	186
СГІ	Катруся	186	ПДАА	Диканька	186
СГІ	Клад	186	ПДАА	Зелений гай	186
СГІ	Кругозір	186	ПДАА	Кармелюк	186
СГІ	Кубок	186	ПДАА	Лютенька	186
СГІ	Лада	192/186	ПДАА	Оржиця	186
СГІ	Нива одеська	192	ПДАА	Оржиця нова	186
СГІ	Перепілка	192	ПДАА	Орлик напівкарликовий	186
СГІ	Польовик	186	ПДАА	Пабатка	186
СГІ	Постать	186	ПДАА	Полтавчанка	186
СГІ	Розквіт	192	ПДАА	Сагайдак	186
СГІ	Сгі-100	186	ПДАА	Самара-2	186
СГІ	Славен	186	ПДАА	Санжара	186
			ПДАА	Царичанка	186

Досліджували зразки ДНК, виділені з насіння 64 сортів, створених у різних селекційних та наукових установах України, а саме: 12 сортів селекції Миронівського інституту пшениці ім. Ремесла НААН (далі МІП); 26 сортів та селекції Селекційно-генетичного інституту – Національного центру сортовивчення,

м. Одеса (далі СГІ), 10 сортів селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків (далі ІР); 17 сортів селекції Полтавської державної аграрної академії (далі ПДДА).

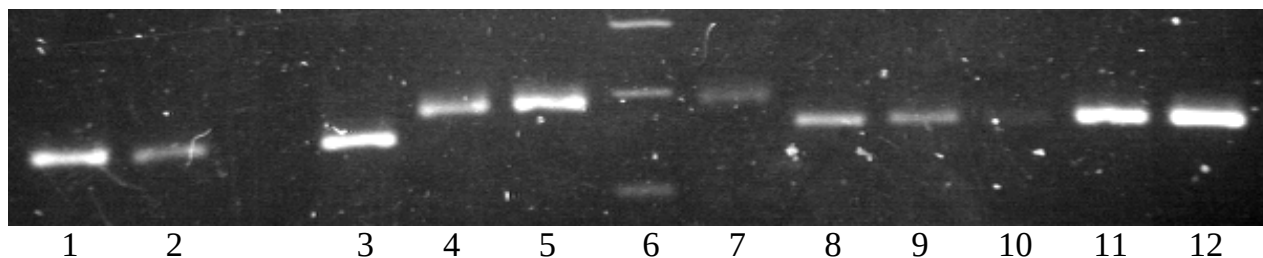


Рис. Електрофореграма продуктів ампліфікації маркера *gwm369* гена *Stb6* сортів української селекції:

- 1) Сториця, 2) Славен; 3) Клад, 4) Розквіт, 5) Гармонія одеська, 6) Ladder 100 bp, 7) Нива одеська, 8) Житниця одеська, 9) Соната, 10) Еритроспермум 917, 11) Харьковская 4, 12) Харьковская 81

ДНК виділяли з наважки масою 50 мг, отриманої із 5 зерен кожного сорту. Виділення здійснювали за допомогою наборів Diatom™ DNA Prep100 за стандартною методикою. ПЛР проводили в ампліфікаторі 2720 GeneAMP System за допомогою наборів GenPak® PCR Core за методикою виробника. Для визначення алельного стану генів стійкості до септоріозу листя використовували маркер *Hgwm369*; умови ПЛР відповідали таким у літературі (Brading et al., 2002).

Був виявлений поліморфізм обраного маркера для дослідженої вибірки (див. табл.).

Серед проаналізованих українських сортів виявлено лише два алелі маркерного локусу *gwm369*: з довжинами ампліконів 186 п.н. (у 50 сортів) і 192 п.н. (10 сортів). П'ять сортів були поліморфними за цим локусом.

Згідно з даними літератури, зі стійкістю найбільш ймовірно асоціюється алель мікросателітного маркера *gwm369*, який дає ампліфіковані фрагменти довжиною довжиною 192 п.н. (як у сортів Flame, Armada та інш.), тоді як алель, що дає; ампліфіковані фрагменти 186 п.н., пов'язаний з «чутливим» алелем гена *Stb6* (подібно до сорту Longbow) (Chartrain et al., 2005; Brading et al., 2002).

Отримані результати вказують що алелі маркера, які, ймовірно, вказують на стійкість, поширені в українських сортах із відносно низькою частотою: вони були виявлені всього у 17 або 25% досліджених сортів, із них 5 сортів були поліморфними, тобто частина зернин сорту, використаних для виділення ДНК, також мала можливий алель чутливості. З досліджених груп сортів найбільшу частоту алеля 192 п.н. мають сорти селекції СГІ, трохи нижчу частоту мають нові сорти МПП (25%), цей алель зустрічається з частотою 15% серед сортів ІР та його найнижча частота виявлена у групі полтавських сортів (6%).

Одержані нами результати свідчать про потенційну наявність польової расоспецифічної стійкості до септоріозу пшениці в генофонді українських сортів. Разом із тим визначення такої стійкості в польових умовах – процес, який потребує ресурсів та не завжди є виправданим. Зокрема, для визначення расоспецифічної стійкості необхідно мати чисті підтримувані раси *Z. tritici* та забезпечити відповідні умови для створення інфекційних фонів. І навіть при дотриманні необхідних методик не для всіх селекційних зразків гарантовано буде спостерігатись прояв польової стійкості, пов'язаної з тим чи іншим геном. Разом із тим пірамідування генів расоспецифічної стійкості і об'єднання їх у одному геномі з ознаками

кількісної стійкості, а також додатковий відбір шляхом селекції за допомогою молекулярних маркерів може дати сорти, що виявляють значний рівень польової стійкості до поширених патогенів пшениці, а також показники урожайності та хлібопекарські властивості, характерні для елітних сортів, здатних бути конкурентоздатними не тільки на українському, а й на світовому ринку.

Література

1. Arraiano, L.S., Brading, P.A., Brown J.K.M., (2001). A detached seedling leaf technique to study resistance to *Mycosphaerella graminicola* (anamorph *Septoria tritici*) in wheat. *Plant Pathol.*, 50, 339–346.
2. Arraiano, L.S., Brown J.K.M. (2006). Identification of isolate-specific and partial resistance to *Septoria tritici* blotch in 238 European wheat cultivars and breeding lines. *Plant. Pathol.*, 55, 54–61.
3. Brading, P.A., Verstappen, E.C.P., Kema, G.H.J., Brown, J.K.M. (2002). A gene-for-gene relationship between wheat and *Mycosphaerella graminicola*, the *Septoria tritici* blotch pathogen. *Phytopathol.*, 92, 439–445.
4. Chartrain L., Joaquim P., Berry S.T., Arraiano L.S., Azanza F., Brown J.K.M. (2005). Genetics of resistance to *Septoria tritici* blotch in the Portuguese wheat breeding line TE9111. *Theor. Appl. Genet.*, 110, 1138–144.
5. Cools, H.J., Fraaije, B.A. (2008). Are azole fungicides losing ground against *Septoria* wheat disease? Resistance mechanisms in *Mycosphaerella graminicola*. *Pest Manag Sci.*, 64, 681–684.
6. Ghaffary, S.M., Robert, O., Laurent, V., Lonnet, P., Margalé, E., van der Lee, T.A., Kema G.H. (2011). Genetic analysis of resistance to *Septoria tritici* blotch in the French winter wheat cultivars Balance and Apache. *Theor. Appl. Genet.*, 123(5), 741–754.
7. Kema, G.H.J., Verstappen, E.C.P., Waalwijk, C. (2000). Avirulence in the wheat *Septoria tritici* leaf blotch fungus *Mycosphaerella graminicola* is controlled by a single locus. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 13, 1375–1379.
8. Kollers S., Rodemann, B., Ling, J., Korzun, V., Ebmeyer, E., Argillier, O., Roder M.S. (2013). Genetic architecture of resistance to *Septoria tritici* blotch (*Mycosphaerella graminicola*) in European winter wheat. *Mol. Breed.* 32, 411–423.
9. McCartney, C., Mercer, P.C., Cooke, L.R., Fraaije, B.A. (2007). Effects of a strobilurin-based spray programme on disease control, green leaf area, yield and development of fungicide-resistance in *Mycosphaerella graminicola* in Northern Ireland. *Crop Protect.* 26, 1272–1280.
10. McIntosh, R., Yamazaki, Y., Devos, K.M., Dubcovsky, J. Rogers, W.J. Appels, R. (2003). Catalogue of gene symbols for wheat. *Annu. Wheat Newsl.* 49. 246–282.
11. Orton, E.S., Deller, S., Brown, J.K.M. (2011). *Mycosphaerella graminicola*: from genomics to disease control. *Mol. P. Pathol.* 12(5), 413–424.
12. Verweij, P., Snelders, E., Kema, G., Mellado, E., Melchers, W. (2009). Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a side-effect of environmental fungicide use? *Lancet Infect. Dis.* 9, 789–795.

ВІДМІННОСТІ НОВИХ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЗА РЕАКЦІЯМИ ТЕМПІВ ПОЧАТКОВОГО РОЗВИТКУ

А. Ф. Стельмах, В. І. Файт

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення

e-mail: stegen@ukr.net, faygen@ukr.net

Еволюційне розширення ареалу пшениці (ярої) з центрів її походження у північні помірні широти відбувалося й через добір адаптивних мутацій потреби в яровизації (ПЯ) та фотоперіодичної чутливості (ФЧ) як пристосування до зимівлі осінніх сходів на етапі кушіння. Так виникли озимі пшениці. У цілому сорти озимої пшениці м'якої суттєво розрізняються за тривалістю ПЯ від 15 до 60 і більш діб [1, 2]. Для сортів конкретного регіону вирощування характерна певна тривалість ПЯ, що вказує на її адаптивну цінність. І звичайно, більш тривала ПЯ притаманна сортам, зона вирощування яких характеризується тривалим та/або жорстким зимовим періодом. У сортів Півдня України, Північного Кавказу, Молдови частіш виявляється нетривала ПЯ (30–35 діб), а в Лісостепу України, середній полосі Росії збільшується кількість сортів з більш тривалою ПЯ. Сортам Поволжя, Сибіру, Північно-Західного регіону Росії, Північного Казахстану та країн Скандинавії для переходу до репродуктивної фази розвитку, як правило, притаманна ПЯ біля 50–60 діб [3–5].

Широко відомі шедеври вітчизняної селекції Одеська 16 і Миронівська 808 та похідні від них характеризувалися тривалою ПЯ (55–60 діб) і сильною ФЧ тощо. Але часте використання з середини минулого сторіччя ярих сортів в селекційних програмах Півдня СРСР з озимою пшеницею призвело до скорочення ПЯ сучасних сортів до 30–40 діб [6, 7]. У той же час вже наприкінці минулого сторіччя в Чехії відмічений явний зворотний зсув у напрямку селекції сортів з більш тривалою ПЯ [8]. З появою Безостої 1, а згодом і через широке залучення в селекційні програми з озимою пшеницею ярих мексиканських напівкарликів селекціонери все більшу перевагу надають зразкам зі слабкою ФЧ. І на сьогодні більш як 90% зразків конкурсного сортовипробування нашого інституту є такими, хоча й з деякою тенденцією в останні роки появи фоточутливих кандидатів у сорти [9–11].

Безумовно, селекціонери мають певні підстави для цього, посиляючись на низку господарських переваг подібних генотипів: більш раннє відростання навесні, що сприяє в деякій мірі ефективнішому використанню запасів зимової вологи та частковому прискоренню колосіння і через це ефективнішому ухиленню наливу зерна від посухи та/або підвищених температур влітку. Але ж слабша ФЧ через біохімічні зв'язки і взаємодії автоматично призводить до одночасного скорочення ПЯ (хоча генетично вони успадковуються й незалежно), прискоренню початкового розвитку восени. І щоб уникнути зниження адаптивності під час зимівлі, доводиться переносити посів на більш пізні строки [12]. Іноді перевагою цього може бути краща вологість ґрунту при сівбі, але ж загальне скорочення терміну осінньої вегетації суттєво зменшує накопичення загальної початкової біомаси. У результаті перед селекціонерами постає складна дилема знаходження оптимального балансу між такими тенденціями, що протилежно впливають на кінцеву продуктивність. І тому головним питанням може бути, чи обмежують природний потенціал продуктивності сучасних сортів більш сильні фізіологічні реакції затримки початкового розвитку (ЯП і ФЧ): коли, в яких регіонах та при

яких умовах. А те, що вони позитивно впливають на адаптивність під час зимівлі, ні в кого не викликає сумніву [13].

Ідентифікація генофонду озимої пшениці м'якої за алелями генів *Vrd*, що впливають на тривалість ЯП, виявила наявність достовірних відмінностей частот генотипів набору сортів СГІ-НЦНС та Інституту рослинництва (Харків) між собою та від загального вивченого набору. Це безумовно свідчило про відмінності селекційної (та/або адаптивної) цінності конкретних генотипів для певних регіонів вирощування пшениці [14]. Аналогічний висновок стосується й генотипів сортів за алелями системи генів *Ppd-1*, що контролюють головне різноманіття за ФЧ [15]. Аналіз набору 410 зразків колекції сучасних пшениць Європи виявив низьку частоту алелів слабкої ФЧ у сортів Великобританії, Данії, Німеччини, Польщі, Чехії та Австрії. У сортів Франції їх було вже біля третини, а серед сортів зі Східної Європи та Росії вони взагалі переважали [16].

Минулого сезону поряд зі зразками конкурсного сортовипробування нашого інституту, що регулярно вивчали за ЯП і ФЧ, ми отримали від селекціонерів декілька західно-європейських сортозразків, як уже відомих виробникам, так і зовсім нових (переважно з Франції), що активно пропагуються насіннєвими фірмами для просування на терени України як такі, що характеризуються високою продуктивністю. Ми свідомо не цікавилися оригінальними назвами цих останніх сортів, щоб уникнути звинувачень у їх рекламі. При описі результатів вивчення їхніх фізіологічних реакцій наведемо тільки номери, якими вони були представлені в колекціях останніх років.

З початку березня по 20 зелених 5-добових проростків у паперових рулонах кожного зразка в кожному варіанті дослідів піддавали штучній темпоральній яровизації з розрахунку одночасної висадки (29 квітня, коли природна температура майже не знижується до яровизаційного рівня) протягом 30–40–50 діб в кліматичних камерах при температурі $+1$ – $+2^{\circ}\text{C}$ та 12-часовому освітленні. Варіант максимальної яровизації був повторений для наступного вирощування при штучно скороченому до 10 годин фотоперіоді (закривання темними кабінами з 17^{00} до 7^{00}) і порівняння темпів колосіння з варіантом вирощування на природному фотоперіоді (15–17 годин). Для контрольного зразка Миронівська 808 додатково використовували варіант яровизації протягом 60 діб. Висадку здійснювали по 10 проростків у 5-літрові судини з ґрунтом, протягом вегетації провадили всі необхідні заходи щодо поливу, підживлення та боротьби зі шкідниками і хворобами. Під час колосіння фіксували дату появи верхівки колоса на головному стеблі кожної рослини, яку трансформували в кількість діб від висадки до колосіння та згодом піддавали дисперсійному аналізу. Тривалість ЯП зразка визначали порівнянням середньої дати його колосіння у двох суміжних варіантах яровизації, коли затримка колосіння виявлялася вже несуттєвою. Різниця між середніми датами колосіння зразка після максимальної яровизації при вирощуванні на скороченому та природному фотоперіодах характеризувала рівень його ФЧ, розмах якого умовно розподілене на 6 груп (за кількістю діб затримки колосіння на скороченому фотоперіоді протягом 6 тижнів після задовільної яровизації): від 5 до 10 діб слабка реакція на фотоперіод – Ф1; з 10 до 15 середньо слабка – Ф2; з 15 до 20 середня – Ф3; з 20 до 25 середньо сильна – Ф4; з 25 до 30 сильна – Ф5; з 30 до 35 дуже сильна – Ф6.

У таблиці наведено результати оцінки дат колосіння вивчених зразків у відповідних варіантах дослідів та розрахункові показники їхніх ЯП і ФЧ. Даний набір контрольних ліній з ідентифікованими генами *Vrd* (відмінності за ЯП) та *Ppd 1* (відмінності за ФЧ) було включено кожного сезону при вивченні різних зразків

для порівняння впливу відмінностей температуро-світлових сезонів наступного вирощування на дати колосіння і розрахунок фізіологічних реакцій.

Кількість діб до колосіння у різних варіантах та фізіологічні реакції зразків

Яровизація і фотоперіод	30 діб	40 діб	50 діб	50 діб	ЯП діб	Рівень ФЧ
	Природний фотоперіод			10 годин		
Зразки *	Контролі з ідентифікованими генами ЯП і ФЧ					
M808 рец-в	86,9	64,4	49,7	87,2	60	Ф6
M808 <i>Vrd1</i>	68,1	53,9	48,5	74,5	45	Ф5
M808 <i>Vrd 2</i>	81,4	62,5	51,0	77,0	50–55	Ф5
Ал114 <i>Vrd 3</i>	78,6	59,3	43,5	65,4	50	Ф4
Cn <i>Ppd-D1a</i>	62,0	45,7	40,6	47,6	45–50	Ф1
CD <i>Ppd-B1c</i>	44,8	42,3	40,8	52,2	30–35	Ф2
M808 <i>Ppd-A1a</i>	72,7	56,5	47,6	62,1	55	Ф3
Колекційні закордонні зразки						
4/17	85,4	79,3	72,5	77,7	60	Ф1
5/17	68,7	56,2	51,3	70,9	45	Ф3
5/16	81,8	71,0	53,7	77,6	60	Ф4
10/16	67,6	53,5	46,0	50,3	55	Ф1
15/16	64,1	57,8	52,7	76,8	45	Ф4
20/16	79,7	68,9	49,1	73,6	60	Ф4
Колонія	73,1	64,4	49,2	74,1	55	Ф4
Самурай	82,3	70,6	52,3	75,7	60	Ф4
Актор	78,5	64,1	55,0	73,9	55	Ф3
Юлія	60,7	50,0	44,1	49,1	45	Ф1
Канада	80,2	69,3	54,0	71,3	60	Ф3
НІР _{0,05} **	0,47	0,34	0,28	0,36		

Примітки: * – М=Миронівська, Ал=Альбідум, Сп=Ciano, CD=Cappelle Desprez.

** – НІР різниці між рядками дорівнює кореню квадратному з суми квадратів суміжних НІР і відповідає 1 добі яровизації

Зазначимо, що в середньому за сезонами дати колосіння одного і того ж зразка могли розрізнятися навіть на більш як ± 3 доби, але принципових відмінностей за ступенем фізіологічних реакцій початкового розвитку практично не спостерігалось: оцінка ЯП коливалася на менш ніж 5 діб і рівні ФЧ не більше 1 рангу. При цьому ранжування обох показників між зразками зберігалось постійним, що вказувало на можливість подібної характеристики зразків навіть при однократному вивченні.

Для рецесивного за обома системами генів зразка M808 притаманний не тільки максимальний рівень ФЧ, а й найвища ЯП, оскільки варіант 50 діб попередньої яровизації виявився недостатнім для максимального прискорення колосіння: у варіанті 60 діб яровизації при вирощуванні на природному фотоперіоді він колосився не пізніше 45 діб. І ця величина була характерною практично для всіх зразків. Присутність у генофоні домінантного алеля *Vrd 1* найбільш скорочувала ЯП, а ефект *Vrd 2* був найслабшим. Аналогічно, при вирощуванні на скороченому фотоперіоді після задовільної яровизації домінантний алель *Ppd-D1a* максимально прискорював колосіння, а подібний ефект алеля *Ppd-A1a* був мінімальним. Крім цього в даному наборі можна помітити й адитивний ефект взаємодії продуктів генів обох систем: триваліша ЯП виявляє сильнішу ФЧ, а

слабша ФЧ частково скорочує ЯП.

Охарактеризуємо досліджені фізіологічні реакції у даному наборі ліній з колекції (перші 7 з Франції, затим 2 – ФРН і далі з Чехії і Канади, відповідно), маючи на увазі, що вони є зразками сучасних високо продуктивних сортів. Лише зразок сорту Юлія виявив обидві реакції, що притаманні абсолютній більшості сортів нашого інституту і навіть України в цілому. Для останніх зразків були характерними або частково підвищена ФЧ, або значно триваліша ЯП, а 6 з них виявили обидві реакції затримки початкового розвитку.

А тому припущення наших селекціонерів, що тривала ЯП і сильна ФЧ озимої пшениці м'якої частково обмежує сучасно досягнутий рівень її продуктивності скоріш за все можна поставити під сумнів. Вони притаманні багатьом іноземним сортам, що створені і рекомендуються для вирощування в зонах, які подібні за умовами окремим зонам нашої країни. І саме такі фізіологічні реакції початкового розвитку обумовлюють кращу адаптацію при зимівлі, що й у певній мірі може позитивно впливати на кінцеву продуктивність.

Література

1. Долгушин, Д. А. (1935). *Мировая коллекция пшениц на фоне яровизации*. М.: Сельхозгиз.
2. Baloch, D.M., Karow, R.S., Marx, E. Kling, J.G., Witt, M.D. (2003). Vernalization studies with Pacific Northwest wheat. *Agron. J.*, Vol. 95, 1201–1208.
3. Разумов, В.И., Олейникова, Т.В. (1949). Отзывчивость стандартных сортов озимой и яровой пшеницы на яровизацию и длину дня. *Сборник трудов Пушкинских лабораторий ВИР*; Л.:ВИР, 95–114.
4. Мусич, В.Н. (1984). Физиологические аспекты селекции озимой пшеницы на морозостойкость. *Физиологические аспекты продуктивности и устойчивости озимой пшеницы к стрессовым воздействиям*; Одеса: ВСГИ, 68–77.
5. Уразалиев, Р.А. Абсаттарова, А.С. (2004). Генетический контроль типа развития казахстанских сортов и образцов пшеницы из СИММУТ. *Генетика в XXI веке: соврем. сост. и персп. разв. (6–12 июня 2004 г.) – III съезд ВОГиС России*. (с. 137). М.: ООО "Альматрейд".
6. Долгушин, Д.А. (1980) Стадия яровизации и некоторые биологические особенности современных сортов озимой пшеницы на юге СССР. *Вестник с/х науки*, 9, 46–56.
7. Файт, В.І. (2005). Морозостійкість і урожайність окремих сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*, 11, 25–29.
8. Petr, J., Hnilicka, F. (2002) Changes in requirements on vernalization of winter wheat varieties in the Czech Republic in 1950–2000. *Rostl. Vyroba*, Vol. 48, 4, 148–153.
9. Стельмах, А.Ф., Литвиненко, М.А., Файт, В.І. (2004) Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*, 5, 118–127.
10. Стельмах, А.Ф., Лифенко, С.П., Файт, В.І., Мокану, Н.В. (2007) Оцінка генетико-фізіологічних реакцій початкового розвитку сортів озимої м'якої пшениці. *Вісник аграрної науки*, 11, 39–43.
11. Стельмах, А.Ф., Файт, В.І. (2016) Возможность улучшения адаптивности озимой пшеницы путем усиления фотопериодизма и потребности в яровизации. *Збірник наук. праць СГІ-НЦНС*, 27, 103–108.
12. Литвиненко, М.А., Лифенко, С.П., Друзяк, В.В. (2004) Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*, 4, 27–31.

13. Prášil, I.T., Prášilová, P., Pankova, K. (2004) Relationships among vernalization, shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*, Vol. 94, 3, 413–418.
14. Файт, В.І. (2012) Ідентифікація генофонду озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) за генами тривалості потреби в яровизації (*Vrd*). *Генетичні ресурси рослин*, 10/11, 212–219.
15. Файт, В.І., Балашова, І.А., Федорова, В.Р., Бальвинская, М.С. (2014) Идентификация генотипов *Ppd-1* сортов мягкой пшеницы методами генетического и STS-ПЦР анализа // Физиология растений и генетика, Т. 46, 4, 325–336.
16. Langer, S.M., Longin, C.F.H., Würschum, T. (2014) Flowering time control in European winter wheat. *Plant Sci.*, 5, 537–562.

ОЦІНКА УСПАДКУВАННЯ ОКРЕМИХ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ГРЕЧКИ F1 В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І.М. Страхоліс, М.В. Несмачна

*Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, Сад, Україна
e-mail: buckwheat.isgps@gmail.com*

Незважаючи на значний обсяг проведених селекційних досліджень зі створення сортів гречки, вони ще не в повній мірі відповідають зростаючим вимогам виробництва. Оскільки серед багатьох факторів сорт відіграє вирішальну роль у виробництві, у сучасних умовах виробництва зерна гречки гостро постає питання не лише росту врожайності, а що більш важливо – стабільності. Селекція на сучасному етапі потребує розробки нових підходів враховуючи біологічні особливості рослин гречки. Метою завдання є стабілізація показника продуктивності та створення сортів гречки, вирівняних за цією ознакою. Дані умови створюють попит на пошуки предикторів стабільності вихідного матеріалу, що визначає актуальність даного завдання.

Основним методом у селекції рослин є гібридизація. Гібридним рослинам притаманний високий рівень життєздатності, інтенсивніший обмін речовин та вища стійкість до подолання зовнішніх та внутрішніх факторів, що призводять до утворення щуплого насіння (А.М. Луценко, 1970) [1].

Селекційну цінність зразків оцінювали на основі показника рівня гетерозису (Hbt) гібридного покоління (F1) визначеного за формулою Matzinger et al. (1962) та S. Fonseca, F. Patterson (1968). Гетерозис істинний (Hbt) дає змогу виявити найбільш сильний прояв ознаки у F1 у порівнянні із кращою батьківською формою та оцінити, як селекційну цінність гібрида, так і можливість його комерційного використання [2].

В цілому за значеннями вегетативних показників рослин у гібридних поколіннях спостерігалось явище негативного домінування, що у даному випадку є позитивним знаком доцільності проведених схрещувань з метою урегулювання співвідношення вегетативної та генеративної маси рослин для стабілізації показника продуктивності та зниження його залежності від вегетативного розвитку.

Так, за результатами оцінки 20 гібридних комбінацій за показником висоти, у 15 з них визначений рівень гетерозису (Hbt) коливався від мінімального максимуму -30,7% (у комбінації 24/17) до -0,7% (30/17). При цьому у 14 з них спостерігається тенденція до зменшення кількості вузлів на відміну від батьківських форм. Слід зазначити тенденцію ростових процесів у комбінацій 1/16 та 3/16, які відбуваються за рахунок видовження меживузлів без додаткового утворення нових вузлів. Найбільш сильним негативним значенням гетерозису за показником кількості гілок другого порядку відзначилася комбінація 24/17 з рівнем (-82,9%); позитивним 1/16 з рівнем (60%). Всього комбінацій з позитивними значеннями гетерозису за цією ознакою 5.

Позитивних значень за генеративними показниками за період досліджень 2018 року було визначено мало, а саме: за показником кількості суцвіть: 2 у комбінацій 3/16 та 4/16 (20,4%; 43,8% відповідно). Розмах негативних значень спостерігався від -8,1% (30/17) до -60,3% (у 4/17). За кількістю виповненого насіння відмічено 9 комбінацій з позитивними значеннями, а саме: 1/17 (Hbt=3,29%), 4/17 (Hbt=8,7%), 24/17 (Hbt=12%), 1/16 (Hbt=63,4), 2/16 (Hbt=12,7%), 3/16 (Hbt=39,3%), 4/16 (Hbt=156%), 5/16 (Hbt=176%), 7/16 (Hbt=50,9%). За масою насіння з рослини у 2018 році спостерігається зниження значення не лише у гібридних комбінаціях, але і у батьківських форм, що обумовлено специфічними погодними умовами року для зони. Тим не менш, гетерозис за цією ознакою був відмічений у 8 комбінацій рівнем від 12,2% до 69,7%. Інші комбінації відзначились негативними показниками рівня від -29% (у 24/17) до -80,8% (у 4/17). За показником маси 1000 насінин було виділено 12 комбінацій з порівняно невисокими позитивними значеннями рівня від 5,4% (у 4/17) до 24,5% (8/16).

Слід зазначити, що величина гетерозису у першому поколінні F1 може варіювати у досить широких межах, а виявлений його рівень не завжди дає змогу спрогнозувати появу цінних трансгресивних форм у наступних розщеплювальних поколіннях через виникнення міжалельної взаємодії генів у першому поколінні, що не передається у наступні покоління. Саме тому показник гетерозису слід використовувати у комплексі з іншими ознаками для більшої ефективності доборів.

Як показник для оцінки селекційного матеріалу на ранніх етапах випробовування багатьох культур (пшениці, гречки, ячменю та ін.) використовується ступінь фенотипового домінування.

Аналіз за ступенем фенотипового домінування підтверджують можливість його використання при підборі пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків. За ознакою висота стебла ступінь домінування у гібридних поколіннях переважав на рівні наддомінування (11 комбінацій – 55%), 5 з яких відзначились негативним наддомінуванням (депресією), решта – частковим негативним та позитивним домінуванням. Проміжним успадкуванням ознаки на рівні 0,4 відзначилась комбінація 5/16. Найвищим значенням, що характеризує явище наддомінування характеризувалась комбінація 31/17 на рівні 3,6, найнижчим 2/16 на рівні 1,3. Діапазон негативного наддомінування був визначений у межах від -17,8 до -1,5.

Негативними значеннями, що характеризують депресію відзначились гібридні покоління за ознакою кількість гілок першого порядку (6 комбінацій – 30%), діапазон від -7 (у 2/17) до -1 (31/17), в той час, як позитивним наддомінуванням за ознакою відзначились комбінації: 1/17, 2/16, 3/16, 8/16.

Абсолютним наддомінуванням за показниками вегетативного розвитку відзначилась комбінація 4/16, депресією (негативним наддомінуванням) – 2/17,

проміжним успадкуванням – 5/16. Щодо інших комбінацій, в межах вегетативних ознак, розподіл за ступенем був різний. Слід зазначити позитивний характер негативних значень гетерозису та ступеня домінування у гібридних поколіннях, оскільки в даному випадку їх зменшення вказує на зменшення сили вегетативного розвитку у порівнянні з батьківськими формами у бік рівності перерозподілу вегетативної та генеративної мас.

За генеративними ознаками в межах гібридних популяцій було отримано більше позитивних значень домінування. Зокрема, за кількістю виповненого насіння було відмічено 10 випадків (50%) наддомінування та 4 – депресії. Найвищий ступінь депресії спостерігався у комбінації 6/17 за ознакою та становив -97,2. Найвищий показник наддомінування був відмічений у комбінації 7/16 на рівні 11,5. За масою насіння з рослини спостерігався гетерозис у бік зменшення, при цьому успадкування було у рівних частинах за типами: наддомінування – проміжне негативне успадкування – депресія у співвідношенні 6:8:6. Успадкування маси 1000 насінин здебільшого йшло за типом наддомінування у 13 комбінаціях, що складає 65%. Найвищим показником характеризувалась комбінація 25/17 на рівні 6,5; депресії 31/17 на рівні -5.

Аналогії наддомінування за 4 параметрами насіннєвої продуктивності (кількістю виповненого насіння, масою насіння з рослини, масою 1000 насінин та індексом атракції) були відмічені у зразків: 2/16, 3/16, 4/16, 5/16, 6/16, 7/16.

Необхідно зазначити, що у випадку гетерозису та успадкування рівня індексу атракції негативні значення мають позитивний характер по відношенню до ознак батьківських форм.

Так, проведений аналіз характеру успадкування основних ознак міжсорткових гібридів гречки дав змогу оцінити створені комбінації та виявити найбільш селекційно-цінні та перспективні для подальшого залучення у програми зі створення генетичного матеріалу вирівняного за ознаками продуктивності, а саме: 1/17, 2/17, 4/17, 6/17, 24/17, 25/17, 31/17, 3/16, 6/16, 8/16.

Література

1. Алексєєва О.С. Генетика, селекція і насінництво гречки. / О.С. Алексєєва, Л.К. Тараненко, М.М. Малина. – К.: Вища школа. – 2004. – С. 213.
2. Царенко О.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології / О.М. Царенко, Ю.А. Злобін, В.Г. Скляр. – Суми: Університетська книга, 2000. – 203 с.
3. Методика проведення експертизи сортів гречки звичайної *Fagopyrum esculentum* Moench на відмінність, однорідність та стабільність. // (ВОС – тест) – Київ, 2004. – С. 370.
4. Методика проведення експертизи сортів гречки їстівної. // Державна служба з охорони прав на сорти рослин *Fagopyrum esculentum* Moench. – Київ, 2006. – С. 28.

ПШЕНИЦЯ ЕФІОПСЬКА *TRITICUM AETHIOPICUM* JAKUBZ. – ЦІННЕ ГЕНЕТИЧНЕ ДЖЕРЕЛО

О.В. Твердохліб¹, Р.Л. Богуславський²

¹Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

²Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Проблема розширення генетичної основи культивованих сортів сільськогосподарських рослин стає все гострішою. Вона обумовлена розвитком напрямів селекції для екологічного землеробства, здорового харчування, адаптивністю до умов зміни клімату тощо. Джерелами збагачення генотипів основних вирощуваних видів пшениці – м'якої *Triticum aestivum* L. та твердої *T. durum* Desf. цінними генами є перш за все споріднені види роду *Triticum* L., і серед них *T. aethiopicum* Jakubz. – пшениця ефіопська. У колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України цей вид представлений 20 зразками, які належать до 13 різновидностей.

Довгий час вважалося, що *T. aethiopicum* є ендеміком Ефіопії, Еритреї та Ємену [9], і лише порівняно недавно вид був виявлений в Омані [18]. На даний момент, ефіопська пшениця вирощується лише в Ефіопії та Еритреї. Більш того, в деяких частинах Ефіопії вона, як і раніше, становить значну частку серед культивованих пшениць [26]. В Ефіопії тетраплоїдні пшениці традиційно вирощуються на бідних важких чорних глинистих ґрунтах нагір'я між 1800 і 2800 м над рівнем моря. Фермери зазвичай називають тетраплоїдні пшениці «*yekoticha sinde*», що означає «пшениця важких чорних ґрунтів». Екологічно пшениця ефіопська належить до рослин високогірних степів з вологим і теплим кліматом. Характерними є ярий тип розвитку, скоростиглість, невеликий колос, мала кустистість, низькорослість, наявність фіолетовозерних форм.

Цьому виду притаманна надзвичайно висока морфологічна різноманітність при досить вирівняному екологічному типі [25], що вперше детально охарактеризовано М.І. Вавиловим з співробітниками [1].

Ефіопська пшениця займає особливе місце серед тетраплоїдних видів за комплексом морфофізіологічних ознак. Вона є аналогом *T. persicum* Vav. за пристосованістю до зволжених гірських умов і, відповідно до цього, характеризується невисокою тонкою соломиною, вузькою тонкою листовою пластинкою, м'якими колосковими лусками. Це єдиний вид пшениці, який містить форми з фіолетовим забарвленням зерна [1, 7, 40], вираженим у різному ступені. Разом з антоціановим забарвленням сходів, а також стебел, вузлів, вушок, притаманним виду, це може свідчити про підвищений рівень антиоксидантної активності, що з одного боку сприяє стресостійкості рослин, а з другого є корисним для харчового споживання. Характерною радикальною ознакою *T. aethiopicum* є кількість судинно-волокнистих пучків у колеоптилі, яка у переважній більшості форм становить від 3 до 6, на відміну від інших видів пшениці, що мають 2 пучки [17, 33]. Різноманіття *T. aethiopicum* включає, поряд з остистими, численні безості форми. У інших тетраплоїдних пшениць безості форми або невідомі або з'явилися в результаті гібридизації з м'якою пшеницею [2]. Безостість у *T. aethiopicum* контролюється рецесивним геном [1, 4], що не характерно для роду *Triticum* [32]. З родичів пшениці, тільки у *Aegilops speltoides* Tausch, донора генома *B*, виявлено рецесивний характер успадкування безостості [3]. Тип остистості *T. aethiopicum* (як і *T. persicum*) подібний до м'якої пшениці [1, 4].

В цілому, вид характеризується широкою екологічною адаптацією, толерантністю до стресів [37], раннім дозріванням, стійкістю до хвороб (листова і стеблова іржа, у т.ч. Sr13 – єдиний відомий ген стійкості до Ug99) [30], середніми зернівками з високим вмістом білка й лізину [9]. Однак, слабка кущистість і низька врожайність, в свою чергу, призводять до поступової ерозії місцевих сортів і заміні їх більш врожайною з більшим відкликом на внесення добрив м'якою пшеницею або іншими більш продуктивними культурами [20, 26, 34, 36, 38]. За даними авторів [10], різновиди *T. aethiopicum* суттєво розрізнялись за темпами розвитку. Швидко розвивалися рослини різновидності *arraseita*, рослини якої перейшли в генеративну фазу розвитку вже на 18-й день вегетації. У відкритих бруньках головних пагонів відзначений префлоральний органогенез (IV етап). Уповільнений розвиток був відмічений у рослин різновидності *pseudopraesemiticum*. Рослини різновидності *coloratum* дуже повільно переходили в генеративну фазу, але досить швидко завершували наступні етапи розвитку. Різновиди *T. aethiopicum* розрізнялися не лише темпами розвитку, але й інтенсивністю ростових процесів.

Генетичну різноманітність *T. aethiopicum* досліджували за допомогою біохімічних (запасні білки зерна) [11, 31], молекулярних [35, 36] і цитогенетичних маркерів [21, 22, 23, 29], проводилась оцінка популяції ефіопської пшениці за господарсько-цінними ознаками [24, 26, 27]. В останні роки зростає інтерес до цієї культури як цінного джерела антиоксидантів, оскільки фіолетовий колір зерна, який визначається накопиченням антоціанів в перикарпії [5], зустрічається тільки у *T. aethiopicum*. За даними авторів [15], найвищої стимулюючою цитокініноподобною активністю при осмотичному стресі характеризувалися сумарні препарати пептидів кореневої системи, що може свідчити про важливість цитокінінів і цитокініноподобних речовин в захисті від осмотичного стресу і про певну посухостійкість виду *T. aethiopicum*.

Незважаючи на досить тривале вивчення виду, систематика та філогенія ендемічних тетраплоїдних пшениць Ефіопії до сьогодення остаточно не визначена [1, 26]. Частково це пов'язано з тим, що вони схильні до відкритого цвітіння, багато форм розщеплюються, а зразки при підтриманні в колекціях втрачають свою автентичність і схожість [6], що викликає додаткові складності в їх вивченні. В Ефіопії пшеницю почали культивувати приблизно в п'ятому тисячолітті до нашої ери [28]. Існує думка [7; 12], що ефіопські і європейсько-азіатські голозерні тетраплоїди утворилися незалежно один від одного. К.А. Фляксбергер [16] вважає *T. aethiopicum* похідним від пшениці твердої, що прийшла зі сходу Африки. Є.М. Синська [14] пов'язувала становлення *T. aethiopicum* з давньою гіпотетичною популяцією «протомаха», що виникла в Закавказзі. Дж. Мак-Кей [8] вважав, що ознаки, які виділяють *T. aethiopicum* з ряду інших тетраплоїдних видів, накладені на генотип видів *T. turgidum* і *T. durum*.

Сучасне порівняльне цитогенетичне дослідження 67 зразків ефіопської пшениці, зібраних експедицією Н.І. Вавилова в 1927р. і через 85 років, у 2012р. в тих же районах Ефіопії спільною російсько-ефіопською біологічною експедицією (СРЕБЕ /JERBE), показало, що пшениці з Еритреї найбільш відокремлені від популяції з центральних районів Ефіопії. Виявлено низький рівень поліморфізму ефіопської пшениці і переважання у неї одних і тих самих варіантів хромосомних перебудов, що свідчить про монофілетичне походження виду. Висловлено припущення, згідно якому вид *T. aethiopicum* міг дивергувати від ефіопської полби в процесі гібридизації з іншими видами пшениці, однак подальша еволюція цих культур проходила незалежно. Отримано свідчення участі ефіопської пшениці в формуванні генофонду унікальної марокканської групи *T. dicoccum* [19]. Можливо,

вона проникла в Африку з Передньої Азії, знайшовши в Ефіопії вторинний центр формоутворення. Наявність у *T. aethiopicum* ознак *T. aestivum*, *T. durum*, *T. turgidum* Н.І. Вавилов [1] розглядав як рису примітивності культури, хоча і дуже давньої.

Накопичена інформація про *T. aethiopicum* сприяє цілеспрямованому використанню його в селекційних та наукових програмах.

Література

1. Вавилов Н. И., Фортунатова О. К., Якубцинер М. М. и др. Пшеницы Абиссинии и их положение в общей системе пшениц (к познанию 28 хромосомной группы культурных пшениц). Л.: Издание ВИР, 1931. 236 с.
2. Гончаров Н.П. Сравнительное генетическое изучение тетраплоидных форм мягкой пшеницы без генома D // Генетика, 1997. Т. 33. Вып. 5. С. 660–552.
3. Гончаров Н. П., Коновалов А. А. Наследование глюкозофосфатизомеразы, остистости, опушения колоса и типа развития у *Aegilops speltoides* и *Aegilops aucheri* // Генетика, 1996. Т. 32. Вып. 5. С. 656–662.
4. Гончаров, Н.П., Митина, Р.Л., Анфилова Н.А. Наследование безостости у тетраплоидных видов пшениц // Генетика, 2003.Т. 39. Вып. 4. С. 463–466.
5. Гордеева Е.И. Генетическая регуляция фиолетовой окраски перикарпа мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Дисс...канд. биол. наук. Новосибирск: Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2015. 21 с.
6. Жуковский П.М. Мировой генофонд растений для селекции. Мегацентры и эндемичные микрогенцентры. Л.: Наука, 1970. 87 с.
7. Культурная флора СССР. Т. 1. Пшеница / В.Ф. Дорофеев, А.А. Филатенко, Э.Ф. Мигушова, Р.А. Удачин, М.М. Якубцинер. Под общ. рук. – вом акад. ВАСХНИЛ Д.Д. Брежнева. Ред. тома чл. кор. ВАСХНИЛ В.Ф. Дорофеев, канд. биол. наук О.Н. Коровина – Л.: «Колос», 1979. 348с.
8. Мак-Кей Дж. Род *Triticum* и его систематика // Вавиловское наследие в современной биологии. М., 1989. С. 170 – 185.
9. Митрофанова О.П., Хакимова А.Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне / Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016; 20(4): 545–554
10. Мурашев В.В., Морозова З.А. Особенности морфогенеза пшеницы эфиопской *Triticum aethiopicum* Jacubz. (1974) в ЦРНЗ России; секция *Dicoccoides*; 2n=28, геномы AuВ Научный альманах 2018 N 10–2(48) С 163–173.
11. Неуймин С.И., Темирбекова С.К., Неуймина Н.В., Кошелева Е.А. Внутривидовой полиморфизм подвидов пшеницы эфиопской *Triticum aethiopicum* Jakubz. Зерновое хозяйство России. 2010. № 6 (12). С. 59–62.
12. Пшеницы мира / Под ред. академика ВАСХНИЛ В.Ф. Дорофеева. Сост.: д.с-х.н. проф. Р.А. Удачин, Л.В. Семенова и др. Л., 1987. 560 с.
13. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Издательство «НАУКА», 1971. 358 с.
14. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (На заре земледелия). Л.: Колос, 1969. 480 с.
15. Терлецкая Н. В., Мамонов Л. К., и др. Цитокининоподобная активность суммарной фракции пептидов пшениц в условиях стресса // ВЕСТНИК ВГУ, СЕРИЯ: ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ФАРМАЦИЯ, 2012, № 2 С. 203–208.
16. Фляксбергер К.А. Пшеница – род *Triticum* L. pr.p. // Культурная флора СССР. Т. I. Хлебные злаки. Пшеница. М. – Л.: ГИЗ совхозной и колхозной лит-ры, 1935. С. 17 – 404.

17. Яковлев М., Николаенко Е.Н. Число сосудоволокнистых пучков в coleoptile как систематический признак // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. Т.27. вып. 4. С. 285–321.
18. Khanjari S., Filatenko A.A., Hammer K., Buerkert A. Morphological spike diversity of Omani wheat // Genet. Res. Crop Evol., 2008. Vol. 55. № 8. Pp. 1185–1195.
19. Badaeva E. D., Shishkina A. A., Goncharov N. P., et al. Evolution of *Triticum aethiopicum* Jakubz. from the Position of Chromosome Analysis // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol. 54, No. 6, pp. 629–642.
20. Bayush Tsegaye, Trygve Berg. Genetic erosion of Ethiopian tetraploid wheat landraces in Eastern Shewa, Central Ethiopia // Genetic Resources and Crop Evolution, 2007. Vol. 54. Issue 4. Pp. 715–726.
21. Belay G. and Merker A. Cytogenetic studies in Ethiopian landraces of tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.): 2. Spontaneous chromosome translocations and fertility // Hereditas, 1997. Vol. 126. № 1. Pp. 35–43.
22. Belay G. and Merker A. Cytogenetic analysis of a spontaneous 5B/6B translocation in tetraploid wheat landraces from Ethiopia, and implications for breeding // Plant Breed., 1998. Vol. 117. № 6. Pp. 537–542.
23. Belay G. and Merker A. C-band polymorphism and chromosomal rearrangements in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) landraces from Ethiopia // Wheat Inf. Serv., 1999. Vol. 88. Pp. 6–14.
24. Belay G., Tesemma T., Becker H.C., and Merker A. Variation and interrelationships of agronomic traits in Ethiopian tetraploid wheat landraces // Euphytica, 1993. Vol. 71. № 3. Pp. 181–188.
25. Dejene K. Mengistua, Afeworki Y. Kiros, Mario E. Pèb Phenotypic diversity in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) landraces Crop Science Society of China and Institute of Crop Science, CAAS. Production and hosting by Elsevier B.V. 3 (2015) 190 – 199 This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).
26. Eticha F., Belay G., and Bekele E. Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia // Genet. Res. Crop Evol., 2006. Vol. 53. №6. Pp. 387–393.
27. Faris H., Merker A., Harjit-Singh, et al. Multivariate analysis of diversity of tetraploid wheat germplasm from Ethiopia // Genet. Res. Crop Evol., 2006. Vol. 53. №6. Pp. 1089–1098.
28. Feldman M. Origin of cultivated wheat // The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding, Londres: Tec and Doc, 2001. Pp. 3–56.
29. Kawahara T. and Taketa S. Fixation of translocation 2A–4B infers the monophyletic origin of Ethiopian tetraploid wheat // Theor. Appl. Genet., 2000. Vol. 101. № 5–6. Pp. 705–710.
30. Klindworth D., Miller J., Jin Y., Xu S. Chromosomal of genes for stem rust resistance in monogenic lines derived from durumwheat accession ST464, Crop Sci. 47 (2007) Pp. 1012–1013.
31. Letta T., Gezu G., Kudryavtsev A., et al. Genetic diversity of Ethiopian durum wheat varieties based on gliadin alleles [*Triticum durum* Desf.] // J. Genet. Breed., 2005. Vol. 59. Pp. 277–284.
32. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., et al. Catalogue of Gene Symbols for Wheat // The 12th Intern. Wheat Genetics Symp., September 8–13, 2013. Japan: Yokohama, 2013. 395 p.
33. Percival J. The wheat plant. Duckworth, London, 1921. 463 p.

34. Teklu Y. and Hammer K. Farmers' perception and genetic erosion of tetraploid wheats landraces in Ethiopia // Genet. Res. Crop Evol., 2006. Vol. 53, № 6. Pp. 1099–1113.
35. Teklu Y., Hammer K., and Röder M.S. Simple sequence repeats marker polymorphism in emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): analysis of genetic diversity and differentiation // Genet. Res. Crop Evol., 2007. Vol. 54. № 3. Pp. 543–554.
36. Teklu Y., Hammer K., Huang X.Q., and Röder M.S. Analysis of microsatellite diversity in Ethiopian tetraploid wheat landraces // Genet. Res. Crop Evol., 2006. Vol. 53. № 6. Pp. 1115–1126.
37. Terletska N. V. Khailenko N. A. Osmotic Stress Effect on Different Cytological Characters of Roots and Growth Parameters in Different Wheat Species Annual Research & Review in Biology 2015 5(4): Pp. 347–356
38. Tsegaye B. and Berg T. Genetic erosion of Ethiopian tetraploid wheat landraces in Eastern Shewa, Central Ethiopia // Genet. Res. Crop Evol., 2007. Vol. 54, №4. Pp. 715–726.
39. Watkins A.E. The wheat species: a critique // J. Genet., 1930. Vol. 23. Pp. 173–263.
40. Zeven A.C. Wheats with purple and blue grains // Euphytica, 1991. Vol. 56. №3. Pp. 243–258.

АДАПТИВНІ СОРТИ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

**Ю. Ф. Терещенко¹, С. О. Третякова¹, В. С. Кравченко¹,
В. О. Приходько¹, О. Л. Уліч², М. О. Вакуленко³**

¹Уманський національний університет садівництва

²Благовіщенська СДС

³Верхняцька селекційно-дослідна станція

1. Житниця одеська, сорт Селекційно-генетичного Інституту – національного центру насінництва і сортовивчення, м. Одеса.

Перше місце за рівнем урожайності у державному сортовипробуванні 83,0–129,0 ц/га та Верхняцькій дослідно-селекційній станції в 2018 р. – 83,0 ц/га забезпечила за рахунок великого добре озерненого колосу (56–68 шт.), синхронної високої кушистості (8–9), крупних зернівок (маса понад 40 мг, довжина 7,3–8,5 мм, ширина 3,4–3,6 і товщина 3,3–3,8 мм), стійкості до вилягання, обсіпання та проростання при перестой (період спокою 45–90 діб), морозо- зимостійкості і посухо- жаростійкості (по 9 б.), до іржі бурої, піренофорозу і борошнистої роси (по 7–8 б.), іржі жовтої, стеблової, сажкових хвороб (по 6–7 б.), фузаріозу колоса (5–6 б.), грибкових інфекцій, до підвищеної кислотності і до засолення ґрунту. Короткостебла (82–92 см), високоінтенсивна, соломину товста і пружна, утримує колос майже прямостоячим. Різновидність еритроспермум, кущ прямостоячий прапорцевий листок темно-зеленого кольору, еректоїдний, колос веретеноподібний, середньої щільності, колоскові луски слабо опушені, кіль добре помітний. За якістю зерна сильна (білка 13,6–14,2%, клейковини 32–36%, сила борошна 340–380 од. а., загальна оцінка хліба 4,6–5,0 б.). Має підвищену адаптивність і стабільність якості й продуктивності на високих агрофонах середніх та низьких. Районована для ПЛС Україна з 2014 р. Оригігатор реалізує еліту по 780 ц/га (16, 21).

2. **Оксал**, виведена у Швейцарії, генетичний потенціал 272 ц/га (отримано в Польщі), а в господарствах у 2018 р. на площах майже 80 га Бершадського, Вінницької (с. Велика Киріївка, керівник Загоруйко А. Г.) та Уманського Черкаської обл. (с. Кочубіївка, агрофірма «Базис», керівник Осадчий В. О.) на рівні понад 80 ц/га. Вперше в історії селекції має безостий колос без остюковидних придатків на квіткових і колоскових лусках. Різновидність лютеценс. Колос веретеноподібний, звисаючий, має по 20 колосків, у яких по 4–5 зерен у кожному і до 100 в колосі. Маса зернівки понад 40 мг, за якістю сильна. Кущ прямостоячий. Високоінтенсивна, адаптивність висока. За дотримання інтенсивних технологій продуктивність і якість стабільні. Стійкість і толерантність до стресових факторів, чинників та шкочинних організмів підвищенні (8, 13).

Нею зацікавилися і під урожай 2019 року посіяли в Маньківській державній сортовипробувальній та Верхняцькій селекційно-дослідній станціях, у дослідному полі Уманського НУС, у деяких фірмах і фермерських господарствах Уманського й сусідніх районів.

3. **Златоглава**, Луганського Інституту селекції і технологій, зареєстрована для ПЛС з 2010р., різновидність еритроспермум. Адаптивний потенціал, морозозимостійкість і посухо-жаростійкість підвищені, середньорання, високоінтенсивна, сильна, середня урожайність за 2016, 2017 і 2018 рр. у Благовіщенській філії ДП «Центр сертифікації та експертизи насіння й садивного матеріалу» (с. Новоселиця) 53,3 ц/га. Стабільність, стійкість і толерантність до стресів та шкочинних організмів підвищенні.

4. **Наснага**, Одеського СГІ, зареєстрована для ЛС з 2014 р. Морозозимостійкість високі, посухо-жаростійкість середні, середньорання, напівкарликова, висота 60–70 см, високоінтенсивна, різновидність еритроспермум, середня урожайність за 3 роки у Благовіщенській сортодослідній станції 53,2 ц/га, за якістю сильна. Адаптивність, стійкість і толерантність до стресових явищ та шкочинних організмів високі.

5. **Сотниця**, Одеського СГІ, зареєстрована для ПЛС з 2012 р., короткостебла, адаптивність висока, морозозимостійкість середня і вища за середню, посухо-жаростійкість високі, стійка до стресових явищ та шкочинних організмів, високоінтенсивна, урожайність у Благовіщенській державній СДС в середньому за три роки 52,8 ц/га, за якістю сильна.

6. **Смуглянка**, Інститут Фізіології та генетики, зареєстрована для ПЛС з 2004 р., середньорання, короткостебла, високоінтенсивна, різновидність еритроспермум, морозозимостійкість середня і вища за середню, посухо-жаростійкість, адаптивність, стабільність і толерантність до стресових явищ, чинників та шкочинних організмів підвищені. Середня урожайність за три роки сортовипробування у с. Новоселиця 52,4 ц/га, за якістю зерна сильна.

7. **Щедрість одеська**, сорт СГІ, зареєстрована з 2014 р., добре адаптується до умов довкілля, морозозимостійкість і посухо-жаростійкість високі, толерантна до стресових явищ і чинників, спроможна формувати високу та стабільну урожайність, короткостебла, високоінтенсивна, середньорання, середня урожайність за три роки в с. Новоселиця 52,3 ц/га і у Верхняцькій селекційно-дослідній станції в 2018 р. 72,5 ц/га, за якістю цінна.

8. **Металіст**, Луганський Інститут Селекції і технологій, зареєстрована для Степу з 2014 р., короткостебла, інтенсивна, середньорання, морозозимостійкість і посухо-жаростійкість вищі за середні. В сортодослідній станції с. Новоселиця середня урожайність за три роки 52,1 ц/га, за якістю цінна.

9. **Балатон**, зареєстрована для ПЛ з 2014 р., короткостебла, середньорання, добре адаптується, у сортовивченні в с. Новоселиця морозо- зимостійкість і посухо- жаростійкість високі, в середньому за три роки урожайність 52,0 ц/га, за якістю зерна цінна.

10. **Кірена**, науково-виробничої фірми «Дріада», зареєстрована для ЛС з 2010 р., короткостебла, інтенсивна, різновидність еритроспермум, середньорання, морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні, має стабільну адаптивність і толерантність до стресів та шкочинних організмів, урожайність в с. Новоселиця за три роки в середньому 51,7 ц/га, за якістю сильна.

11. **Турі**, сорт ТОВ «Сади України», зареєстрована для ПЛС з 2015 р., середньорання, короткостебла, інтенсивна, морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні. Добре адаптується до ґрунтового-кліматичних умов і агротехнологічних умов, відзначається стабільністю, стійкістю, продуктивністю, толерантністю до стресових явищ, негативних чинників та шкочинних організмів, середня урожайність за три роки у сортодослідній станції с. Новоселиця 51,2 ц/га, за якістю цінна. Одна з найкращих для південних областей України (4, 8, 13).

12. **Лимарівна**, Інституту фізіології і генетики, зареєстрована для ПЛС з 2011 р., морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні, адаптивність і толерантність до стресових чинників і шкочинних організмів високі, середньорання, інтенсивна, різновидність еритроспермум, середня урожайність за три роки випробування в с. Новоселиця 51,2 ц/га, за якістю екстрасильна.

13. **Марія**, зареєстрована для Степу з 2013 р. середньорання, короткостебла, високоінтенсивна, морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні, адаптивність, стійкість, стабільність і толерантність до шкочинних чинників високі, середня за три роки врожайність у с. Новоселиця 50,9 ц/га, за якістю сильна.

14. **Тронка**, зареєстрована для ЛС у 2005 р., середньорання, різновидність еритроспермум, короткостебла, інтенсивна, морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні, адаптивність, стійкість і толерантність до шкочинних чинників і стресових явищ високі, врожайність у с. Новоселиця в середньому за три роки 49,3 ц/га, за якістю сильна.

15. **Подольанка**, Інституту фізіології і генетики, зареєстрована для ПЛС з 2003 р., національний стандарт, середньорання, різновидність лютеценс, інтенсивна, морозо- зимостійкість та посухо- жаростійкість вищі за середні, стійка до вилягання і осипання, адаптивність, стабільність і толерантність до стресових явищ, чинників і шкочинних організмів високі. Середня урожайність за три роки у с. Новоселиця 48,0 ц/га, а в 2018 р. у Верхняцькій селекційно-дослідній станції 66,7 ц/га, за якістю сильна (7, 14).

16. **Ліра одеська**, сорт СГІ, зареєстрована для ПЛС у 2013 р. середньорання, різновидність еритроспермум, інтенсивна, морозо- зимостійкість підвищені, посухо- жаростійкість вищі за середні, адаптивність, толерантність до стресів, негативних чинників та шкочинних організмів високі. Стійка до вилягання, обсіпання і проростання зерна в колосі. У сортодослідній станції с. Новоселиця середня урожайність за три роки 47,2 ц/га, у Верхняцькій селекційно-дослідній станції у 2018 році 78,6 ц/га, за якістю зерна сильна.

17. **НС-40С**, сорт сербської селекції, у 2018 році урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції 79,0 ц/га, що на 12,3 ц/га більше від стандарту (Подольанки). Короткостебла, високоінтенсивна, відрізняється високою

адаптивністю, стійкістю до стресів і толерантністю до шкочочинних організмів.

18. **Журавка одеська**, сорт СГІ, короткостебла, високоінтенсивна, урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції 78,7 ц/га.

19. **Безоста-100**, селекції «Агро-Інтер», різновидність лютесценс, середньорання, короткостебла, високоінтенсивна, сильна. Урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції в 2018 р. 77,5 ц/га.

20. **Світанок миронівський**, Миронівської селекції, короткостебла, високоінтенсивна, середньорання. Урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції в 2018 р. 76,3 ц/га.

21. **Ветеран**, сорт СГІ, напівкарликова, висота рослин 60–70 см, високоінтенсивна, середньорання, адаптивність і толерантність до стресових явищ і шкочочинних організмів високі, урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції у 2018 році 76,0 ц/га.

22. **Дума одеська**, сорт СГІ, короткостебла, високоінтенсивна, середньорання, урожайність у Верхняцькій селекційно-дослідній станції в 2018 році 75,5 ц/га.

Необхідно творчо виявити переваги їх в конкретних агроекологічних умовах районів і господарств і якнайшвидше впровадити кращі з них методами прискореного розмноження Миронівського Інституту пшениці ім. В. М. Ремесла.

Сорти не адаптовані до агроекологічних умов підзони переходу Лісостепу в Степ з середньою морозо- зимостійкістю, які в деякі роки сортовипробування значно зріджувалися і сорти з середньою посухо- жаростійкістю **Гурт**, ПЛС, 2013; **Віген**, ЛС, 2014; **Мідас**, ПЛ, 2014, **Відрада**, ПЛС, 2010; **Обряд**, С, 2014; **Магістраль**, ПЛС, 2014; **Монтрей**, ПЛ, 2014; **Селевіга**, ЛС, 2014; **Сториця**, ЛС, 2015, які істотно знижували врожайність, підлягали насіву або пересіву, особливо за пізнього відновлення вегетації весною сіяти ризиковано.

Література

1. Артюх О. Д. Урожайність озимой пшеницы в роки з посушливою осінню / О. Д. Артюх // Вісник аграрної науки. – 1995. – № 7. – С. 39–42.
2. Білоножко М. А. Озима пшениця / Білоножко М. А. // Рослинництво / за ред. О. І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта. – 2003. – С. 183–209.
3. Бомба М. Я. Озимі для достатку / М. Я. Бомба, В. В. Лихочвор // Сільські обрії. – 1996. – № 7–9. – С. 31–34.
4. Бондаренко В. І. Реакция интенсивных сортов на сроки сева и нормы высева / Бондаренко В. І., Сокоделов С. С., Романенко А. А. // Зерновое хозяйство. – 1986. – № 7. – С. 30.
5. Влох В. Г., Дубковецкий С. В., Кияк Г. С., Онищук Д. М. Рослинництво. – К.: Вища школа, 2005. – С. 382.
6. Войсковой А. І. Урожайность в государственном сортоиспытании и посевные площади сортов озимой пшеницы в производстве / А. І. Войсковой, Ф. І. Бобрышев, В. В. Дубина // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 2–3.
7. Волкодав В. В. Сортозаміна. Що гальмує освоєння на українських полях нових сортів і гібридів / А. А. Клочко, О. А. Сливченко та ін. // Насінництво. – 2004. – № 3. – С. 1–3.
8. Гостюхин В. Л. Строки сева и нормы высева семян озимой пшеницы / В. Л. Гостюхин // Аграрная наука. – 2001. – № 8. – С. 13–17.
9. Григорюк І. П. Біоенергетичні аспекти стійкості рослин до посухи / Григорюк І. П., Михальський М. Ф., Серга О. І. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – № 6. – С. 494–504.

10. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. Адаптивні системи землеробства. // Агробіологічна оцінка сільськогосподарських культур – К.: Центр учбової літератури, 2007. – С. 100–101.
11. Дореча О. А. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур / Дореча О. А., Майстер А. А., Годованій А. О. // Житомир: Полісся, 2005. – 189 с.
12. Зінченко О. І. Рослинництво / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001–2002. – 591 с.
13. Зінченко О. І. Строк сівби і норма висіву як фактори продуктивності різних сортів озимої пшениці (аналітичний огляд) / О. І. Зінченко, С. О. Третякова // Вісник БДАУ. – Біла Церква, 2007. – Вип. №46. – С. 5–8.
14. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік: Держслужба з охорони прав на сорти рослин. – Київ. – 2016. – 262 с.
15. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік: Державна служба з охорони прав на сорти рослин. – Київ. – 2015. – 262 с.
16. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2007 рік: Держслужба з охорони прав на сорти рослин. – Київ. – 2007. – 262 с.
17. Лихочвор В. В., Зерно-виробництво / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук. – Львів. – 2008. – 624 с.
18. Моргун В. В. Зимо- и морозостойкость современных сортов озимой пшеницы / В. В. Моргун // Физиология и биохимия культурных растений. – 2000. – Т. 32, № 4. – С. 255–260.
19. Моргун В. В. Озима пшениця. Селекція / В. В. Моргун, В. І. Дубовий, В. В. Шелепов // Насінництво. – 2004. – № 5. – С. 1–5.
20. Терещенко Ю. Ф. Наукове обґрунтування формування продуктивності, якостей продовольчого зерна та насіння озимої пшениці в південній частині правобережного Лісостепу: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. докт. с.-г. наук: спец. 06.01.09 / Терещенко Ю. Ф.; НАУ. – К., 1999. – 46 с.
21. Уліч О. Л. Зимостійкість озимої пшениці залежно від сорту, попередника, удобрення і строку сівби / О. Л. Уліч, Ю. Ф. Терещенко // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. – Умань, 2005. – Вип. 61. – С. 265–272.

РОСТ ЛИСТЬЕВ РАЗНЫХ СОРТОВ ГРУШИ ПРИ ДЕЙСТВИИ БАВ

Н.В. Титова

Институт генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы

Регуляция ответственных периодов онтогенеза растительного организма и реализация его потенциальных возможностей является одним из важнейших направлений исследований в физиологии растений. Особенно важны при этом биорегуляторы натурального происхождения, необходимые для выбора путей оптимизации фотосинтетической деятельности, повышающие урожайность и устойчивость растений [1]. Такие исследования с целью поиска нанотехнических приёмов регуляции основополагающих процессов жизнедеятельности растений (роста листьев и побегов, фотосинтеза, транспирации, синтеза ассимиляционных пигментов) как основы получения урожая высокого качества у разных сортов груши представляют интерес в теоретическом и практическом плане.

Нами на протяжении нескольких лет на растениях груши проводилось изучение влияния гликозидных соединений, выделенных в нашем Институте из растений *Linaria vulgaris* Mill. и *Verbascum densiflorum bertol*. Выявлена высокая отзывчивость груши на обработку этими препаратами: стимулирование роста, метаболизма, фотосинтеза и дыхания [2]. Изучение влияния биологически активного соединения Вербаскозида на фотосинтетическую деятельность плодоносящих растений груши показало, что одним из путей оптимизации жизнедеятельности растений груши является применение обработки этим препаратом как важного и перспективного в повышении продуктивности и урожайности.

Исследования в этом плане продолжены с биопрепаратом Реглалг, выделенным из биомассы водоросли рода *Spirogira* [3] и проявившим себя как стимулятор роста и развития однолетних растений [4]. Действие Реглалга на плодовых растениях практически не изучено. Задачей настоящей работы было изучение особенностей ростовых процессов листового аппарата у разных сортов груши, обработанных Вербаскозидом и Реглалгом.

Исследования проводили с 6–7 летними деревьями поздних сортов груши Ноябрьская и Выставочная. После цветения растения были обработаны 0,05% водным раствором препарата Реглалг и 0,01% раствором Вербаскозида, контрольные – водой. Через 2 недели после опрыскивания и далее в течение вегетации определяли морфологические параметры листьев, рассчитывали листовой индекс, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза [5]. Данные статистически обработаны в программе Excel.

Действие Вербаскозида и Реглалга наиболее значительно проявляется в период активного роста побегов и разворачивания листовой поверхности в июне, начала закладки и роста плодов в июле – августе. Динамика роста листьев у обоих сортов и у разных вариантов однотипна. Выявлены генетические особенности изучаемых сортов груши: масса листа у сорта Выставочная значительно превышает массу у сорта Ноябрьская. По массе листа у сорта Выставочная стимулирующее влияние БАВ, в частности Реглалга, проявляется сильнее, чем у Ноябрьской. Действие БАВ в начале вегетации проявилось более четко, далее различия между вариантами менее выражены. На рис.1 приведены средние значения сухой массы листьев в течение всего вегетационного сезона.

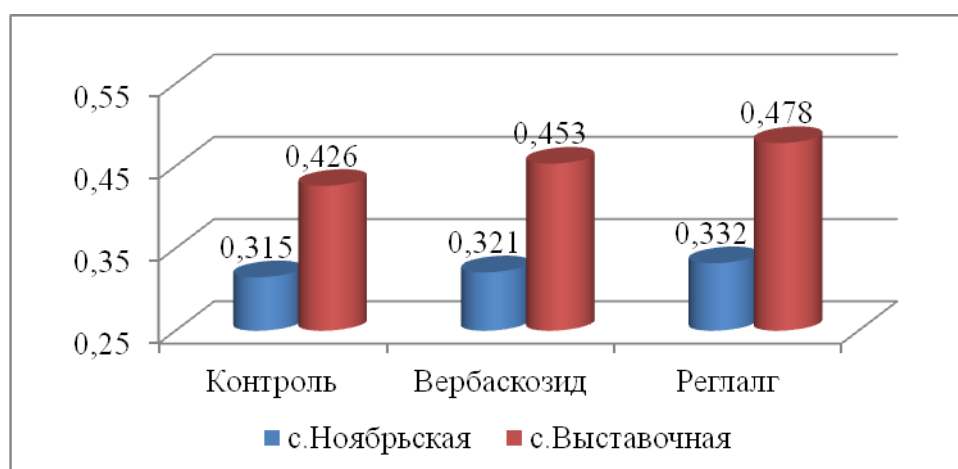


Рис. 1 Влияние БАВ на массу листа растений груши (средние значения сухой массы за вегетацию), г.

Анализ полученных данных показал, что под влиянием БАВ в течение 10–12 дней после опрыскивания увеличивается отношение сухой массы листьев к сырой на 5% при использовании Вербаскозида и на 8% с Реглалгом. Это, как известно, свидетельствует об оптимальном соотношении фитогормонов во всем растении и характеризует физиологическое состояние растений.

По площади листа зависимость та же, что и по массе. Нарастание листовой поверхности у опытных растений происходит значительно интенсивнее, чем в контроле, и значения листового индекса у них в 1,2 – 1,3 раза превышают контроль. У сорта Ноябрьская исследуемые биорегуляторы повышали площадь листа, как и массу, в начале вегетации. Далее значительных отличий между вариантами нет. У сорта Выставочная стимулирующее влияние БАВ на размеры листьев проявляется сильнее, чем у сорта Ноябрьская, практически на протяжении всей вегетации. Средняя площадь листа под влиянием Реглалга выше, чем у других вариантов. Сравнение средних значений площади листа также характеризует особенности генотипа груши: как и по массе, листья груши сорта Выставочная превышают по площади листья сорта Ноябрьская в среднем на 15% (табл. 1).

1. Средняя площадь листа разных вариантов растений груши, см²

Сорт	Сорт Ноябрьская			Сорт Выставочная		
Вариант	Контроль	Вербас- козид	Реглалг	Контроль	Вербас- козид	Реглалг
Площадь листа, см ²	27,2 ± 1,36	28,04 ± 1,42	29,68 ± 1,50	32,2 ± 1,61	33,53 ± 2,01	34,3 ± 1,66

По значениям удельной поверхностной плотности листьев (УППЛ), отражающей их структурные особенности, значительных различий между вариантами у сорта Ноябрьская не обнаружено, тогда как у сорта Выставочная листья контрольных растений в течение всей вегетации уступали листьям растений, опрыснутых биопрепаратом Реглалг.

Что касается побегов, то их количество у растений груши обоих сортов, обработанных БАВ, превышает контроль в среднем на 8 – 10%. Так, сухая масса листьев на побеге груши сорта Выставочная в контроле составляла в среднем 7,52 г и в вариантах с Вербаскозидом и Реглалгом 12,25 и 12,47 г соответственно. Площадь листьев на 1 дереве при обработке Вербаскозидом и Реглалгом у сорта Ноябрьская превышала контроль на 12,7% и 19,2%, у сорта Выставочная – на 27,3% и 39,6% соответственно.

Особенности разветвления листовой поверхности и структурные характеристики листьев у опытных растений в значительной степени определяли величины листового индекса, фотосинтетического потенциала, нетто-ассимиляции (табл.2) и в конечном итоге продуктивности растений.

2. Изменение чистой продуктивности фотосинтеза листьев растений груши под влиянием БАВ за период вегетации 29 мая – 21 сентября 2017 г. (мг·дм⁻²·сут⁻¹)

Сорт	Сорт Ноябрьская			Сорт Выставочная		
Вариант	Контроль	Вербас- козид	Реглалг	Контроль	Вербас- козид	Реглалг
ЧПФ, мг·дм ⁻² ·сут ⁻¹	2,35 ± 0,12	3,08 ± 0,15	3,75 ± 0,19	3,46 ± 0,16	4,19 ± 0,22	4,44 ± 0,22

Проведенные исследования показали высокую отзывчивость растений груши на экзогенное воздействие натурального препарата Реглалг и его стимулирующий эффект на рост ассимиляционной поверхности (массу и площадь, удельную поверхностную поверхность и чистую продуктивность фотосинтеза) разных сортов молодых плодоносящих деревьев груши. Применение такой обработки может быть перспективным биотехнологическим методом, способствующим более полной реализации потенциальной продуктивности и урожайности растений груши.

Литература

1. Шевелуха В.Г. Современные проблемы гормональной регуляции живых систем и организмов. // Регуляция роста и развития растений. М., 1997, с. 3–4.
2. Титова Н.В. Реакция разных сортов груши на обработку натуральными биорегуляторами. // Материалы Всеукр. н. – практ. конференции «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі», Умань, 2018, с. 176–178.
3. The Certification AA No.0448 for utilization in the Republic of Moldova agriculture of the stimulator of growth *Reglalg1*, The State Center for Certification of Chemical and Biological Means of Plant Protection and Growth Regulators, 12 February 2003.
4. Dascalu A., Voineac V., Ralea T. Native substances in plant protection. // Bul. AȘM, Științele vieții, 2006, Nr.3 (300), p.46–51.
5. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.Л. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд. АН СССР, 1961, 133 с.

СВІТОВІ ДОСЯГНЕННЯ У СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ З ТРОЯНДАМИ

О. А. Українець, В. В. Поліщук

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Троянда (рід *Rosa L.*) – одна з найдавніших і найпоширеніших декоративних рослин, яка завдяки своєму поліфункціональному значенню використовується в різноманітних галузях промисловості та декоративному садівництві.

Вчені вважають, що становлення троянди, як культури, відбулося в Центральній Азії і її вік становить від 60 до 70 мільйонів років – період відомий як епоха еоцена. Вона поступово поширилася по всій північній кулі. Понад 5000 років тому троянда високо цінувалися і культивувалася єгиптянами, китайцями, греками і римлянами. Місіонери завезли китайські троянди в Європу у XIV столітті [10].

Перші згадки про троянди на території України трактуються ще у XVIII століття. З XIX століття культура троянд набула значних масштабів в Україні [4]. Було проведено величезну кількість досліджень видів і сортів роду *Rosa L.* за різними напрямками, при цьому слід зазначити, що доробки вітчизняних вчених у становлення та розвиток досліджень є вагомим.

Літературні джерела з історії розвитку роду *Rosa L.* стосуються головним чином світового контексту – історії культури, класифікації і селекції. Рід *Rosa* складається з близько 200 видів і тисячі сортів. Лише 11 з 200 видів троянд сприяли виникненню сучасних сортів [6].

Генетичну основу сучасних сортів троянд було розроблено завдяки гібридизації серед китайських, європейських і середньо-східних троянд. Ці рослини є найдавнішими і високоцінними декоративними рослинами [8]. При генетичних

дослідженнях вченні відмічають, що знаходять однакові етапи розвитку в межах одного роду від цілком диких видів і ранніх культурних форм, до найбільш розвинених сучасних садових форм. Усі форми були штучно створені зусиллями багатьох вчених.

Головні досягнення в селекції троянд стосувалися ремонтантності, морфологічних особливостей квітки і рослини вцілому. Одна з найдавніших декоративних ознак квітки – махровість, тобто збільшення кількості пелюсток. У троянд – результат перетворення тичинок на пелюстку [6]. Махрові форми троянд мають два джерела походження: європейський та східний (китайський).

Гербарії XVI ст. свідчать про наявність на той час чотирьох махрових видів і форм: *R. Gallica* var. *officinalis*, *R. alba* var. *semplena*, *R. Damascene* var. *trigintipetala*, *R. centifolia* L. Ці види і форми відносять до садової групи старовинних європейських троянд [8].

Нині у селекції троянд різних груп існують певні вимоги. Для груп флорибунда, поліантових і плетистих велика увага приділяється виведенню сортів з рясним і яскравим цвітінням, а велика махровість квітки в цих групах не є обов'язковою умовою [2]. Серед цих троянд є цінні сорти з немахровими і напівмахровими квітками, такі, як *Orleans Rose*, *Kirsten Poulsen*, *Elsa Poulsen*. У чайно-гібридних троянд, які характеризуються високими вимогами до форми куща, велике значення приділяється окрасі квітки, у тому числі махровим формам.

Крім махровості до морфологічних ознак квітки відносяться такі показники як колір і форма квітки. Квітки старовинних європейських троянд мали плескату форму [5]. Тільки на початку XX ст. значно покращилась форма квітки. Гарні квітки з видовженими бутонами – наслідок схрещування китайських троянд *Hume's Blush Tea-scented China* та *Park's Yellow Tea-scented China* з європейськими. І такі форми сортів почали називати чайно-гібридними. Першим сортом чайно-гібридних троянд – сорт *La France*, виведений у 1867 р.

Квітки старовинних сортів мали світло-рожеве, біле, червоне і пурпурове забарвлення [5]. Завдяки селекційній роботі було виведено сорти забарвлення квіток яких не мали дикі види: бузкове – сорт *Veilchenblau*, коралове – сорт *Super Star*, зелене – сорт *Green Ice*, яскраво-жовте – сорт *Soleil D'Or* та інші.

При селекційних дослідженнях було відмічено, що забарвлення квітки не однаково передається насіннєвому потомству. Червоне забарвлення, як правило, успадковується стійкіше в порівнянні з білим і жовтим [6]. У потомства від схрещування червоних троянд з жовтими і білими квіти зазвичай бувають червоними або рожевими. Підтвердженням цьому можуть бути схрещування: *Miranda* x *Caledonia*; *Miranda* x *Gloria Dei* та інші.

Деякі селекціонери стверджують, що від сортів троянди, які мають певне забарвлення квітки у вигляді незначних плям, можливо шляхом гібридизації отримати сорти з пелюстками, які забарвлені в колір цих плям.

Переважає більшість троянд, як сучасних форм так і старовинних, мають життєву форму куща. При довгому і кропіткому селекційному процесі троянди було отримано різноманітні форми рослин [1]. Так при інтродукції та використанні у селекції східноазійських троянд з довгими пагонами *R. multiflora* та *R. wichuraiana* Crep., які були інтродуковані до Європи в 1868 р. і 1891 р. відповідно, було одержано виткі троянди.

Мініатюрні троянди з'явилися в Європі у першій половині XIX ст. Родоначальником групи мініатюрних троянд, вважають інтродуковану у 1920 р. до Швейцарії *R. chinensis* var. *minima* під назвою *Rouletii*, яка була створена невідомим китайським селекціонером до 1810 р [1].

З часом селекціонери створили ґрунтопокривні сорти, зокрема, у 1919 р. – сорт *Max Graf*. Селекційна робота з цією групою сортів велась досить повільно і тільки у 60-х роках селекціонери одержали дійсно ґрунтопокривні троянди зі сланкими стеблами [8]. У 70–80 рр. ХХ ст. було виведено ґрунтопокривні троянди нового покоління, цвітіння яких тривало з початку літа до осені. У селекції ґрунтопокривних троянд використано *Rosa wichuraiana*.

Впродовж всього селекційного періоду роботу над трояндами було спрямована головним чином на удосконалення морфологічних ознак рослини: якість куща, квітки, тощо. Форма суцвіття троянд також зазнала змін унаслідок селекції. У більшості видів та сортів троянд квітки зібрані у суцвіття типу щиток [2]. Останнім часом виведено сорти з формою суцвіття китиця (конічна, циліндрична, щиткоподібна).

Крім декоративних властивостей все більша увага приділяється біологічним особливостям: зимостійкості, посухостійкості, стійкості до шкідників та хвороб. Велика кількість сортів культурних рослин, стійкі, в первинних центрах походження, до окремих захворювань, при інтродукції їх в країни, з іншими кліматичними умовами, рослини схильні уражуватися цими захворюваннями [3].

У результаті досліджень З.К. Клименко було досліджено донори стійкості до грибкових захворювань (борошнистої роси та іржі). Ними є середньоазіатський вид *R. fedtschenkoana* і сорти з п'яти садових груп троянд: *Dortmund* з групи троянд Кордеса, *Kordes Sondermeldung* з групи флорибунда, *Golden Masterpiece*, *Spek's Yellow* з чайно-гібридної групи, *Frühlingsgold* з паркової групи [3].

Більшість садових троянд є теплолюбними рослинами. Культурні троянди без укриття на зиму можна вирощувати лише в південних районах Європи, де зими короткі і морози не перевищують 12–14°C. За вкривання садових троянд на зиму їх культура можлива і в тих районах, де короткочасні морози сягають 30–35°C. Так на початку інтродукції ремонтантних троянд в Україну вчені зіткнулись з недостатньою зимостійкістю. В 50-х роках ХХ ст. дослідники С.М. Приходько, та Л.П. Лемпіцький дослідили про необхідність не тільки зимового укриття троянд, але й підбору відповідного сортименту. У результаті досліджень було виділено сорти, які можуть зимувати без укриття, а також ті, що задовільно зимують під укриттям [7].

Властивість ремонтантності притаманна більшості сучасним сортам троянд. Ремонтантність сучасних сортів троянд – результат інтродукції європейських та азійських видів і форм та селекційної роботи з ними [9].

Певним прогресом у селекції троянд було створення на початку ХІХ століття ремонтантних троянд, які відрізнялись від попередніх груп повторним цвітінням [2]. Наприкінці ХІХ ст. було виведено близько 4000 сортів ремонтантних троянд, які витіснили більш старі групи. Серед сучасного 30-тисячного сортименту троянд приблизно 75% – нащадки ремонтантних «*Autumn Damask*» та *Rosa chinensis Jacq.*

Селекціонерами виведено цілу низку нових сортів, що об'єднують такі групи, як чайно-гібридні, флорибунда, грандіфлора, патіо, мініатюрні, поліантові, виткі, ґрунтопокривні та англійські, які розквітають пізніше, але квітують до самих заморозків [9].

Отже, з селекційної точки зору сучасні троянди – культивний комплекс, генотип якого було ускладнено впродовж багатовікової культури. У селекції троянд перш за все потрібно змодельовати майбутню гібридну форму ґрунтуючись на інтродукцію і селекційну історію рослини. При цьому необхідно постійно проводити пошук нових шляхів і можливостей створення генотипів троянд, як класичними методами, так і за допомогою новітніх біотехнологічних методів, для

того щоб зменшити період створення нових стійких високодекоративних форм троянд.

Література

1. Башмакова Е.Ю., Бугара А.М., Назаренко Л.Г. Цитогенетические исследования некоторых сортов и гибридов эфиромасличной розы. Труды Института эфиромасличных и лекарственных растений. 1998. Т. 24. С. 73 – 83.
2. Зыков К.И. Клименко З.К. Генетические аспекты селекции садовых роз. Генетика. 1993. Т. 29. № 1. С. 68–76.
3. Клименко З.К. Віддалена гібридизація у вітчизняній селекції садових троянд на імунітет до грибкових захворювань. Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». 2009. Т. 22 (61). №3. С.52 – 56.
4. Номеров Б.О. Селекция роз: Сводный темплан выпуска с. – х. литературы на 1968 г. № 114: Издательство МГУ. Москва, 1968. С. 135
5. Павлина К.І. Біоморфологічні особливості *Rosa canina* L. у популяціях Закарпатської області. Український ботанічний журнал. 1989. С.7–16.
6. Поліщук В.В., Балабак А.Ф., Варлащенко Л.Г. Використання видів *Rosa* L. при створенні об'ємно-просторової композиції малого саду. Тези Всеукр. наук. – практ. конф. «Перспективи розвитку лісового і садово-паркового господарства». Умань, УНУС, 2015. С. 155–157.
7. Приходько С.Н. О некоторых показателях зимостойкости роз. Акклиматизация растений. 1953. Т.2. С. 146 – 148.
8. Рубцова О.Л. Рід *Rosa* L. в Україні: генофонд, історія, напрями досліджень, досягнення та перспективи. К.: Фенікс, 2009. С. 375.
9. Рубцова О.Л. Історія дослідження зимостійкості троянд в Україні. Історія української науки на межі тисячоліть. 2007. Вип. 29. С. 196 – 204.
10. Canli F.A., Kazaz S. Biotechnology of roses: progress and future prospects. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 2009. Seri. A. P. 167–183.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК – ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Т.П. Федулова

ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свёклы и сахара
имени А.Л. Мазлумова»

В последние годы всё больше молекулярных маркеров внедряется в селекционный процесс, а маркер-ассоциированная селекция (MAS) становится дополнительным инструментом в селекционных программах (Корниенко, Буторина, 2012). Маркер-вспомогательная селекция основана на использовании современных молекулярно-генетических методов, позволяющих изучать и идентифицировать гены или локусы, отвечающие за тот или иной фенотипический признак, и, на основании этого, разрабатывать молекулярные маркеры, применение которых является максимально эффективным, если речь идёт о моногенном признаке. Косвенный отбор на основе методов молекулярного генотипирования делает возможным детектирование желаемых аллелей и гаплотипов уже на ранних

стадия развития растения, что существенно сокращает и упрощает селекционный процесс. Использование кодоминантной маркерной системы позволяет MAS-селекции исключать из селекционного процесса этап тестирования гибридного потомства для отбора генотипов, несущих искомые рецессивные аллели. Методы молекулярного маркирования открывают широкие возможности для идентификации селекционных материалов сахарной свеклы, что позволяет решать проблему недостатка морфологических маркеров. Методами ДНК-генотипирования (RELP, SSR, RAPD) проведены работы по созданию генетической карты генома сахарной свеклы (Barzen et al., 1995; Shondelmaier, Steinrucken, Jung, 1996), исследованию полиморфизма видов рода *Beta* (Шаюк, 2003), идентификации гиногенетических линий (Свирщевская, Милько, Кильчевский, 2011). Однако до настоящего времени остаются неясными основные механизмы становления такого полигенного количественного признака, как продуктивность (Титок, 2008). Одним из возможных путей в решении этой проблемы является анализ связей между молекулярно-генетическими особенностями и хозяйственно-полезными свойствами, основанными на применении молекулярных и биохимических маркерных признаков. На современном этапе актуальным является изучение возможности применения совокупности молекулярно-генетических маркеров на основе RAPD-, ISSR-, анализов, которые позволяют группировать изучаемый материал по степени генетического родства (Yong-II Cho et al., 1996), выявлять генетические различия между контрастными по качественным и количественным признакам растений (Xiao, Li, et al., 1996 и др.). В связи с этим исследование возможности применения методов молекулярно-генетического маркирования (RAPD, ISSR) для идентификации селекционных материалов, при разработке современных программ скрещивания генотипов сахарной свеклы является актуальным направлением исследований. Цель исследований заключалась в выявлении генетической структуры селекционных материалов сахарной свёклы на основе молекулярно-генетического анализа для повышения эффективности селекционного процесса.

В качестве материалов для исследований были использованы растения сахарной свеклы: исходные родительские формы (мужскостерильные линии (МС), многосемянные опылители (ОП) и гибридные комбинации, любезно предоставленные докторами с. – х. наук М.А. Богомоловым и В.П. Ошевневым. Геномную ДНК выделяли из 0,2 г зеленых листьев с помощью гуанидин-тиоцианат-фенол-хлороформного метода с использованием СТАВ (Chomczynski, 1987). Качество выделенной ДНК определяли электрофорезом в 1% агарозном геле в присутствии бромистого этидия (Маниатис, 1984). Полученную ДНК растворяли в 10мМ трис- HCl-буфера, pH 8,0, содержащем 0,1мМ ЭДТА. ПЦР-анализ проводили в амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Россия). Для анализа полиморфизма рассеянных повторяющихся последовательностей генома материалов сахарной свеклы использованы следующие произвольные праймеры: PAWS 5 (5'-AAC-GAG-GGG-TTC-GAG-GCC-3'), PAWS 6 (5'-GAGTGTCAAA CCCAACGA-3'), PAWS 16 (5'-ACC-TCT-GCG-CTT-GGA-GGC-3'), PAWS 17 (5'-СТА-САС-GGA-СТГ-GGT-ССГ-3') (Rogowsky, 1991), синтезированные в ЗАО «Синтол» (Москва, Россия).

Молекулярный анализ исходных родительских компонентов и некоторых гибридов сахарной свеклы с использованием праймеров к умеренно повторяющимся последовательностям ДНК семейства R 173: PAWS 5, PAWS 6, PAWS 16, PAWS 17 позволил нам выявить для каждого исследованного генотипа

определенный набор ДНК-фрагментов, отличающий его от других селекционных материалов (Федулова и др., 2010). Анализ экспериментальных данных, полученных при использовании праймера PAWS 5, позволил амплифицировать наибольшее число фрагментов ДНК на генотип – до восьми, PAWS 17 – до четырех, PAWS 6 – до трех, праймер PAWS 16 – до двух ПЦР-продуктов различной длины на индивидуальный генотип, т.е. оказался наименее информативным. Для исследуемых материалов с использованием праймера PAWS 5 получено 9 полиморфных фрагментов ДНК (100%), общее количество ампликонов, полученных с этим праймером – 80 (рис. 1). Диапазон длин полученных фрагментов ДНК при использовании четырех праймеров – от 250 до 2000 п.н.

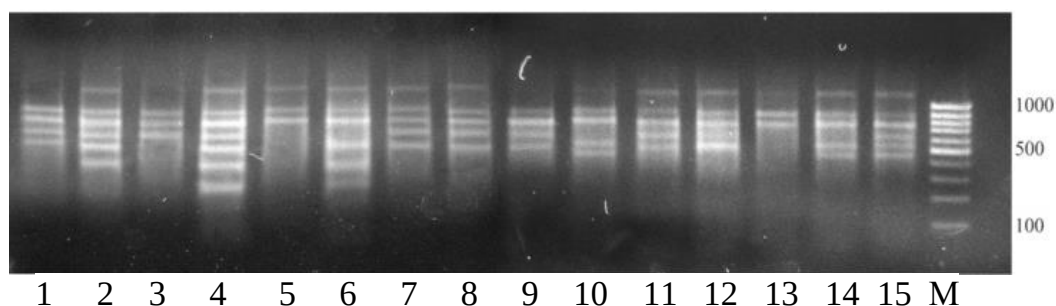


Рис. 1 Амплификация геномной ДНК свеклы с праймером PAWS 5

Дорожки: 1 – 08011; 2 – 08010; 3 – 08013; 4 – 08003; 5 – ОП 08008; 6 – ОП 08016; 7 – 08005; 8 – ОП 08197; 9 – 08180; 10 – МС 08077; 11 – 08183; 12 – МС 08012; 13 – МС 08131; 14 – 08002; 15 – 08077; М – маркер молекулярных масс.

Для праймера PAWS 6 полиморфными оказались 7 фрагментов ДНК (100%), общее количество ампликонов, полученных с данным праймером для всех генотипов составило 34, длина ДНК-фрагментов составила от 200 до 800 п.н. Для праймера PAWS 16 выявлено 3 (100%) полиморфных RAPD – фрагмента длиной 400, 500 и 800 п. н. Для всех генотипов в сумме получено 22 ПЦР-продукта. Для селекционных материалов №№: 08011, 08010, 08003, 08008, 08016, 08005, 08197, 08180, 08077, 08183, 08012, 08131, 08002, 08180 при амплификации праймером PAWS 16 обнаружены общие RAPD – фрагменты длиной 500 п.н. Это может свидетельствовать об относительной генетической близости данных селекционных материалов. С использованием короткого одиночного праймера PAWS 17 выявлено 7 полиморфных фрагментов ДНК, длиной от 700 до 2000 п. н. Общее количество ампликонов, полученных с данным праймером – 36 (рис. 2).

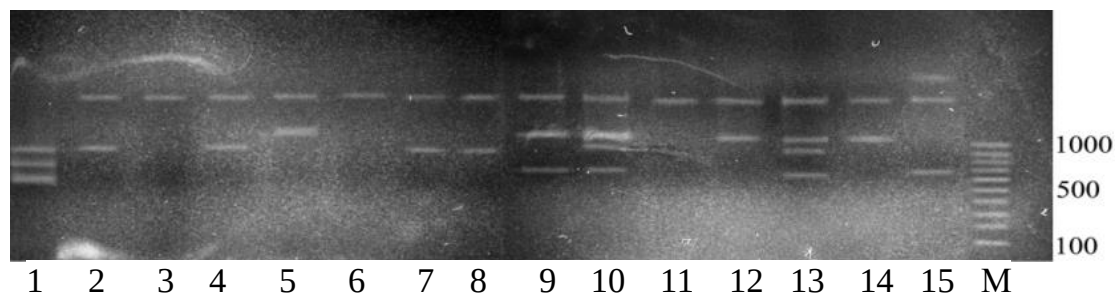


Рис. 2 Амплификация геномной ДНК свеклы праймером PAWS 17

Обозначения дорожек см. рис. 1.

По результатам ДНК-амплификации с указанными произвольными праймерами выявлены специфические RAPD-спектры, характеризующие исходные родительские формы и некоторые гибриды. На основе полученных данных составлены молекулярно-генетические формулы, которые отражают генетическую структуру индивидуальных материалов сахарной свеклы (табл.).

Генетические формулы селекционных материалов

Селекционный материал	Общая формула полиморфных фрагментов
МС 08012	${}^0A_{250}{}^0A_{300}{}^0A_{400}{}^1A_{500}{}^1A_{700}{}^1A_{800}{}^1A_{900}{}^1A_{1000}{}^1A_{1500}{}^1B_{200}{}^0B_{400}{}^1B_{500}{}^0B_{600}{}^1B_{650}{}^0B_{700}{}^0B_{800}{}^0C_{400}{}^1C_{500}{}^0C_{800}{}^0D_{700}{}^0D_{800}{}^0D_{900}{}^0D_{1000}{}^1D_{1100}{}^1D_{1600}{}^0D_{2000}$
МС 08131	${}^0A_{250}{}^0A_{300}{}^0A_{400}{}^0A_{500}{}^0A_{700}{}^0A_{800}{}^1A_{900}{}^1A_{1000}{}^1A_{1500}{}^0B_{200}{}^1B_{400}{}^0B_{500}{}^1B_{600}{}^0B_{650}{}^0B_{700}{}^0B_{800}{}^0C_{400}{}^1C_{500}{}^0C_{800}{}^0D_{700}{}^0D_{800}{}^0D_{900}{}^0D_{1000}{}^1D_{1100}{}^1D_{1600}{}^0D_{2000}$
МС08077	${}^0A_{250}{}^0A_{300}{}^0A_{400}{}^1A_{500}{}^1A_{700}{}^0A_{800}{}^1A_{900}{}^1A_{1000}{}^1A_{1500}{}^0B_{200}{}^0B_{400}{}^0B_{500}{}^1B_{600}{}^1B_{650}{}^0B_{700}{}^0B_{800}{}^0C_{400}{}^1C_{500}{}^0C_{800}{}^1D_{700}{}^0D_{800}{}^0D_{900}{}^1D_{1000}{}^1D_{1100}{}^1D_{1600}{}^0D_{2000}$
ОП 08008	${}^0A_{250}{}^0A_{300}{}^0A_{400}{}^0A_{500}{}^0A_{700}{}^0A_{800}{}^1A_{900}{}^1A_{1000}{}^1A_{1500}{}^0B_{200}{}^0B_{400}{}^0B_{500}{}^0B_{600}{}^1B_{650}{}^0B_{700}{}^0B_{800}{}^0C_{400}{}^1C_{500}{}^0C_{800}{}^0D_{700}{}^0D_{800}{}^1D_{900}{}^0D_{1000}{}^1D_{1100}{}^1D_{1600}{}^0D_{2000}$
ОП 08016	${}^0A_{250}{}^1A_{300}{}^1A_{400}{}^0A_{500}{}^1A_{700}{}^0A_{800}{}^1A_{900}{}^1A_{1000}{}^1A_{1500}{}^1B_{200}{}^0B_{400}{}^1B_{500}{}^0B_{600}{}^1B_{650}{}^0B_{700}{}^0B_{800}{}^0C_{400}{}^1C_{500}{}^0C_{800}{}^1D_{700}{}^0D_{800}{}^0D_{900}{}^0D_{1000}{}^1D_{1100}{}^1D_{1600}{}^1D_{2000}$

Примечание. *Соответствие праймеров и букв латинского алфавита, используемых для записи полученных полиморфных фрагментов: А – фрагменты ДНК, выявленные с помощью праймера RawS 5, В – RawS 6, С – RawS 16, D – RawS 17. Молекулярный вес фрагмента, полученного с конкретным праймером обозначен нижним индексом, верхним индексом обозначено наличие (1) или отсутствие (0) фрагмента на электрофореграмме.

Использование в полимеразной цепной реакции праймеров к умеренно повторяющимся последовательностям ДНК семейства R 173: PAWS 5, PAWS 6, PAWS 16, PAWS 17 позволило выявить фрагменты ДНК, фланкированные инвертированными повторами терминальных участков ретротранспозонов и установить индивидуальные особенности селекционных материалов сахарной свеклы (исходных родительских компонентов и некоторых гибридов). Количество выявленных ДНК-фрагментов в зависимости от генотипа и локуса варьировало от 1 до 8. Диапазон длин получаемых фрагментов составил от 250 до 2000 п.н. Для 21 генотипа сахарной свеклы (11 исходных линий и 10 гибридов) с использованием RAPD-метода получены генетические профили, позволяющие их идентифицировать и различать, составлены генетические формулы. Отобраны праймеры PAWS 5 и PAWS 17, как наиболее полиморфные для исследованных селекционных материалов и перспективные для генотипирования. Анализ генетической структуры гибридных комбинаций с различной продуктивностью и родительских форм сахарной свеклы на основе составленной матрицы присутствия/отсутствия RAPD-фрагментов позволил выявить новые молекулярно-генетические особенности гетерозисных гибридов. С использованием праймера PAWS 5 для гибрида № 08003, превышающего по урожайности (29,11 т/га) стандарт на 8% и наиболее продуктивного по сбору сахара – 112,2% от стандарта обнаружено 8 ампликонов длиной от 250 п.н. до 1500 п.н. (Федулова, Богачева и др., 2010). У каждого из родительских компонентов (ОП 08197 и МС 08112) этого гибрида выявлено значительно меньшее количество ПЦР-продуктов – по три фрагмента ДНК. Гибрид № 08011, превышающий стандарт по урожайности на 10,7%, имеет спектр продуктов амплификации праймером PAWS 5, включающий 2 фрагмента ДНК, идентичных по длине своим родителям (900–1000 п.н.), один

ампликон, характерный для отцовского родителя ОП № 08016 (500 п. н.) и один специфический фрагмент с длиной 800 п.н. Родительские формы данного гибрида различаются присутствием/отсутствием трех фрагментов ДНК (длиной 300, 400 и 700 п.н.). Низкопродуктивный гибрид № 08180 (урожайность от стандарта 98,8%) имеет 5 компонентов на фореграмме, полученной с праймером PAWS 5. В ДНК – спектре для данного гибрида отсутствует фрагмент ДНК (1500 п.н.), характерный для обоих его родителей. Спектры его родительских форм МС №08012 и ОП № 08197 различаются присутствием/отсутствием одного компонента (500 п.н.). Увеличение повторов локуса при гибридизации, возможно, объясняется эпистатическим межгеномным взаимодействием и является основой проявления гетерозиса и усиления признака продуктивности.

Таким образом, анализ ДНК-спектров гибридных комбинаций позволил выявить некоторые интересные факты – установлены различия по количественному соотношению повторов умеренно-повторяющихся последовательностей ДНК у родительских форм и некоторых гибридов сахарной свеклы (Федулова и др., 2011). Гибриды, имеющие урожайность выше, чем у родительских форм, характеризуются увеличением количества ампликонов, выявляемых праймерами RawS 5, появлением новых компонентов ДНК-спектров, отсутствующих у родительских форм. Их родительские компоненты имеют генетические различия, выявляемые на электрофореграмме продуктов амплификации. Низкопродуктивные гибриды характеризуются уменьшением числа ампликонов, отсутствием фрагментов ДНК, характерных для родительских исходных форм. Однако выявленные нами закономерности требуют дальнейшего исследования с применением большего количества ДНК-маркеров (Богачева и др. 2011). Исследование генетического полиморфизма селекционных материалов сахарной свеклы с использованием четырех одиночных RAPD-праймеров позволило выявить 172 полосы на электрофореграммах разделения ПЦР-продуктов для исходных селекционных материалов. Результаты экспериментов использованы для определения уровня дивергенции между исследованными линиями методом кластеризации, были рассчитаны генетические расстояния (евклидовы), которые варьировали от 1,0 до 3,87. Все материалы кластеризовались на две группы (рис. 3).

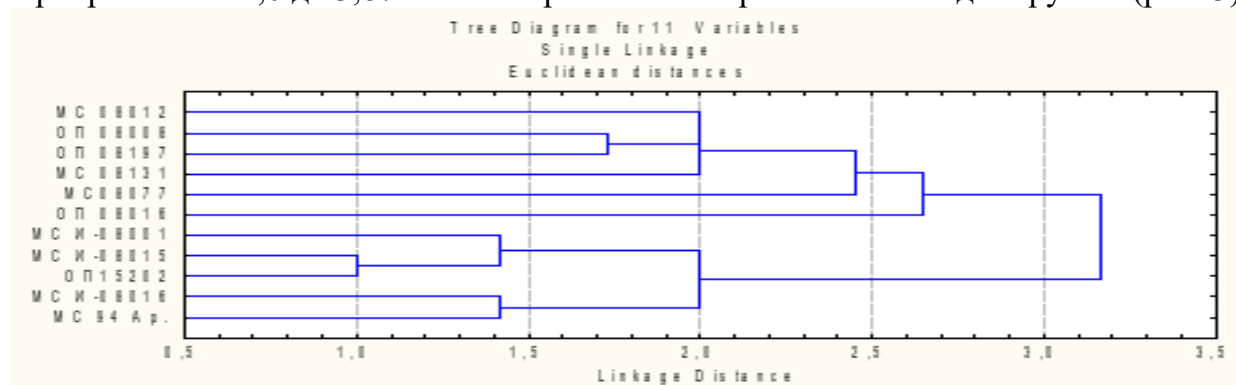


Рис. 3 Дендрограмма генетических расстояний между исходными линиями

Наименьшие генетические расстояния выявлены для комбинаций скрещиваний ($D= 1,0$) МС И-08015 и ОП 15202. Наибольшие генетические расстояния установлены для родительских пар МС И-08001 ' ОП 08197 ($D=3,87$), МС И-08001 ' ОП 08001 ($D= 3,74$), МС И-08016 ' ОП 08008 ($D=3,46$), МС И-08015 ' ОП 08008 ($D=3,74$), МС 94 Ар ' ОП 08008 ($D= 3,46$), МС И-08016 ' ОП 08016 ($D= 3,74$) и др. Данные пары могут быть рекомендованы для проведения

скрещиваний. Взаимные генетические дистанции между мужскостерильными линиями варьировали от 1, 41 до 3,87, между опылителями от 1,73 до 3,61. В результате проведенных исследований осуществлена дифференциация исходных линий сахарной свеклы, полученные данные о генетической удаленности селекционных материалов могут быть использованы для более обоснованного подбора пар при гибридизации сахарной свеклы, что послужит одним из факторов повышения эффективности селекции данной культуры.

Литература

1. Богачева Н.Н. Молекулярно-генетическое исследование гибридов сахарной свеклы с разным уровнем продуктивности / Н.Н. Богачева, Т.П. Федулова, Д.Н. Федорин // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: Материалы XI молодежной научной конференции. – М., 2011. – С.13– 14.
2. Корниенко А.В. Генетика и селекция сахарной свёклы (*Beta vulgaris* L.) / А.В. Корниенко, А.К. Буторина. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2012. – 391 с.
3. Свирщевская А. М. Анализ RAPD-спектров сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) и оценка возможности применения метода для идентификации ее форм /А. М. Свирщевская, Л. В. Милько, А. В. Кильчевский / Молекулярная и прикладная генетика: сборник научных трудов. – Минск: Право и экономика, 2011. – Т.12. – С. 28– 40.
4. Титок В. В. Биоэнергетическая концепция гетерозиса / В. В. Титок // Молекулярная и прикладная генетика. – 2008. – Т.8. – С. 81– 93.
5. Федулова Т.П. Молекулярно-генетическое изучение родительских форм и гибридов сахарной свеклы/Т. П. Федулова, Н. Н. Богачева, Д.Н. Федорин, М. А. Богомолов, В.П. Ошевнев // Сахарная свекла. – 2010. – №8. – С. 8 – 10.
6. Федулова Т.П. Подбор родительских пар для гибридизации с использованием ДНК-маркеров / Т.П. Федулова, М.А. Богомолов, Н.Н. Богачева, Т.П. Жужжалова, Д.Н. Федорин, В.П. Ошевнев, А.С Хуссейн // Биотехнология: состояние и перспективы развития: Материалы VI Московского международного конгресса. – М., 2011. – ч. I. – С. 234– 235.
7. Шаюк Л. В. Исследование генетического полиморфизма рода Beta с помощью ПП-ПЦР / Л.В. Шаюк, Н.В. Роик, Ю.М. Сиволап // Геном растений: Сб. тезисов IV Междунар. Конф. 10–13 июня 2003 г., Одесса, 2003. – С. 43.
8. Barzen E. An extended map of the sugar beet genome containing RFLP and RAPD loci / E. Barzen, W.Mechellce, E.Pitter, E.Schulte-Kappert, F.Salamini // Theor. and Appl. genet. –1995. –90. – P. 189–193.
9. Rogowsky P. M. The R173 family of rye-specific repetitive DNA sequences: a structural analysis // P. M. Rogowsky, S. Manning, J. – Y. Liu e. a. // Genome. – 1991. – № 34. – P. 88–95.
10. Schondelmaier J. Integration of APLP markers in to a linkage map of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) / J. Schondehnaier, G. Steinrucken, C. Jung // Plant Breed. –1996. –115. –P. 231–237.
11. Xiao J. Genetic diversity and its relationship to hybrid performance and heterosis in rice as revealed by PCR-based markers / Xiao J., Li J., Yuan L. et. all // Theoretical and Applied Genetics. – 1996. – V. 92, №6. – P. 637– 643.
12. Yong-Il Cho Key DNA Markers for Predicting Heterosis in F1 Hibrids of japonica Rise / Yong-Il Cho, Chan-Woong Park, Soon-Wook Kwon, Joong-Hyun Chin, Hyeon-So Ji, Ki-Jin Park, Susan McCouch, Hee-Jong Koh // Breeding Scince. – 1996. – V. 54, № 4. – P. – 389 – 397.

ТЕОРИЯ АЛЛЕЛЬНОГО И НЕАЛЛЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСА

С.Г. Хаблак¹, Я.А. Абдуллаева², Я.С. Рябовол³, Л.О. Рябовол³

¹Агропромхолдинг «Кернел», Научно-исследовательский центр, Варва,
Украина

e-mail: sergeyhab211981@gmail.com

²Агропромхолдинг «Кернел», Испытательная лаборатория, Варва, Украина
e-mail: asmina5oskar@gmail.com

³Уманский национальный университет садоводства
e-mail: liudmila1511@ukr.net

До середины XX века механизм гетерозиса объяснялся в основном гипотезами доминирования и сверхдоминирования. По гипотезе доминирования гетерозис связан с тремя эффектами действия доминантных генов: подавлением ими вредных рецессивных аллелей, аддитивным эффектом и неаллельным комплементарным взаимодействием [1]. Гипотеза сверхдоминирования объясняет эффект гетерозиса взаимодействием между доминантными и рецессивными аллелями одного гена, которые в гетерозиготе выполняют несколько различающиеся функции и могут поэтому взаимно дополнять друг друга [2].

К сожалению, эти две гипотезы не могут полно объяснить природу явления гетерозиса. Теория доминирования не может пояснить, почему у свободноопыляющихся сортов кукурузы и ржи удаление вредных в гомозиготном состоянии рецессивных генов не приводит к повышению их урожайности. На самом деле, неблагоприятный эффект рецессивных генов проявляется, как правило, лишь когда они находятся в гомозиготном состоянии. В гетерозиготном же состоянии большинство рецессивных генов отрицательного влияния на жизнеспособность организма не оказывают [3, 4]. Ретроспективный анализ селекционного улучшения кукурузы показал, что устранение вредных рецессивов посредством инбридинга не изменяет относительного преимущества гибридов F₁ [5]. С позиции теории доминирования тоже сложно объяснить гетерозис у полиплоидов, который увеличивается с числом геномов полиплоида [6].

С теорией сверхдоминирования связаны противоречия в том, что данная модель подразумевает комплементарный эффект при взаимодействии между аллелями в пределах одного локуса, а в то время как большинство агрономических признаков имеют полигенный характер проявления [7]. Предполагают, что эффект гетерозиса в одном или небольшом числе локусов связан с изменением в регуляторных сетях [8].

Теории сверхдоминирования и доминирования также не могут объяснить, почему у гибридов F₁ часто не возникает гетерозис. Далеко не при всяком скрещивании у растений F₁ проявляется гетерозис, а также не всегда его проявление носит дискретный характер: по одному элементу продуктивности он может проявляться, по другому – нет [9]. Если бы гетерозис обуславливался простым набором доминантных аллелей или аллельным взаимодействием генов в гетерозиготном состоянии, имеющих в популяции, то этот набор было бы легко составить путем ряда скрещиваний и получить гетерозисные сочетания.

Bircler J.A. и др. [10] считают, что гетерозис обусловлен селекцией аллелей на протяжении многих лет в «правильном» наборе локусов, которые создают лучшие сочетания при гибридизации.

С середины 50-х годов XX века по начало XXI века в объяснении механизма гетерозиса появился целый ряд гипотез, среди которых выделяются: генетического, метаболического и биоэнергетического балансов. По гипотезе генетического баланса гетерозис следует рассматривать как суммарный эффект фенотипически сходного действия разнородных генетических процессов [11].

Для решения проблемы механизма гетерозиса удачным является использование *Arabidopsis thaliana* как модельное растение [12–14]. Целью настоящей работы было изучение эффекта гетерозиса с точки зрения аллельного и неаллельного взаимодействия генов у гибридов F₁ от скрещивания экотипов арабидопсиса Col-0 и La-0.

При скрещивании двух растений разных рас Col-0 и La-0 все гибриды F₁ (генотип COL-0^{wt} Col-0 LA-0^{wt} La-0) имели больший размер розетки листьев, чем родительские формы (рис. 1). Как у дикого типа, розеточные листья гибридов первого поколения обладали овальной формой. От самоопыления таких растений в F₂ 15/16 всех растений оказались с крупным диаметром розетки листьев и 1/16 с малым размером розетки листьев.

Более мощное развитие у гибридов F₁ диаметра розетки листьев по сравнению с исходными формами можно пояснить гетерозисом, который увеличивает линейные размеры гибридного растения и его массу. Проявление гетерозиса у гибридных растений первого поколения связано с аллельным взаимодействием генов (подавлением доминантными генами рецессивных аллелей) и аддитивным полимерным межгенным взаимодействием.

У F₁ по генам Col-0 и La-0 в каждой паре аллелей происходит подавление доминантным геном, который отвечает за лучшее выражение признака «диаметр розетки листьев», рецессивного гена (Col-0 < COL-0^{wt}, La-0 < LA-0^{wt}). Кроме того, у гибридных растений первого поколения возникает аддитивный полимерный эффект неаллельных доминантных генов COL-0^{wt} и LA-0^{wt} на увеличение размера розетки листьев. Во втором поколении происходит процесс расщепления гибридов, и их превосходство по диаметру розетки листьев над родительскими формами снижается. Это связано с уменьшением гетерозиготности растений в поколении F₂. Объяснить данный факт можно, предположив, что размер розетки листьев зависит от двух доминантных неаллельных генов, действующих на этот признак однозначно.

В последние годы становится все более ясным, что по проблеме механизма гетерозиса нужно возвращаться к детальному анализу генетики признаков. Возникновение гетерозиса у гибридов первого поколения можно объяснить исходя с аллельного и неаллельного взаимодействия генов, при котором создается благоприятное сочетание генов при гибридизации, вызывающее лучшее проявление хозяйственно-ценного признака. Аллельное взаимодействие генов в основном проявляется в полном или неполном доминировании доминантного гена над рецессивным геном одной аллельной пары, а также в кодоминировании, когда внешнее проявления признака представляет смесь действия обоих аллелей одной аллельной пары. Межгенное взаимодействие генов, как правило, выражается в четырех основных формах: комплементарности, эпистаза, полимерии и модифицирующего действия. В связи с тем, что в механизме проявления гетерозиса наблюдаются практически все формы межгенного неаллельного и аллельного взаимодействия генов, природу это явление до сих пор было трудно объяснить.

Возникновение гетерозиса у гибридов F₁ обусловлено обычно шестью эффектами генов. Из которых, два эффекта связаны с аллельным взаимодействием

генов: подавлением доминантными генами рецессивных аллелей, кодоминированием (смесь действия обоих аллелей одной аллельной пары). Другие четыре эффекта вызваны межгенным взаимодействием генов: аддитивным полимерным действием, неаллельным комплементарным взаимодействием, эпистазом и модифицирующим действием.

В то же время аллельное и неаллельное взаимодействие генов, в частности неполное доминирование, эпистаз и модифицирующее действие генов, могут также оказывать отрицательное влияние на направление возникновения гетерозиса. Например, при неполном доминировании наблюдается промежуточный вариант проявления признака.

Для возникновения того или иного типа гетерозиса обычно необходимы следующие требования: 1. гетерозиготность гибридов первого поколения; 2. подавление в F_1 по каждой аллельной паре доминантными генами рецессивных аллелей; 3. взаимодействие между доминантными и рецессивными аллелями одного гена в виде кодоминирования; 4. аддитивное полимерное межгенное взаимодействие генов; 5. неаллельное комплементарное действие генов; 6. эпистаз; 6. модифицирующее взаимодействие генов.

Рассмотрим подробно каждое из этих явлений. Гетерозис возникает у гибридов первого поколения, которые находятся в гетерозиготном состоянии. При этом соблюдается Правило единообразия гибридов F_1 , то есть Первый закон Менделя. При гомозиготном доминантном и рецессивном состоянии генов гетерозис обычно не возникает. Во втором поколении при моно-, ди- и полигибридном скрещивании идет процесс расщепления гибридов, и их превосходство по хозяйственно ценному признаку над родительскими формами снижается. Соблюдается Второй и Третий закон Менделя. Это связано с уменьшением гетерозиготности растений в поколении F_2 . Поэтому не удастся закрепить преимущество гетерозигот во втором и последующих поколениях.

У гибридов первого поколения в гетерозиготе по каждой аллельной паре наблюдается подавление доминантными генами рецессивных аллелей. Обычно одна самоопыляющаяся линия по каждой аллельной паре несет рецессивный ген, а вторая – доминантный ген ($aaBB \times AAbb$). При скрещивании двух самоопыляющихся линий у гибридов F_1 ($AaBb$) в каждой паре аллелей происходит, как правило, подавление доминантным геном дикого типа, который отвечает за лучшее выражение хозяйственно-полезного признака, рецессивного гена ($a < A, b < B$).

Проявление доминантности признака имеет условный характер и зависит от подбора родительских пар и многих других факторов. В этой связи селекционерам приходится вести сложную работу по созданию инбредных линий и оценке их комбинационной ценности [18, 19].

В некоторых случаях при возникновении гетерозиса у гибридов первого поколения происходит взаимодействие между доминантными и рецессивными аллелями одного гена в виде кодоминирования. При этом внешнее проявление признака представляет собой смесь действия обоих аллелей. Например, люди, гетерозиготные по гену гемоглобина крови, вызывающему серповидно-клеточную анемию, оказываются более устойчивыми к тропической малярии, чем гомозиготные, как по доминантным, так и по рецессивным генам данной аллельной пары [20]. У линий льна, определенный ген из серии множественных аллелей придает устойчивость к одной специфической расе ржавчины, а гетерозиготы по этим генам проявляют устойчивость к двум расам [21].

В основном при возникновении гетерозиса у гибридов F_1 наблюдается аддитивное полимерное межгенное взаимодействие генов. Гетерозис проявляется тем сильнее, чем самоопыленные линии по своим наследственным особенностям лучше взаимно дополняют друг друга по аддитивному полимерному межгенному взаимодействию генов.

Например, при скрещивании двух сортов гороха у гибридов F_1 наблюдался гетерозис по высоте растений по сравнению с родительскими формами. Это связано с влиянием на длину стебля двух различных доминантных генов. Один ген обуславливал удлинение междоузлий, другой – увеличивал их число. Доминантные гены могут проявлять суммирующее действие во всех тех случаях, когда они определяют слагаемые какого-либо сложного количественного признака. Так, масса зерна одного початка кукурузы определяется числом зерен в ряду и массой 1000 зерен [3].

Иногда при возникновении гетерозиса у гибридов первого поколения происходит неаллельное комплементарное взаимодействие генов, которое может оказывать более сильное влияние на развитие признака или обуславливать развитие нового признака. Например, гетерозис, вызванный взаимодействием комплементарных генов, наблюдался в увеличении скорости роста корней в питательных растворах у гибрида, полученного от скрещивания двух сортов томата Ред Карент и Иоганнесфейр. Благодаря взаимодействию двух неаллельных комплементарных доминантных генов у гибрида проявлялся гетерозис, выражающийся в более мощном развитии корней, так как преодолевались трудности биосинтеза по обоим локусам, контролирующим образование витаминов, необходимых для хорошего развития корневой системы томата [18].

Таким образом, в основе механизма возникновения гетерозиса лежит аллельное и неаллельное взаимодействие генов, при котором создается благоприятное сочетание генов, вызывающее лучшее проявление хозяйственно-ценного признака. При этом возникновение гетерозиса у гибридов F_1 обусловлено целым рядом эффектов генов. Из которых, часть эффектов связаны с аллельным взаимодействием генов: подавлением доминантными генами рецессивных аллелей, кодоминированием (смесь действия обоих аллелей одной аллельной пары). Другие эффекты определены межгенным взаимодействием генов: аддитивным полимерным действием, неаллельным комплементарным взаимодействием, эпистазом и модифицирующим действием. Природа явления гетерозиса может быть объяснена предложенной нами теорией аллельного и неаллельного механизма возникновения гетерозиса, согласно которой преимущество гибридов F_1 над родительскими формами обусловлено различными видами аллельного и неаллельного взаимодействия генов, при котором создается лучшее сочетание генов, обуславливающее оптимальное выражение хозяйственно-ценного признака.

Литература

1. Davenport C.B. Degeneration, albinism and inbreeding. *Science*. 1908. Vol. 28. P. 454–455.
2. Hull. F.H. Recurrent selection for overdominance. *Iowa State College Press. Ames*. 1952. P. 451–474.
3. Гуляев Г.В. Генетика. М.: Колос, 1984. 351 с.
4. Duvick D.N. Biotechnology in the 1930s: the development of hybrid maize. *Nat. Rev. Genet.* 2001. Vol. 2. P. 69–74.
5. Troyer A.F., Wellin E.J. Heterosis Decreasing in Hybrids: Yield Test Inbreds. *Crop Science*. 2009. Vol. 49. P. 1969–1976.

6. Bingham E.T., Groose R.W., Woodfield D.R., Kidwell K.K. Complementary gene interactions in alfalfa are greater in autotetraploids than diploids. *Crop Sci.* 1994. Vol. 34. P. 823–829.
7. Springer N., Stupar R. Allelic variation and heterosis in maize: How do two halves make more than whole? *Genome Res.* 2007. Vol. 17. P. 264–275.
8. Birchler J.A., Veitia R.A. The gene balance hypothesis: Implications for gene regulation, quantitative traits and evolution. *New Phytol.* 2010. Vol. 186(1). P. 54–62.
9. Абрамов З.В. Практикум по генетике. Л.: Агропромиздат, 1992. 250 с.
10. Birchler J.A., Auger D.L., Riddle N.C. In search of the molecular basis of heterosis, *The Plant Cell.* 2003. Vol. 15(10). P. 2236–2239.
11. Хотылева А.В., Кильчевский А.В., Шаптуренко М.Н. Теоретические аспекты гетерозиса. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2016. Vol. 20 (4). P. 482–492.
12. Seed List. The Nottingham Arabidopsis Stock Centre. Nottingham.: The University of Nottingham, 1994. 212 p.
13. Иванов В. И. Радиобиология и генетика арабидопсиса. *Проблемы космической биологии.* 1974. Т. 27. С. 5–58.
14. Ежова Г.А., Лебедева О.В., Огаркова О.А. и др. *Arabidopsis thaliana* – модельный объект генетики растений. М.: МАКС Пресс, 2003. 314 с.
15. Петров А. П., Плотников В. А., Прокопенко Л. И. Методика почвенной культуры *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. и проблема минимизации паратипических вариантов. *Генетика.* 1973. Т. 12(2). С. 83–88.
16. Доспехов Б. А. Методика (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
18. Глазко В.И., Глазко Г.В. Словарь терминов по прикладной генетике и ДНК технологиям. К.: ИАБ, 1999. 342 с.
19. Шумный В.К. Проблемы генетики растений. *Вестник ВОГиС.* 2004. Т. 8. №2. С. 32–39.
20. Айала Ф., Кайгер Д. Современная генетика. М.: Мир, 1988. 335 с.
21. Лобашев М.Е. Генетика. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. 485 с.

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ, УСТОЙЧИВЫХ С КОМПЛЕКСУ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ

Н.Н. Черкасова, Т.П. Жужжалова, Е.О. Колесникова

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы
и сахара имени А.Л. Мазлумова»
e-mail: biotechnologiya@ mail.ru.*

Постоянное изменение природных условий и воздействие антропогенных факторов приводят к изменению физико-химических свойств даже высокобуферных чернозёмов и часто вызывают изменение ППК, подкисляя или подщелачивая почвы, что губительно сказывается на растениях [1]. Неблагоприятные для растений последствия усугубляются в течение вегетационного периода, в условиях неравномерного выпадения осадков на фоне

повышения среднемесячных температур. Усиление абиотического давления окружающей среды расширяет спектр стрессовых поражений растений [2,3]. В связи с этим особое значение приобретает создание растений сахарной свёклы с высокими адаптивными реакциями, обеспечивающими комплексную устойчивость к кислотности среды и дефициту влаги (осмотическому стрессу), что позволит существенно увеличить урожайность [4]. Одним из перспективных направлений улучшения адаптивных свойств растений является клеточная селекция. Моделирование воздействий абиотических факторов (селективные агенты) на культивирование *in vitro* органов и тканей позволяет создавать устойчивые растения [5].

Цель наших исследований заключалась в получении растений-регенерантов сахарной свёклы с устойчивостью к засухе и кислотности почв.

В работе применяли линейный материал сахарной свёклы лаборатории исходного материала ВНИИСС. В качестве эксплантов использовали зрелые зародыши семян. Индукция регенерации проводилась на питательных средах по Гамборгу, дополненных необходимыми регуляторами роста (БАП, кинетин, ИУК, ГК, НУК). Культивирование растений осуществлялось при температуре 26° С, 16-часовом фотопериоде с освещенностью 5000 люкс и относительной влажности воздуха 70% [6]. Для моделирования засухи использовали сорбит (неионный и неметаболизируемый осмотик) в концентрации 0,40 – 0,45М и соляную кислоту для подкисления среды.

Проведенные исследования показали, что прорастание зрелых зародышей семян в селективных условиях (сорбит 0,45М, рН 4,0) *in vitro* варьировало от 14,3 до 35,5%, а выживаемость регенерантов составила 7,3 – 13,5% (табл.1).

1. Влияние селективных условий *in vitro* на прорастание зрелых зародышей семян сахарной свёклы

Генотип	Значение кислотности	Содержание сорбита, М	Количество регенерантов, %	
			Проросло	Выжило
09001МС	4,0	0,45	14,3	7,9
09002ОП-1			15,2	8,5
09003ОП			14,4	7,4
09005ОПМ			18,1	9,9
09001МС	4,0	0,40	32,0	12,0
09002ОП-1			28,6	10,7
09003ОП			30,0	11,0
09005ОПМ			35,5	13,2
09001МС	3,5	0,40	14,7	7,4
09002ОП-1			14,1	7,7
09003ОП			15,6	8,6
09005ОПМ			13,8	7,0
09001МС	3,5	0,45	7,6	3,8
09002ОП-1			7,8	3,9
09003ОП			8,6	4,3
09005ОПМ			7,3	3,7
09001МС	3,3	0,45	3,0	0
09002ОП-1			2,5	0
09003ОП			2,6	0
09005ОПМ			2,8	0

Повышение кислотности среды создало более жёсткие условия для отбора. Так, питательная среда с кислотностью pH 3,3 и концентрации сорбита 0,45М снижала активность формирования регенерантов до 2,5–3,0%, что при дальнейшем их культивировании вызывало полное подавление ростовых процессов и гибель. Оптимальной для развития проростков из зрелых зародышей явилась среда с содержанием селективных факторов: сорбит 0,45М и pH 3,5. Данные концентрации сохраняли регенерационную способность зрелых зародышей, которая варьировала от 7,3 до 8,6%, а выживаемость регенерантов составляла от 3,7 до 4,3%. Формирование регенерантов происходило и в более жёстких условиях с содержанием сорбита 0,45М при pH 3,5. По-видимому, это было обусловлено содержанием питательных веществ в зародыше семени, которые обычно участвуют в регуляции метаболических процессов при прорастании [7].

Для повышения регенерационной способности в селективные среды вводили БАП-6, который принимает активное участие в физиологических реакциях, связанных с активацией работы белоксинтезирующего аппарата клеток. В этом случае гормон стимулирует работу аппарата биосинтеза белка и создаёт благоприятную внутриклеточную обстановку для биосинтеза адаптивных белков [8].

Было установлено, что селективная питательная среда (pH-3,5; содержание сорбита 0,45М) с добавлением БАП-6 в концентрации 0,2мг/л способствовала увеличению активности прорастания семян до 3 раз, что составило 15,0–22,7% (табл. 2).

2. Влияние БАП-6 на эффективность прорастания семян в селективных условиях

Генотип	Содержание БАП, мг/л	Количество регенерантов, %	
		Проросло	Выжило
09001МС	0 (контроль)	7,6	3,8
09002ОП-1		7,8	3,9
09003ОП		8,6	4,3
09005ОПМ		7,3	3,7
09001МС	0,2	15,0	6,0
09002ОП-1		16,4	6,4
09003ОП		22,7	8,6
09005ОПМ		22,5	8,5
09001МС	0,5	17,6	6,2
09002ОП-1		17,3	6,3
09003ОП		20,7	8,0
09005ОПМ		21,1	7,0
09001МС	1,0	14,3	3,2
09002ОП-1		11,4	0
09003ОП		12,0	2,9
09005ОПМ		9,9	0

Выживаемость регенерантов при этом варьировала от 6,0 до 8,6%, что в 1,6–2,3 раза превышало контроль. При повышении содержания гормона БАП до 1,0 мг/л количество проросших семян также увеличивалось, но в дальнейшем наблюдалось подавление ростовых процессов, при этом выживаемость варьировала от 3,2 до 0% в зависимости от генотипа.

Вероятно, в жестких селективных условиях этот гормон стимулировал прорастание семян за счёт усиления защитных свойств клеточных тканей, что повышало устойчивость растений к действию стрессовых факторов.

Таким образом, в результате исследований была выявлена оптимальная селективная питательная среда с содержанием сорбита 0,45М при pH 3,5 и БАП-0,2мг/ л, где у всех генотипов наблюдалось прорастание семян от 15,0 до 22,7% и сохранялась регенерационная способность проростков. Повторное культивирование их в селективных условиях показало высокую толерантность к эдафическим стрессам, при этом количество устойчивых регенерантов варьировало от 58,0 до 73,5% (табл. 3).

3. Повторный отбор регенерантов сахарной свеклы в селективных условиях эдафического стресса

Генотип	Количество, устойчивых регенерантов, %		
	Кислотность pH 4,0	Засуха (сорбит)	засуха + кислотность
09001МС	60,6	61,7	60,0
09002ОП-1	63,0	58,0	58,0
09003ОП	69,3	70,5	62,0
09005ОПМ	72,0	73,5	66,0

Микроклоны хорошо развивались в селективных условиях, что сопровождалось образованием нормальных черешковых листьев с цельной пластинкой, тупой верхушкой и клиновидным основанием, сбегаящим по черешку.

На основании проведённых исследований был оптимизирован состав питательных сред, обеспечивающий успех культивирования регенерантов сахарной свёклы в стрессовых условиях *in vitro*. Была выявлена оптимальная селективная среда с содержанием сорбита 0,45М при pH 3,5, где у всех генотипов наблюдалось прорастание семян и сохранялась регенерационная способность. Повторное индуцирование устойчивости в селективных условиях показало высокую толерантность растений к эдафическим стрессам, которая варьировала от 58,0 до 73,5%. Это позволило отобрать устойчивые регенеранты с высокой адаптационной и регенерационной способностью, которые в дальнейшем будут использованы в селекции для создания линий с повышенной устойчивостью к абиотическим факторам среды. Результаты проведённых биотехнологических экспериментов имеют научное и практическое значение для селекции сахарной свёклы.

Литература

1. Кураков В.И. Влияние длительного применения удобрений на изменение агрохимических показателей чернозёма выщелочного и продуктивность сахарной свёклы в севообороте / В.И. Кураков, Е.В. Попов, М.М. Жуков // Материалы Международной научной конференции. – Воронеж: ВГУ, 2004. – С. 463–460.
2. Зайова Е.Г. Използване на *in vitro* методи за отбор на форми захарно цвёкло, устойчиви на неблагоприятни условия: автореф. дис. д-р биолог. наук /Зайова Ели Георгиевна //- София, 2003. – 40с.
3. Зобова Н.В. Повышение устойчивости ячменя к стрессовым биотическим и абиотическим факторам в Сибири: автореф. дис. д-р сельскохозяйств. наук / Зобова Наталья Васильевна //- Красноярск, 2009. – 66 с.

4. Щуплецова О.Н. Совершенствование и применение метода культуры ткани для получения форм ярового ячменя, устойчивых к кислым почвам: автореф. дис. канд. биолог. наук / Щуплецова Ольга Наумовна //- Москва, 2003. – 20 с.
2. 5.Коньшева Е.Н. Использование биотехнологических методов в повышении соле- и кислотоустойчивости ярового ячменя: автореф. дис. канд. биолог. наук / Коньшева Елена Николаевна // – Красноярск, 2004. – 20 с.
3. 6.Знаменская В.В., Жужжалова Т.П. Микроклональное размножение сахарной свёклы // Методические рекомендации. – Воронеж, 1995. – 23 с.
4. Титок В.В. Биоэнергетическая концепция гетерозиса
5. Таланова В.В. Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: автореф. дис. д-р биолог. наук /Таланова Вера Викторовна //- Петрозаводск, 2009. – 44с.

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ФОРМ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЭДАФИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

Н.Н. Черкасова, О.А. Землянухина

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы
и сахара имени А.Л. Мазлумова»
e-mail: biotechnologiya@mail.ru.*

Использование селективных сред при культивировании в условиях *in vitro* позволяет имитировать естественные стрессовые условия, что обеспечивает экспрессию генов устойчивости и позволяет проводить отбор толерантных форм на клеточном уровне [1,2]. Проведение отбора с использованием морфобиологических признаков (по длине корней, высоте микроклонов, активности ростовых процессов) и биохимических свойств цитозоля позволяет отбирать устойчивые формы и существенно увеличивать урожайность у адаптивных форм [3]. В связи с этим, направление исследований по изучению адаптивного потенциала кислотоустойчивых растений-регенерантов сахарной свёклы, с использованием морфобиологических и биохимических признаков является актуальным.

Материалом исследований служили зрелые зародыши селекционных линий Рамонской селекции МС2113, ОП15676. Для моделирования кислотности питательной среды использовали селективный агент – соль $AlCl_3$. При первичном введении в культуру *in vitro* эксплантов и повторном отборе регенерантов использовали кислотность среды при pH 3,5; (pH 5,8- контроль). Корнеобразование проводили при pH 3,8 [4]. Количественное содержание белка определяли по методу Брэдфорда (1976) [5]. Активность ферментов: пероксидазы (ПО; КФ 1.11.17), глюкозо-6-Ф-дегидрогеназы (гл. – 6-Ф-ДГ; КФ 1.1.1.49), изоцитратдегидрогеназы (ИДГ; КФ 1.1.1.42), малик-фермента (КФ 1.1.1.39), изоцитратлиазы (ИЦЛ; КФ 4.1.3.1), малатдегидрогеназы (МДГ; КФ 1.1.1.37) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ; КФ 1.3.99.1) изучали по методам Землянухина А.А (1996) [6].

В процессе наших исследований выявлено, что при культивировании в селективных условиях (pH 3,5) *in vitro*, зрелых зародышей семян сахарной свёклы выживаемость проростков при первичном отборе составила 50%. После

микроразмножения отобранных регенерантов и проведения вторичного отбора, в тех же условиях, наблюдалось повышение кислотоустойчивости до 80%. Морфологическая оценка микроклонов показала их активный рост и развитие в селективных условиях, что сопровождалось образованием нормальных черешковых листьев с цельной пластинкой, тупой верхушкой и клиновидным основанием, сбегаящим по черешку. Наибольшую ширину лист имел в середине пластинки, проявлялась гофрированность листьев. Цвет листовых пластинок зелёный. Прирост высоты растений варьировал от 1,0 до 2,74 см, что соответствовало 42,9–57,2% от начальной высоты.

Выявлено, что питательная среда для ризогенеза с кислотностью pH 3,5 сильно тормозила рост корней и даже вызывала гибель растений. Снижение кислотности до pH 3,8 позволило активизировать процесс корнеобразования кислотоустойчивых регенерантов и показало их высокую толерантность. Микроклоны проявляли активную способность к росту и развитию корневой системы. Количество, выживших регенерантов с хорошо развитой корневой системой составило 54,0 – 58,4% в зависимости от генотипа (табл. 1).

1. Влияние кислотности среды на процесс корнеобразования растений-регенерантов сахарной свёклы

Генотип	Посажено, шт	Выжило		Длина корня, см		ИДК
		штук	%	pH 5,8	pH 3,8	
МС3113	53	31	58,4	3,4	4,7	1,4
ОП15676	50	27	54,0	3,0	4,0	1,3

Проведение отбора позволило выделить микроклоны по длине корня, которая варьировала от 4,0 до 4,7 см.

Процесс корнеобразования сопровождался изменением длины корня в зависимости от pH среды. Показатель прироста по индексу длины корня (ИДК) устойчивых регенерантов варьировал от 1,3 до 1,4 в зависимости от генотипа. Поэтому тестирование по определению отношения длины корней кислотоустойчивых растений к контрольным значениям может служить важным показателем для выявления толерантных форм растений. В результате отбора и микроразмножения регенерантов были получены микроклоны линий сахарной свёклы.

Согласно литературным данным в селективных условиях кислотности происходит изменение процессов метаболизма в клетках растений, повышающее общую биохимическую активность в условиях стресса [7]. Проведенные нами исследования показали, что при адаптации микроклонов сахарной свёклы к условиям низкого pH происходят изменения в метаболизме клетки: активация или ингибирование ферментов ЦТК, пентозо-фосфатного и глиоксилатного циклов, а также ферментов окислительного стресса. Так, в селективных условиях (pH 3.8) у регенерантов сахарной свёклы, наблюдается значительное увеличение удельной активности пероксидазы в 4,1 у МС-формы по сравнению с контролем и соответствует 25,21 ФЕ/мг.

У ОП это увеличение составляет 2,1 раза: 6,1 против 12,5 ФЕ/мг. Можно отметить сходство в характере распределения данного показателя у МС-формы и генотипа ОП 15676: в обоих случаях наивысшая активность наблюдается у растений в условиях низкого pH 3.8, что свидетельствует о сходстве откликов пероксидазы разных растений на изменение кислотности среды.

Под влиянием pH-стресса наблюдаются различия в изоферментном спектре в катодной части геля. Так, изоформа с электрофоретической подвижностью (R_f) 0.63

присутствует в генотипе ОП 15676 только у растений, находящихся в стрессовых условиях при pH 3.8 (табл. 2).

2. Изоферментный спектр пероксидазы (катодная часть геля) в микроклонах сахарной свеклы

Генотип	Значение pH	Электрофоретическая подвижность, R _f		
		0.63	0.69	0.76
МС 2113	5,8	-	+	+
	3,8	-	+	+
ОП 15676	5,8	-	-	-
	3,8	+	-	—

Изоформа с R_f 0.69 и R_f 0.76 выявляется только у МС-формы. По-видимому, фермент пероксидаза является стрессорным: чем больше синтезируется в клетках активных форм кислорода, тем выше активность фермента, разрушающего пероксид водорода и ограничивающего свободнорадикальные процессы [8]. Изменение функционирования фермента и количества его молекулярных форм является одним из механизмов устойчивости к стрессу, вызванному снижением pH среды.

Альтернативная оксидаза – фермент NADH-дегидрогеназа – проявляет активность у ОП 15676 от 10.00 до 31.12 x 10⁻³ ФЕ/мг (контроль и опыт, соответственно), у МС немного снижается (табл. 3).

3. Содержание ферментов у регенерантов сахарной свёклы при различном значении pH

Генотип	Значение pH	Количество, x10 ⁻³ ФЕ/мг					Белок, Мг/л
		Гл. – 6-Ф-ДГ	МДГ-37	МЭ	NADH-ДГ	ПО	
МС 2113	5,8	25,69	94,31	16,34	18,38	6,72	0,58
	3,8	49,25	43,25	10,43	15,65	25,21	0,80
ОП 15676	5,8	37,13	32,87	14,12	11,29	6,08	1,08
	3,8	35,5	48,5	16,35	31,12	12,5	1,0

В процессе приспособления растений к пониженному pH среды подавления белкового синтеза у опытных растений по сравнению с контрольными вариантами не обнаружилось. Увеличение количества растворимого белка наблюдалось только у МС-формы в 1,4 раза, у ОП -оставалось без изменения.

Активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в селективных условиях увеличивалась у МС формы в 2 раза по сравнению с контролем, что составило 49,25 x 10⁻³ ФЕ/мг. Однако у ОП, наоборот, происходило незначительное уменьшение удельной активности в 0,96 раза, которая варьировала от 37,13 до 35,50x10⁻³ ФЕ/мг). Скорее всего, это свидетельствует о различном адаптивном отклике генотипов растений на стрессовый фактор у МС-формы и ОП.

Также отмечено уменьшение активности малатдегидрогеназы у МС-формы, а у ОП повышение, что составляло 43,25–48,5 x10⁻³ ФЕ/мг. Это может свидетельствовать об активации цикла трикарбоновых кислот при снижении pH среды. Высокая активность у образца ОП-2 может быть обусловлена низким содержанием в нем количества белка.

Активность другой малатдегидрогеназы – малик энзима у МС-формы снижалась более чем в 1,6 раза. У регенерантов ОП 15676 наблюдалось увеличение

его активности в 1,2 раза, что соответствует $16,35 \times 10^{-3}$ ФЕ/мг. Установлено, что с развитием корней, активность МЭ малик энзима уменьшается, по-видимому, из-за деградации подкисляющих агентов в цитозоле, возможно, за счет совместного действия лактатдегидрогеназы и пируватдекарбоксилазы, приводящего в конечном счете к образованию этанола. Молекула этанола не несет заряда и может легко диффундировать в окружающую среду, стабилизируя pH цитозоля [9]. Поэтому постоянство или снижение активности как МДГ, так и МЭ может объясняться выработкой стойкой индуцированной толерантностью растений к стрессу.

Таким образом, в результате исследований установлено, что действие кислотной среды на экспланты сахарной свёклы вызывает изменения как морфологических, так и биохимических признаков. Исследования морфологического развития регенерантов в селективных условиях при (pH 3,8) показали, что основным признаком характеризующим кислотоустойчивость сахарной свёклы, как и у других растений является индекс длины корня [10]. В условиях кислотного стресса темпы роста корней усиливаются, что приводит к увеличению их длины и изменению процессов метаболизма в клетках растений, повышающих общую биохимическую активность растительного организма.

Биохимические изменения выражаются в активации или ингибировании синтеза ферментов целого ряда метаболических циклов: ЦТК, пентозо-фосфатного, а также ферментов окислительного стресса – пероксидазы, NADH-дегидрогеназы. В процессе адаптации к кислотному стрессу наблюдается увеличение синтеза белка, а величина метаболического отклика полученных растений в значительной степени зависит от исходного генотипа. Эти процессы могут объясняться активацией генов устойчивости, одни из которых экспрессируются в начале стресса, другие – на более поздних стадиях, что приводит к синтезу дополнительных буферных белков, участвующих в устранении токсических метаболитов. Под влиянием различных внешних неблагоприятных воздействий происходит комплексное увеличение вязкости цитоплазмы, изменение соотношения в жирнокислотном составе мембран, изменения также наблюдаются в энергетике, росте, реакциях синтеза и распада.

В результате проведенных исследований отобраны кислотоустойчивые линии характеризующиеся высокой толерантностью при pH 3,8. Процесс создания линейного материала занял около 3 лет, вместо 8–10 лет. Это имеет большое значение в процессе селекции, при создании новых гибридов сахарной свёклы с устойчивостью к кислотности среды.

Литература

1. Зайова Е. Г. Използване на *in vitro* методи за отбор на форми захарно цвёкло, устойчиви на неблагоприятни условия: автореф. дис... д-р биолог. наук //-София, 2003. – 40с.
2. Зобова Н. В. Повышение устойчивости ячменя к стрессовым биотическим и абиотическим факторам в Сибири: автореф. дис. д-р сельскохозяйств.наук //-Красноярск, 2009. – 66 с.
3. Косарева И. А. Изучение коллекции сельскохозяйственных культур и диких родичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв // Доклады РАСХН. – 2012. -Т. 170. – С. 35–45.
4. Черкасова Н. Н, Жужжалова Т. П., Землянухина О. А, Козловская В. Ф. Выделение растений-регенерантов сахарной свеклы в условиях повышенной кислотности почвы //Сахарная свекла. – №1, 2016. С.10–12.

5. Bradford V. V. A rapid and sensitive method for the quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal.Biochem. – 1976. – V.72, N4. – P.417–422.
6. Землянних А. А., Землянних Л.А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений // Воронеж. ВГУ, 1996. – С.97–98.
7. Hede A. R., Skovmand B., Lopez-Cesati J. Acidsoils and aluminum toxicity //In. Application of Physiology in Wheat Breeding СММУТ. -2001. -240 p.
8. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода // Учебное пособие. М.: КДУ, 2007. – 140 с.
9. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений // Учебное пособие студентов биологических вузов. СПб.: СПбГУ, 2002. – 244 с.
10. Лисицын Е.М. Потенциальная алюмоустойчивость сельскохозяйственных растений и её реализации в условиях европейского Северо-Востока России. Автореф. дис... д-р биолог. наук. //- Москва, 2005. – 48с.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРАЗКІВ ГОРОХУ

**Л. Н. Шевченко¹, А. О. Василенко¹, С. І. Силенко²,
І. М. Безуглий¹, А. В. Глянцев¹, А. М. Штельма¹**

¹ *Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна
(yuriev1908@gmail.com)*

² *Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва
ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна*

Розроблений Райтом шляховий аналіз – ефективний метод статистичного аналізу причин та наслідків у системі взаємозв'язків між ознаками. Застосування цього методу для аналізу насінневої продуктивності рослин, що обумовлений окремими елементами структури, уперше описаний D. R. Dewey, K. H. Lu (1959). За допомогою шляхового аналізу оцінюють окреми внески кожного з елементів структури у загальну продуктивність рослини. При цьому встановлюють прямий та опосередкований ефекти ознак, що становлять систему причин-наслідків [1].

Метою роботи було встановлення особливостей формування продуктивності у сортів гороху в різних екологічних умовах.

Експериментальні дослідження проводили в польових умовах дослідного поля Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (ІР ім. В. Я. Юр'єва), що розташована в с. Елітне Харківського району Харківської області та на Устимівській дослідній станції рослинництва (УДСР) НААН Полтавська обл., Глобінський р-н, с. Устимівка у 2018 році.

Кількість сортів в досліді – сім селекції ІР ім. В. Я. Юр'єва (Царевич, Оплот, Отаман, Меценат, Корвет, Гайдук, Малахит) та шість безлисточкових селекційних ліній – СЛ 10–24, СЛ 10–84, СЛ 11–25, СЛ 11–40, СЛ 12–20, СЛ 15–60.

Посів зразків гороху у розсаднику проводили ручними саджалками. Ділянка в 5 рядків займала площу 1,2 м² з міжряддям в 15 см і відстанню між рослинами в рядку 15 см. Загальна кількість рослин на ділянці складала 50 шт. Колекційні зразки оцінювали за індивідуальною продуктивністю рослин.

Визначали: кількість вегетативних вузлів (ВВ), кількість продуктивних вузлів (ПВ), кількість бобів на рослині, кількість насіння з рослини, масу насіння з рослини. Також вимірювали довжину стебла рослин гороху.

Експериментальні дані обробляли із використанням методів статистичного аналізу [1, 7]. Розрахунки виконували з використанням штатних можливостей програм Microsoft Word та Excel.

На території проведення польових досліджень ІР ім. В. Я. Юр'єва в с. Елітному гідротермічний режим першого періоду вегетації гороху у 2018 році був сприятливим. Рослини добре розвивались, але в період повного цвітіння–наливу бобів температурний режим змінився. Так, відсутність опадів і підвищені температури повітря практично до закінчення фази наливу бобів не дали змогу рослинам реалізувати свій потенціал, що і позначилось на загальній продуктивності в умовах Харківської області

Агрокліматичні умови, що скалилися у 2018 році на території УДСР також були несприятливими для вирощування зернобобових культур. Весна була досить теплою з малою кількістю опадів. Літо було дуже спекотним та сухим. Температура на поверхні ґрунту досягала 64 С⁰. Але такий гідротермічний режим дозволив провести комплексну об'єктивну оцінку досліджуваного селекційного матеріалу та виділити кращі зразки за певними характеристиками та їх поєднанням.

В умовах розташування наукової сівозміни ІР ім. В. Я. Юр'єва довжина стебла досліджуваних зразків становила від 41,6 см у сорту Отаман до 73,4 см у селекційної лінії СЛ 11–25 (табл. 1). Кількість вегетативних вузлів (ВВ) коливалась від 13,2 шт. у селекційної лінії СЛ 10–24 до 17,8 шт. у СЛ 10–84. За кількістю продуктивних вузлів виділені селекційні лінії СЛ 11–40 та СЛ 10–84 з рівнем ознаки 4,0 шт. та 3,6 шт. відповідно. За ознакою «кількість бобів на рослині» найвищий показник – 6,6 шт. був у селекційної лінії СЛ 11–40.

За кількістю насінин на рослину найвищий рівень серед представлених зразків був у селекційної лінії СЛ 11–25 – 29,8 шт. При аналізі отриманих даних було встановлено, що найвищий рівень продуктивності сформувала селекційна лінія СЛ 12–20 із рівнем 6,32 г та СЛ 11–25 з показником 6,11 г на рослину, а серед сортів – сорт Меценат з показником 4,67 г на рослину.

1. Елементи продуктивності зразків (ІР ім. В. Я. Юр'єва), 2018 р.

Зразок	Довжина стебла, см	Кількість, шт.				Маса насіння з рослини, г
		ВВ	ПВ	бобів	насінин	
Оплот	43,4	14,2	2,4	4,2	16,8	4,04
Отаман	41,6	16,2	2,2	3,6	15,2	3,98
Меценат	52,2	15,6	3,4	5,8	19,4	4,67
Малахит	52,4	14,2	3,0	5,0	17,8	4,41
СЛ 10–24	49,6	13,2	2,8	4,8	20,8	5,51
СЛ 10–84	54,6	17,8	3,6	5,6	22,0	5,68
СЛ 11–25	73,4	13,6	2,8	5,4	29,8	6,11
СЛ 11–40	50,0	16,6	4,0	6,6	26,6	5,87
СЛ 12–20	57,8	17,4	3,2	5,2	25,2	6,32
СЛ 15–60	57,6	17,4	3,2	5,0	23,0	6,07
Середнє	46,9	15,2	3,3	5,2	21,4	5,3
НІР ₀₅	4,3	1,0	0,2	0,4	1,9	0,4

В умовах УДСР довжина стебла у досліджуваних сортів становила від 62,0 см у селекційної лінії СЛ 15–60 до 88,0 см у СЛ 11–25 (табл. 2). Кількість вегетативних вузлів була значно меншою і дорівнювала від 8,8 шт. у селекційної лінії СЛ 15–60 до 12,8 шт. у СЛ 10–84.

2. Елементи продуктивності зразків (УДСР), 2018 р.

Зразок	Довжина стебла, см	Кількість, шт.				Маса насіння з рослини, г
		ВВ	ПВ	бобів	насінин	
Оплот	65,0	10,4	4,2	9,0	31,3	6,8
Отаман	63,0	11,4	5,4	7,4	29,6	5,6
Меценат	66,0	10,6	3,4	6,2	26,8	6,4
Малахит	65,0	10,4	4,3	7,3	28,0	6,0
СЛ 10–24	71,0	12,2	4,8	7,8	27,6	6,4
СЛ 10–84	68,8	12,8	4,2	6,2	19,8	4,0
СЛ 11–25	88,0	12,3	6,4	14,2	56,4	10,0
СЛ 11–40	66,0	7,4	4,8	9,0	32,4	7,2
СЛ 12–20	75,0	10,2	3,4	5,8	21,0	5,2
СЛ 15–60	62,0	8,8	3,0	4,6	15,4	2,8
Середнє	68,3	10,5	4,7	8,1	30,4	6,4
<i>НІР₀₅</i>	5,99	1,3	0,9	2,2	8,8	1,7

Показники «кількість продуктивних вузлів» «кількість бобів на рослині» «кількість насінин з рослини» та «маса насіння з рослини» були більшими у порівнянні із показниками, що отримані в умовах Харківської області.

Так, найвищий рівень ознаки «кількість продуктивних вузлів» становив 6,4 шт. у селекційній лінії СЛ 11–25, у цієї ж лінії був найвищий показник за ознакою «кількість бобів на рослині», «кількість насінин з рослини» та «маса насіння з рослини» – 14,2 шт., 56,4 шт. та 10,0 г відповідно.

Таким чином, за рівнем індивідуальної продуктивності в умовах ІР ім. В. Я. Юр'єва виділено селекційні лінії СЛ 12–20 та СЛ 11–25, а в умовах УДСР селекційну лінію СЛ 11–25.

При порівнянні розрахованих коефіцієнтів шляхового аналізу, встановлено, що в умовах УДСР найбільший прямий вплив на продуктивність має ознака «кількість насінин на рослині» ($r=1,07$), на відміну від матриці шляхових коефіцієнтів розрахованих для зразків в умовах ІР ім. В. Я. Юр'єва, де значення коефіцієнта для цієї ознаки становило ($r=0,96$) (табл. 3). При цьому у шляховій матриці зразків із УДСР інші значення як прямих, так непрямих внесків були невисокими різної спрямованості. Непрямий вплив на ознаку «кількість насінин на рослині» має додатні непрямі коефіцієнти для ознак «кількість продуктивних вузлів» ($r=0,91$), «кількість бобів з рослини» ($r=1,05$) та «довжина стебла» ($r=0,78$).

В матриці шляхових коефіцієнтів для зразків, що вирощували в умовах ІР ім. В. Я. Юр'єва високий прямий додатний внесок ознаки «кількість продуктивних вузлів» ($r=2,52$) нівелюється прямим від'ємним значенням ($r=-2,43$) ознаки «кількість бобів з рослини». На відміну від матриці зразків із УДСР, в матриці зразків ІР ім. В. Я. Юр'єва для ознаки «кількість продуктивних вузлів» непрямі додатні значення були доволі високими – від непрямого впливу ознаки «кількість бобів з рослини» з показником ($r=2,35$) до значення непрямого шляхового коефіцієнту ознаки «довжина стебла» ($r=0,63$). Встановлено непрямий від'ємний внесок досліджуваних ознак на рівень ознаки «кількість бобів з рослини». А непрямий вплив ознак на «кількість насінин на рослині» має додатний характер.

3. Шляховий аналіз продуктивності зразків гороху, 2018 р.

Ознаки		Шляхові коефіцієнти				
		Довжина стебла	Кількість			
			ВВ	ПВ	бобів	насінин
УДСР						
Довжина стебла		-0,03	-0,01	-0,10	0,05	0,78
Кількість:	вегетативних вузлів (ВВ)	-0,01	-0,03	-0,07	0,02	0,27
	продуктивних вузлів (ПВ)	-0,02	-0,01	-0,18	0,06	0,91
	бобів	-0,02	-0,01	-0,16	0,07	1,05
	насінин	-0,02	-0,01	-0,16	0,07	1,07
ІР ім. В. Я. Юр'єва						
Довжина стебла		0,31	0,03	0,63	-1,04	0,81
Кількість:	вегетативних вузлів (ВВ)	-0,02	-0,46	1,32	-0,60	0,04
	продуктивних вузлів (ПВ)	0,08	-0,24	2,52	-2,27	0,52
	бобів	0,13	-0,11	2,35	-2,43	0,66
	насінин	0,27	-0,02	1,36	-1,68	0,96
Примітка. Жирним зазначено прямі коефіцієнти						

Таким чином, за допомогою шляхового аналізу оцінено відносні внески кожного з елементів структури продуктивності в загальну продуктивність рослини. В даному випадку рівні як прямих так і непрямих внесків у формування продуктивності виявились досить різними, але формування продуктивності у зразків іде за рахунок однакових ознак структури, про що свідчить розрахований коефіцієнт Спірмена – спорідненість матриць становить $r_s=0,94$.

Дослідження будуть продовжені у 2019 році.

Література

1. Седловский, А.И., Мартынов, С. П., Мамонов, Л. К. (1982). *Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур*. Алма-Ата. 200 с.
2. Доспехов Б. А. (1979) *Методика полевого опыта*. Москва: «Колос». 415 с.

ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ И.А. РАПОПОРТА НА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ

Н.С. Эйгес¹, Г.А. Волченко¹, С.Г. Волченко²

¹АО Воскресенское. Московская обл.; Россия

²Союз писателей Москвы., г. Москва; Россия

До 40-ых годов XX века в средней полосе России и в её Центральном регионе в производственных посевах не было озимой пшеницы т.к. не было зимостойких сортов, а зимы бывали суровыми. Из озимых культур здесь выращивалась зимостойкая рожь. Однако вопрос об озимой пшенице, как об основной продовольственной культуре, постоянно возникал, тем более, что площадей было

достаточно по тем временам. Постепенно освоить эти площади озимой пшеницей удалось благодаря созданию зимостойких сортов [1,2,3,4]. Поэтому озимая пшеница в настоящее время широко выращивается в средней полосе России. Этому на стартовый период 40-ых годов способствовало два обстоятельства. Первое – это применение метода отдаленной гибридизации, инициатором которого в нашей стране был Николай Васильевич Цицин [5]. Второе – применение радиационного метода Львом Николаевичем Делоне [6] в Украине, где так же как, и в Центральной России бывали неблагоприятные зимы.

Начиная с 40-ых годов 20 века в средней полосе России широко, в 13 областях [4] стали выращивать зимостойкую озимую пшеницу созданную методом отдаленной гибридизации – сорт Пшенично-Пырейный гибрид (ППГ) 186. Зимостойкость у этого сорта возникла благодаря содержанию в его геноме некоторого количества генетического материала пырея [7], переданного от пырея сизого *Agropyron glaucum*: при его скрещивании со старым незимостойким нераспространенным сортом озимой пшеницы Лютестенс 329.

В фенотипе сорта ППГ 186 наблюдается немного признаков пырея, что по-видимому, определяется небольшим количеством генетического материала пырея в геноме этого сорта пшеницы. Очевидно поэтому фенотип сорта ППГ 186 полностью пшеничный, а также поэтому сорт константен [8]. По представлению Ю.А. Иванова (сотрудника одного из авторов сорта ППГ 186 Г.Д. Лапченко) сорт ППГ 186 представляет собой материнскую форму, дополненную некоторыми признаками пырея. Пырейные признаки в фенотипе сорта ППГ 186 – это более сильный восковой налет на листе и стебле, более высокая зимостойкость и более высокие хлебопекарные свойства. Все это по сравнению с сортом Лютестенс 329.

Некоторые моменты в поведении мейоза у сорта ППГ 186 также дают возможность предполагать о содержании в его геноме пырейного генетического материала. Это наличие гетероморфного бивалента [9] и преждевременное расхождение его хромосом (рис. 1).

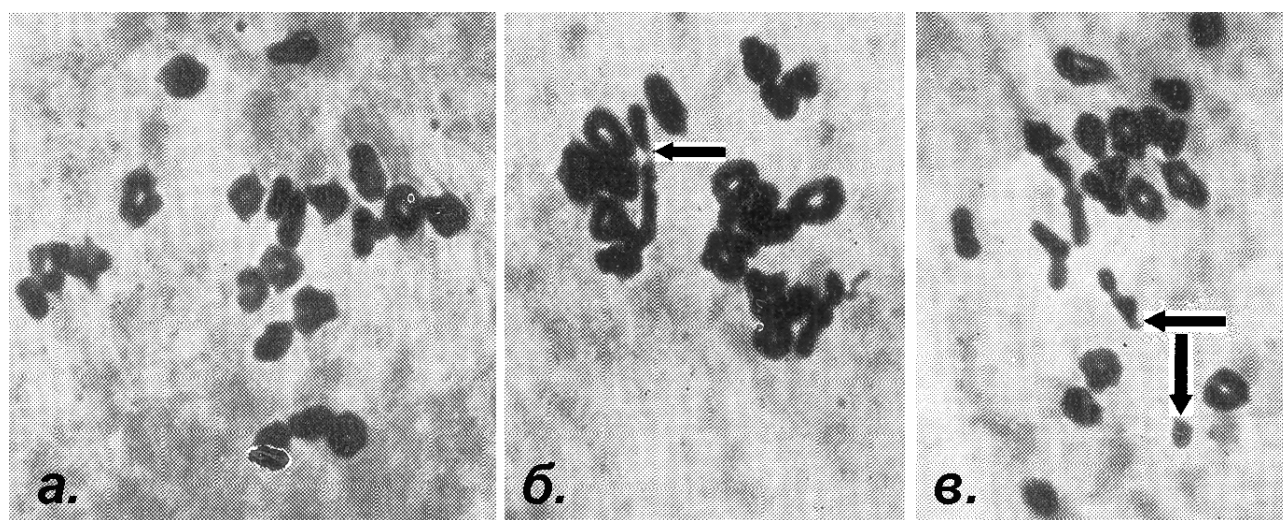


Рис. 1 Первое деление мейоза. Метафазные пластинки:

- а) первая метафаза мейоза в норме, 21 бивалент закрытого типа;
- б) первая метафаза мейоза гетероморфный бивалент открытого типа;
- в) преждевременное расхождение хромосом гетероморфного бивалента.

Интересен момент, подтверждающий наше предположение о присутствии в геноме сорта ППГ 186 генетического материала пырея. Это выщепление в первом (М1) и во втором (М2) поколениях растений пырейного типа [7] (рис. 2) после обработки воздушно-сухих семян сорта ППГ 186 химическим мутагеном. При этом наблюдается разная степень пырейного фенотипа у этих выщепляющихся растений. Авторы сорта ППГ 186 Н.В. Цицин и Г.Д. Лапченко считали этот феномен главным в доказательствах присутствия генетического материала пырея в геноме сорта ППГ 186 для сомневающих в этом присутствии.

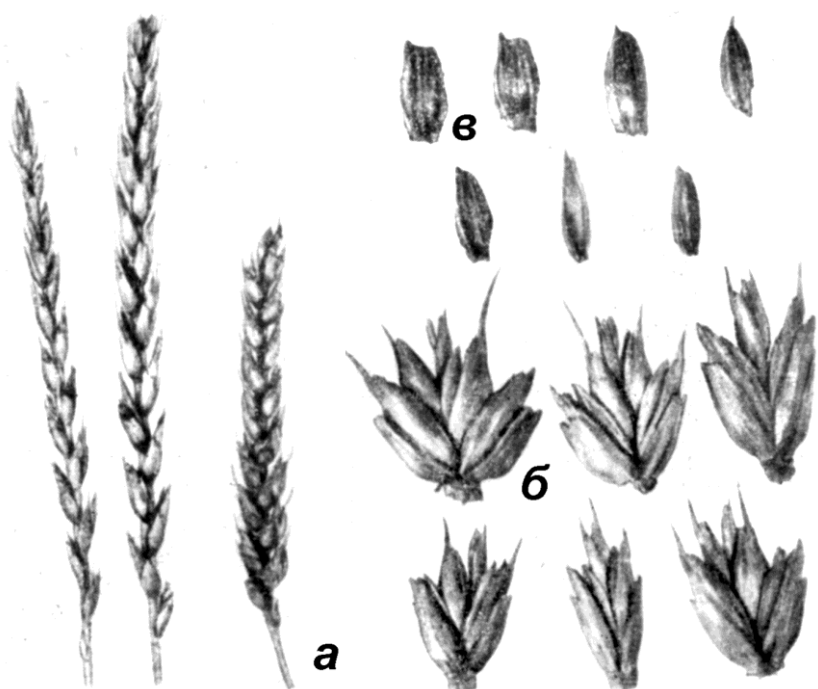


Рис. 2 Типы колосьев, колосковых чешуй и колосков у растений пырейного фенотипа:

- а) колос исходного сорта ППГ 186,
- б) колосок исходного сорта ППГ 186;
- в) ППГ 186.

Мы полагаем, что эта, описанная выше ситуация с сортом ППГ 186, явилась причиной высокой частоты мутаций и широкого мутационного спектра [10] при обработке семян сорта химическим мутагеном, при том, что данный сорт сыграл роль исходного в наших работах по мутационной селекции. В данном случае семена исходного сорта ППГ 186 обрабатывались этиленимином (ЭИ) – одним из первых химических мутагенов, открытых И.А. Рапопортом [11].

Были найдены наиболее эффективные дозы ЭИ – 0,01 – 0,04% при экспозиции 24 часа [10]. При этом частота мутаций и широта мутационного спектра (т.е. его разнообразие) были особенно высоки по сравнению с иными сочетаниями мутаген – доза – исходный сорт [12]. Поэтому мы в своих исследованиях в дальнейшем руководствовались именно этим сочетанием химического мутагена, его доз и исходного сорта. Высокая мутабельность сорта ППГ 186 возможно связана с повышенной гетерозиготностью, которая в свою очередь, может быть обусловлена наличием генетического материала пырея в геноме сорта ППГ 186.

Сорт ППГ 186, таким образом, был возрожден в работах по мутационной селекции и вышел из генетического и селекционного небытия. (в 60-тые годы 20 века сорт ППГ 186 в производственных посевах был заменен более продуктивным

и пластичным сортом Мироновская 808 и далее не выращивался). Сорт Мироновская 808 в наших исследованиях отличается от сорта ППГ 186 меньшей мутабельностью. Вся наша обширная коллекция хемомутантов озимой пшеницы была получена на основе исходного сорта ППГ 186 [13]. Так что в данном случае бытующее мнение о том, что в работах по мутационной селекции надо в виде исходных сортов брать наиболее продуктивные из существующих, так называемый «потолок», мы ставим под сомнение.

В наших исследованиях была оценена высокая эффективность данного сочетания [12] мутагена, его доз и исходного сорта. Использование этого сочетания дало свои положительные плоды, как в отношении дальнейшего развития исследований закономерностей метода химического мутагенеза, так и его практического применения. Однако, не исключено существование ещё более эффективных сочетаний химического мутагена, его доз и исходного сорта. Здесь открывается большое поле научных изысканий.

Интересует вопрос об исходном сорте, которым можно было бы заменить сорт ППГ 186 в данной триаде. Возникает желание попробовать заменить его на другие сорта и образцы, созданные как и ППГ 186 методом отдаленной гибридизации и исследовать их мутабельность, и, если она также высока, то изучить существует ли закономерность, связанная с высокой их мутабельностью. Роли исходного сорта в изучении закономерностей мутационной селекции придавал В.Б. Енкен – ученый Новосибирского Института цитологии и генетики РАН [14]. Пока, в настоящий момент, мы изучаем нашу коллекцию [13], полученную на основе исходного сорта ППГ 186 и «черпаем» из неё наилучшие хемомутантные образцы в виде исходного материала для создания новых ценных сортов озимой мягкой пшеницы.

В коллекции имеются хемомутантные сорта и образцы, отличающиеся высокой комбинационной способностью [15], которая проявляется при скрещиваниях их с другими сортами, в том числе немутантного происхождения. Среди них сорт Мироновская 808 также обладает высокой комбинационной способностью при скрещиваниях с соответствующими хемомутантами сортами и образцами. В результате в значительной степени повышаются комбинаторика признаков и возможности выбора лучших образцов. За счет коллекционного ценного константного гибридного материала еще более возрастает разнообразие коллекции и повышаются шансы нахождения в ее мутационном спектре нужных селекционно ценных признаков.

Использование в селекционном процессе как селекционно-перспективных хемомутантов, так и константных селекционно ценных гибридов 3–4–5 поколений повышает эффективность селекции. В материале после обработки семян мутагеном и в гибридном материале, полученном на основе хемомутантов с высокой комбинационной способностью наблюдается быстрое наступление константности начиная с 3-го поколения (М3), а в ряде случаев с М2 [16], что вносит свою лепту в ускоренное создание новых ценных сортов, обладающих нужными ценными признаками и комплексами этих признаков [15]. Это еще более повышает эффективность селекции в получении новых сортов озимой пшеницы. Из созданных хемомутантных сортов наиболее часто обнаруживаются сорта мутантно-гибридного происхождения. Сюда относятся сорта Имени Рапопорта, Солнечная (включены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию); Булава (включена в Госреестр по Восточно-Казахстанской области); Бодрый, Метель (проходят Госсортоиспытания); Беседа, Белая (прошли Госсортоиспытания, но не включены в Госреестр). Без участия гибридизации

хемомутантных сортов в нашем арсенале два сорта: Ставропольская кормовая и Сибирская Нива (включены в Госреестр).

При дальнейшем возрастании числа сортов хемомутантного происхождения возможно будет меняться соотношение сортов мутантно-гибридного происхождения, с одной стороны, и мутантного – с другой.

Литература

1. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г., Мустафина Р.А. Зимостойкость озимой мягкой пшеницы и её связь с высотой растений. // Мат. Всерос. Науч. – практ. конф. «Научное обеспечение сельскохозяйственной отрасли в современных условиях», посв. 170-летию со дня рождения д.с. – х.н., проф., засл. агронома К.И. Карповича. Ульяновск: УГТУ, – 2016. – С. 101 – 105.
2. Тупицын Н.В. Связь высоты растений с морозостойкостью, урожайностью и содержанием белка в зерне озимой пшеницы. // Избр. тр. Ульяновск, – 2007. – 138 с.
3. Эйгес Н.С., Волченко Г.А., Александров Е.Н. и др. Пшеница в средней полосе России. Некоторые аспекты ее становления. К 70-летию открытия метода химического мутагенеза И.А. Рапопортом (1946 – 2016). I. Периоды развития становления озимой пшеницы в средней полосе России. // История и педагогика естествознания. – 2016. – С. 73 – 79.
4. Эйгес Н.С., Волченко Г.А., Волченко С.Г., Духанин Ю.А. Пшеница в средней полосе России. Некоторые аспекты истории ее становления. К 70-летию открытия метода химического мутагенеза И.А. Рапопортом (1946 – 2016). II. Запас прочности адаптивных свойств. Некоторые морфофизиологические и генетические основы высокой адаптивности хемомутантных сортов. // История и педагогика естествознания. – 2017. – № 1. – С. 57 – 63.
5. Цицин Н.В. Значение отдаленной гибридизации в эволюции и создание новых видов и форм растений и животных. Отдаленная гибридизация растений. М.: Сельхозгиз, – 1960. – С. 5 – 41.
6. Делоне Л.Н. Экспериментальное получение мутаций у пшеницы // Харьков. Сельхозиздат. – 1934. – 67 с.
7. Эйгес Н.С. Роль генотипа озимой мягкой гексаплоидной пшеницы, созданного на основе отдаленной гибридизации, в индуцированном мутагенезе. // Тез. докл. Междунар. конф. «Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации», посв. памяти Н.В. Цицина. РАН. РАСХН. Совет Ботанических садов России. ГБС. М., – 1998. – С. 508 – 510.
8. Эйгес Н. С., Мартынюк В. В. Жизнеспособность, константность и фертильность мутантов озимой пшеницы, полученных при действии этиленимина. // Химический мутагенез и создание селекционного материала. Москва. Наука. – 1972. – С. 220 – 230.
9. Эйгес Н. С. Изучение мейоза у мутантов озимой пшеницы, полученных при действии этиленимина. // Химический мутагенез и создание селекционного материала. Москва. Наука. – 1972. – С. 230 – 243.
10. Эйгес Н.С. Историческая роль Иосифа Абрамовича Рапопорта в генетике. Продолжение исследований с использованием метода химического мутагенеза. // Вавиловский журнал генетики и селекции. Гены, хромосомы, геномы, эволюционный синтез. Новосибирский Институт цитологии и генетики СО РАН. – Т. 17. – №1. – 2013. – С. 162 – 172.
11. Рапопорт И.А. Карбонильные соединения и химический механизм мутаций // Доклады АН СССР, – 1946. – Т. 54. – №1. – С. 65 – 68.

12. Н.С. Эйгес, Г.А. Волченко, С.Г. Волченко. Некоторые наблюдаемые закономерности, связанные с изучением метода химического мутагенеза И.А. Рапопорта на мягкой озимой пшенице. // Селекционно-генетическая наука и образование. Умань. – 2018. – С. 73 – 78.
13. Эйгес Н. С. Коллекция хемомутантов озимой пшеницы. // Природа, – №1. – Москва. – 1997. – С. 26 – 35.
14. Енкен В.Б. Влияние наследственных особенностей исходных сортов на индуцированную мутационную изменчивость: сбор. науч. тр. «Теория химического мутагенеза». – М.: Наука. – 1971. – С. 154 – 166.
15. Н.С. Эйгес, Г.А. Волченко, С.Г. Волченко, Ю.А. Духанин, Н.Л. Кузнецова, В.П. Упелниек. Пшеница в средней полосе России. Некоторые аспекты ее становления. К 70-летию открытия метода химического мутагенеза И.А. Рапопортом (1946 – 2016). История и педагогика естествознания. М. – 2018. – С. 35 – 43.
16. Эйгес Н. С. Изучение нерасщепляющихся мутантных семей у озимой пшеницы, полученных при действии этиленимина. // Генетика, – Т. 9. – №2. – 1973. – С. 5 – 8.

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ ДОВЖИНИ СТЕБЛА КАРЛИКОВИМИ МУТАНТАМИ *TRITICUM AESTIVUM* L., ІНДУКОВАНИМИ РАДІОНУКЛІДНИМ ЗАБРУДНЕННЯМ У ЗОНІ ЧАЕС

Р.А. Якимчук

*Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини
e-mail: peoplenature16@gmail.com*

М'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.) є однією з основних сільськогосподарських культур, що широко культивується і споживається на всіх континентах земної кулі. Для інтенсифікації аграрного виробництва потрібні нові високопродуктивні сорти і гібриди, здатні в різних ґрунтово-кліматичних умовах давати високі й стабільні врожаї. Лімітувальним чинником реалізації генетичного потенціалу врожайності як найважливішої властивості сорту є вилягання рослин [2, 7]. Створення короткостеблових сортів – ефективний спосіб підвищення продуктивності озимої пшениці при вирощуванні її за інтенсивною технологією. Важливий показник стабільного врожаю низькорослих сортів зумовлений їх більшою стійкістю до вилягання завдяки короткому і міцному стеблу, ліпшим перерозподілом біомаси на користь зерна, збільшенням кількості зернин з одиниці площі за рахунок озерненості колоса і продуктивної кущистості [3, 8].

За результатами досліджень генетичних наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, які понад 30 років проводять учені відділу генетичного поліпшення рослин Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, встановлено, що за умов хронічної дії низьких доз радіації в радіонуклідно забрудненій зоні відчуження (ЗВ) в озимій пшениці з високою частотою індукуються карликові й напівкарликові мутантні рослини [6]. Виділені форми зберігають продуктивний потенціал вихідного сорту і можуть становити селекційну цінність як донори карликовості при створенні сортів озимої пшениці інтенсивного типу. Цікавими для селекційної практики є дані про внесок окремих генів короткостебловості в детермінацію

висоти рослин і характер їх неалельної взаємодії. Знання закономірностей успадкування висоти стебла карликовими рослинами пшениці під час гібридизації дає можливість ефективніше добирати пари для схрещування й отримувати попередню інформацію про можливий кінцевий результат уже з ранніх гібридних поколінь.

Багаторічні фенологічні спостереження та вивчення даних структурного аналізу, включених у схему гібридизації карликів, показали, що індуковані радіонуклідним забрудненням ЗВ ЧАЕС мутантні форми пшениці уже впродовж 12 поколінь (M_{12}) стабільно успадковують ознаку короткостебловості. Батьківські форми пшениці, що були включені до схрещування, за висотою рослин належать до різних груп: середньоросла – сорт Сонечко заввишки 79 см і карлики – мутантні лінії УК 1145/10, УК 1147/10, УК 1148/10 заввишки відповідно 51,2; 55,0 і 52,7 см, що істотно менше від висоти рослин вихідного сорту Альбатрос одеський – 82,3 см.

Рослини F_1 за довжиною головного стебла перевищували залучені до гібридизації генотипи або наближались до батьківської форми з більшим виявом ознаки. Лише у комбінації Сонечко $\times$ УК 1147/10 довжина стебла гібридів була істотно меншою, ніж у материнської форми, і становила 75,6 см. Згідно з даними табл. 1, у гібридів F_1 комбінацій схрещування Сонечко $\times$ УК 1145/10 і Сонечко $\times$ УК 1147/10 довжини стебел успадковувались за проміжним типом (h_p дорівнює відповідно 0,5 і 0,4).

1. Успадкування довжини стебла гібридами F_1 у комбінаціях схрещування карликових мутантних ліній із середньорослим сортом

Комбінація схрещування	Висота рослин, см			C_v в F_1 , %	H_{bt} , %	H_t , %	h_p
	♀	♂	F_1				
Сонечко $\times$ УК 1145/10	79,0 $\pm$ 1,0	51,2 $\pm$ 0,9	78,7 $\pm$ 0,9**	5,6	–0,4	20,9	0,5
Сонечко $\times$ УК 1147/10		55,0 $\pm$ 1,1	*75,6 $\pm$ 1,2**	7,5	–4,3	12,8	0,4
Сонечко $\times$ УК 1148/10		52,7 $\pm$ 1,0	79,2 $\pm$ 1,1**	6,8	0,3	20,3	1,0

Примітки: * – різниця з материнською формою статистично достовірна за $p \leq 0,05$;
 ** – різниця з батьківською формою статистично достовірна за $p \leq 0,05$.

У разі схрещування Сонечко $\times$ УК 1148/10 спостерігалось часткове позитивне домінування ($h_p = 1,0$). Довжини стебел у досліджуваних потомствах F_1 варіювали незначно (коефіцієнти варіації 5,6–7,5%). Отримані нами результати підтверджені даними інших дослідників [4, 5], які за умов схрещування короткостеблових зразків із високорослими отримали гібриди, що мали проміжну висоту з частковим домінуванням вищої батьківської форми.

Однак чимало авторів зазначають, що в окремих гібридів пшениці домінує короткостебловість [8], яка залежно від умов навколишнього середовища при створенні низькорослих гібридів пшениці необхідно вивчати закономірності вияву гетерозису за ознакою висота рослини [1]. За рівнем істинного та гіпотетичного може змінюватись на рецесивний тип успадкування.

Для обґрунтування і розробки генетичних принципів і методів добору вихідного матеріалу гетерозису в F_1 ціннішою для селекції є комбінація Сонечко $\times$ УК 1147/10, оскільки за довжиною стебла спостерігається гетерозис у бік зменшення висоти стебла гібридів порівняно з батьківською формою з інтенсивнішим виявом ознаки ($H_{bt} = -4,3\%$), а коефіцієнт гіпотетичного гетерозису в досліджуваних комбінацій схрещування найменший ($H_t = 12,8\%$).

У гібридів, отриманих у результаті комбінацій схрещувань Сонечко $\times$ УК 1145/10 і Сонечко $\times$ УК 1148/10, коефіцієнт істинного гетерозису дещо зростає

як у бік зменшення ($Hbt = -0,4\%$), так і збільшення ($Hbt = 0,3\%$) вияву ознаки висоти стебла, а коефіцієнт гіпотетичного гетерозису був високим – відповідно 20,9% і 20,3%.

У популяціях рослин F_2 відбувається розщеплення за висотою рослин зі зміною фенотипів від карликових до високорослих, що відображає значний формотворний процес (табл. 2). Найчастіше (92,5–94,9%) траплялись низькорослі та середньорослі форми. Для всіх комбінацій схрещування характерна поява у популяціях рослин F_2 карликових форм, частка яких становила 2,9–3,9%. Найчастіше їх виявляли серед гібридів F_2 , що були результатом схрещування сорту Сонечко з мутантом УК 1147/10. Поява високорослих рослин із частотою 2,2–3,6%, які не характерні ні для батьківського покоління, ні для гібридів F_1 , може свідчити про адитивний ефект взаємодії неалельних генів і підтверджує численні дані про полігенний характер контролю ознаки довжина стебла озимої м'якої пшениці. Найвищу частоту їх вищеплення в другому гібридному поколінні теж виявлено у результаті схрещування Сонечко $\times$ УК 1147/10.

2. Розподіл рослин гібридів F_2 за висотою в комбінаціях схрещування карликових мутантних ліній із середньорослим сортом

Комбінація схрещування	Кількість вивчених рослин в F_2 , шт.	Внутрішньородинна мінливість рослин F_2 за висотою					
		карлики		низько- та середньорослі		високорослі	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Сонечко $\times$ УК 1145/10	828	24	2,9	786	94,9	18	2,2
Сонечко $\times$ УК 1147/10	640	25	3,9	592	92,5	23	3,6
Сонечко $\times$ УК 1148/10	780	28	3,6	729	93,5	23	2,9

Отже, в чорнобильській зоні триває інтенсивний мутаційний процес, що засвідчують індуковані радіонуклідним забрудненням численні мутантні форми пшениці. Серед них виділено карликові мутанти, в яких відсутній депресивний процес вияву ознак за основними елементами продуктивності рослин. У результаті гібридологічного аналізу рослин F_1 при схрещуванні середньорослого сорту з карликовими мутантами озимої м'якої пшениці, отриманими в зоні ЧАЕС, встановлено, що довжина стебла успадковується за проміжним типом та частковим позитивним домінуванням. Оцінка гібридної популяції першого покоління з використанням коефіцієнта варіації вказує на незначне варіювання ознаки довжина стебла. У гібридів першого покоління Сонечко $\times$ УК 1147/10 спостерігався істинний гетерозис у бік зменшення висоти стебла рослин порівняно з батьківською формою з інтенсивнішим виявом ознаки ($Hbt = -4,3\%$), а коефіцієнт гіпотетичного гетерозису серед досліджених комбінацій схрещування був найменшим ($Ht = 12,8\%$).

Для всіх комбінацій схрещування характерна поява в популяціях рослин F_2 карликових форм, частка яких становила 2,9–3,9%. Поява високорослих рослин із частотою 2,2–3,6%, які не характерні ні для батьківського покоління, ні для гібридів F_1 , може свідчити про адитивний ефект взаємодії неалельних генів.

Література

1. Bakumenko O.M., Vlasenko V.A. (2015). Heterosis and inheritance of a mass of 1000 seeds in F_1 soft winter wheat. Avtokhtonni ta introdukovani roslyny, 11, pp. 67–73 [in Ukrainian].

2. Lozinskyi, M. V. (2016). Inheritance of stem length and internodes of soft winter wheat in F_1 and cleavage in F_2 for hybridization of different ecotypes. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 32(9), pp. 186–191 [in Ukrainian].
3. Luchna, I. S. (2013). Inheritance of the basic elements of productivity in winter wheat F_1 hybrids in the process of creating a disease-resistant source material. *Selektsiia i nasinnystvo*, 103, pp. 153–159 [in Ukrainian].
4. Marchenko, D. M., Kostylev, P. I. & Grichanikova, T. A. (2013). Types of inheritance plant height, spike length, the number and weight of grain from the ear in winter wheat F_2 hybrids. *Zernovoe hozyaystvo Rossii*, 1, pp. 17–26 [in Russian].
5. Morgun, V. V. & Logvinenko, V. F. (1995). *Mutational wheat breeding: монографія*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
6. Morgun, V. V. & Yakymchuk, R. A. (2010). Genetic consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant. Kyiv: Logos [in Ukrainian].
7. Shelepov, V. V., Gavrilyuk, M. M. & Vergunov, V. A. (2013). *Wheat: biology, morphology, selection, seed production*. Kiev: Logos [in Russian].
8. Voloshchuk, S. I. & Yurchenko, T. V. (2015). The variability of the sign of the length of the stem in the hybrid-mutant populations of soft winter wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5, pp. 36–40 [in Ukrainian].

ЗМІСТ

<i>Азизов И.В., Гасымова Ф.И., Ибрагимова У.Ф., Тагиева К.Р., Абдуллаева А.Б.</i>	ВЛИЯНИЕ КРАСНОГО И ДАЛЬНЕ-КРАСНОГО СВЕТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФИТОХРОМА И АКТИВНОСТЬ ФОТОСИСТЕМЫ 2 В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ НАСЛ.....	3
<i>Ахмедова Г.Г., Гаджиев Э.С.</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ РАЗНОВИД- НОСТИ У ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (<i>TRITICUM DURUM</i> DESF.) c ISSR МАРКЕРАМИ	6
<i>Babayeva N.S., Shikhlinski H.M.</i>	SPREADING OF PEAR VARIETIES IN AZERBAIJAN AND THEIR BIOMORPHOLOGICAL PARAMETERS.....	7
<i>Бабиц В.О., Наконечна М.С., Попов В.М., Кучук М.В., Парій М.Ф., Парій Я.Ф., Симоненко Ю.В.</i>	ВИКОРИСТАННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ ДЛЯ ПРИСКОРЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СТВОРЕННІ ЗАКРІПЛЮВАЧІВ СТЕРИЛЬНОСТІ СОНЯШНИКА	11
<i>Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А.</i>	ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНТЕЙНЕР- НОГО ДОРОЩУВАННЯ УКОРІНЕНИХ ЖИВЦІВ ЧОР- НИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ (<i>VACCINIUM CORYMBOSUM</i> L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	12
<i>Бекузарова С.А., Соколова Л.Б.</i>	ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ИНТРОДУКЦИИ РАС- ТЕНИЙ КЛЕВЕРА.....	15
<i>Білявська Л.Г., Рибальченко А.М.</i>	ДЖЕРЕЛА ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ У КОЛЕК- ЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СОЇ.....	19
<i>Борозан Е.А., Чернец А.М., Проданюк Л.Н., Калашиян Ю.А., Н. Сакалы, Лукица В.И.</i>	ПОПОЛНЕНИЕ БЕЗВИРУСНОГО ГЕНОФОНДА СОР- ТИМЕНТОМ ГРЕЦКОГО ОРЕХА В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА	22
<i>Вайсфельд Л.И., Боме Н.А., Ширяев П.А.</i>	ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАСТЕНИЕ- ВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ: ОБЗОР КОЛЛЕКТИВНЫХ МОНОГРАФИЙ, ИЗДАННЫХ АМЕРИКАНО-КАНАДС- КИМ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ APPLE ACADEMIC PRESS	25

Варлащенко Л.Г.	ЗБАГАЧЕННЯ КОЛЕКЦІЇ ЖИМОЛОСТІ ЇСТІВНОЇ НОВИМИ СОРТАМИ ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ.....	29
Варченко О.І., Красюк Б.М., Кучук М.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В.	СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ З РІЗ- НИМИ ТЕРМІНАТОРАМИ ТА 3'-НЕТРАНСЛЮЮ- ЧИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ	32
Варченко О.І., Красюк Б.М., Белокурова В.Б., Кучук М.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В.	СКРІНІНГ ДИКИХ ВИДІВ РОДУ <i>NICOTIANA</i> ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РЕКОМБІНАНТНИХ БІЛКІВ.....	34
Васильченко Е.Н., Карпеченко Н.А.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RFLP-АНАЛИЗА ДЛЯ ОТБОРА ГАПЛОИДНЫХ РЕГЕНЕРАНТОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В КУЛЬТУРЕ <i>IN VITRO</i>	36
Васильченко Е.Н., Колесникова Е.О., Жужжалова Т.П.	ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПАРТЕНОГЕНЕЗА <i>IN VITRO</i> В КУЛЬТУРЕ НЕОПЛОДОТВОРЕННЫХ СЕМЯЗАЧАТКОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	38
Гаджиева А.Ф., Шыхлинский Г.М.	ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РОДСТВА МЕЖДУ МЕСТНЫМИ ОБРАЗЦАМИ ВИНОГРАДА С ПОМОЩЬЮ ISSR МАРКЕРОВ	42
С.В. Галущенко, О.І. Варченко, Б.М. Красюк, Оне О.-В.З., Гринчук К.В., Антіпов І.О., Кучук М.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В.	ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕМБРІОЇДОГЕНЕЗУ ТА РЕГЕНЕРАЦІЇ РОСЛИН КУКУРУДЗИ (<i>ZEА MAYS L.</i>) ІЗ НЕЗРІЛИХ ЗАРОДКІВ	43
Гасанова Г.М., Талаи Дж.М., Гумматов Н.Г., Рустамов Х.Н.	АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ.....	45
Гнатюк І.С., Варченко О.І., Кучук М.В., Парій М.Ф., Симоненко Ю.В.	ПІДБІР СЕЛЕКТИВНИХ УМОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ <i>IN</i> <i>VITRO</i> ГЛІФОСАТ-РЕЗИСТЕНТНИХ РОСЛИН ОЗИ- МОГО РІПАКУ <i>BRASSICA NAPUS L.</i>	49

<i>Гончарук Ю.Д.</i>	СЕЛЕКЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ЗАПИЛЮВАЧА ЯБЛУНІ.....	50
<i>Hospodarenko H.M., Liubych V.V., Polianetska I.O., Ulianych I.F.</i>	AMINO ACID CONTENT OF GRAIN OF NEW WHEAT VARIETIES AND LINES.....	53
<i>Діордієва І.П.</i>	ПАРАМЕТРИ АДАПТИВНОСТІ НОВИХ СОРТО-ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ	57
<i>Дубовик Н.С., Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Правдзіва І.В.</i>	СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА У ГІБРИДІВ F ₁ TRITICUM AESTIVUM L., СТВОРЕНИХ ЗА УЧАСТІ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАНСЛОКАЦІЙ	59
<i>Дячук П.В., Перфільєва Л.П., Мехтюк А.С.</i>	ВИХОВАННЯ В УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЯК ЗАПОРУКИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНО-ФОНДУ РОСЛИН	63
<i>Зіміна О.В., Смірнова В.А., Симоненко Ю.В., Парій М.Ф.</i>	РЕГУЛЯЦІЯ ГЕНІВ У ЕУКАРІОТІВ.....	66
<i>Кириєнко А.В., Кучук М.В., Симоненко Ю.В., Парій М.Ф., Щербак Н.Л.</i>	ІНДУКЦІЯ КАЛЮСОГЕНЕЗУ ІЗ ЗРІЛИХ ЗАРОДКІВ ДЛЯ ОЗИМИХ ГЕНОТИПІВ TRITICUM SPELTA L. ТА TRITICUM AESTIVUM L.	69
<i>Киселева М.И., Коломиец Т.М., Любич В.В.</i>	ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ УКРАИНЫ И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, УСТОЙЧИВОГО К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ .	70
<i>Козуб Н.О., Созінов І.О., Бідник Г.Я., Дем'янова Н.О., Созінова О.І., Карелов А.В., Блюм Я.Б.</i>	НОВІ ВАРІАНТИ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАНСЛОКАЦІЙ З УЧАСТЮ ПЛЕЧА 1RS.....	77
<i>Козуб Н.О., Созінов І.О., Бідник Г.Я., Дем'янова Н.О., Созінова О.І., Карелов А.В., Блюм Я.Б.</i>	АНАЛІЗ МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ ВІД ГІБРИДИЗАЦІЇ З AEGILOPS BIUNCIALIS VIS. ЗА ЛОКУСАМИ ЗАПАСНИХ БІЛКІВ ЯК ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ ХРОМОСОМИ 1U.....	81

Колдар Л.А., Оксантюк В.М.	РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ <i>CERCIS CHINENSIS</i> BUNGE ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ В НДП «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ.....	85
Колчинский Э.И.	СОВРЕМЕННОЕ ВАВИЛОВЕДЕНИЕ	87
Комісаренко А.Г.	ОТРИМАННЯ ГЕНЕТИЧНО ЗМІНЕНИХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.) СПОСОБОМ <i>AGROBACTERIUM</i> -ОПОСЕРЕДКОВАНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ <i>IN PLANTA</i>	93
Корнєєва М.О., Тимчишин С.М., Пурдяк Л.С.	ДОБІР ГЕНЕТИЧНО ЦІННИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦУКРОВО-КОРМОВИХ ГІБРИДІВ ПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА.....	96
Корчмарьов А.В., Захарова О.О., Волкова Н.Е.	МЕТОДИ ІЗОТЕРМІЧНОЇ АМПЛІФІКАЦІЇ ДНК В РОСЛИННИЦТВІ.....	100
Косенко І.С., Опалко А.І., Балабак О.А.	ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ФУНДУКА (<i>CORYLUS DOMESTICA</i> KOS. ET OPAL.) КОЛЕКЦІЇ НДП «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ.....	102
Коцюба С.П.	ВИВЧЕННЯ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗА ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ.....	107
Коцюба С.П.	ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ У ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ	109
Кравченко В.С., Любченко Д.Р.	ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	111
Кравченко Н. В., Подгаєцький А. А., Дегтярьова М. С.	ПРОДУКТИВНІСТЬ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ, ЇХ БЕККРОСІВ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ.....	112
Кравченко Н. В., Подгаєцький А. А., Собран І. В.	СЕРЕДНЯ МАСА БУЛЬБ ДРУГОГО БУЛЬБОВОГО ПОКОЛІННЯ ПОТОМСТВА ВІД БЕККРОСУВАННЯ СКЛАДНИХ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ.....	114
Крижанівський В.Г., Завалко О.С.	ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА Й УРОЖАЙНОСТІ В КОМПЛЕКСІ З ІНШИМИ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ.....	116
Крижанівський В.Г., Тулій П.В.	ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ЧИННИКІВ ТА БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СОРТУ	119
Куманська Ю.О.	ПОРІВНЯННЯ НОМЕРІВ МУТАНТНОГО ПОХОДЖЕННЯ РІПАКУ ЯРОГО ЗА ДОВЖИНОЮ СТРУЧКА ТА КІЛЬКІСТЮ НАСІНИН У НЬОМУ	123

<i>Ленивко С.М., Силук В.В., Ткачик Ю.А.</i>	ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> ПОЧЕК СОРТОВЫХ РОЗ ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА 125
<i>Liubych V.V.</i>	EVALUATION OF QUALITY OF MACARONI FROM FLOUR OF DIFFERENT VARIETIES AND STRAINS OF SPELT WHEAT 127
<i>Любич В. В., Новіков В. В.</i>	ПЕРСПЕКТИВИ ГІБРИДИЗАЦІЇ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ 130
<i>Любченко А. І., Сержук О. П., Фоменко О. О., Пархонюк В. С.</i>	СУЧАСНИЙ СОРТИМЕНТ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ 133
<i>Мазур З.О., Корнєєва М.О.</i>	ПРОДУКТИВНІСТЬ І КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ ПРОСТИХ СТЕРИЛЬНИХ ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО ЯК МАТЕРИНСЬКОЇ ФОРМИ 135
<i>Макарчук М.О.</i>	УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПАРАМЕТРІВ ПІЛКОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ 140
<i>Мамалига В.С., Бугайов В.Д., Горенський В.М.</i>	ЯВИЩЕ САМОНЕСУМІСНОСТІ В РОСЛИН ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В СЕЛЕКЦІЇ ЛЮЦЕРНИ..... 142
<i>Мамедова Н.Х., Шихлинский Г.М.</i>	ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И ВЫЖИВАЕМОСТЬ РАСТЕНИЙ ХЛОПЧАТНИКА 145
<i>Мішкурів Ю.Н.</i>	СЕЛЕКЦІОНЕР-ПЛОДІВНИК ДЕСЯТОВ АНАТОЛІЙ МАТВІЙОВИЧ (до 110-річчя від дня народження) 148
<i>Моцний І. І., Соломонов Р. В.</i>	ІНТРОГРЕСИВНІ ЛІНІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЯК ДЖЕРЕЛА ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ. 154
<i>Муратова Е.Н., Седельникова Т.С., Горячкина О.В., Бажина Е.В., Седаева М.И., Пименов А.В., Аверьянов А.С.</i>	КАРИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХВОЙНЫХ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ 158
<i>Налбандян А.А.</i>	ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ У <i>BETA VULGARIS</i> L. 160
<i>Namazova L.H., Aliyeva A.J.</i>	INTERGENERIC COMMON WHEAT × <i>AE. GENICULATA</i> HYBRIDS UNDER FIELD CONDITIONS IN AZERBAIJAN 165

<i>Нижник С.В.</i>	УКРАЇНЕЦЬ, ЩО ЗБАГАТИВ НАУКУ ГЕНЕТИКУ: ЗАБУТЕ ІМ'Я УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО.....	167
<i>Новак Ж.М., Новак А.В.</i>	ПРОДУКТИВНІСТЬ ОДНІЄЇ РОСЛИНИ СОРТО- ЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ	170
<i>Новак В.Г., Новак Ю.В.</i>	ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ	172
<i>Новак Ж.М., Точенюк М.О.</i>	СТІЙКІСТЬ ДО ВИЛЯГАННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ПШЕ- НИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС ...	174
<i>Новак Ж.М., Тополь О.А.</i>	ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД НАСІННЯ СОРТОЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО КОЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОГО НУС.....	176
<i>Опалко А. І., Опалко О. А.</i>	ЗБЕРЕЖЕННЯ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБОРУ В РОСЛИННИХ ПОПУЛЯЦІЯХ	178
<i>Осокіна Н. М., Любич В. В., Лещенко І. А., Колодійчук А. В.</i>	БІЛКОВО-ПРОТЕЇНАЗНИЙ КОМПЛЕКС ПШЕНИЦІ ПОЛБИ.....	183
<i>Ошевнев В.П., Грибанова Н.П., Васильченко Е.Н., Бердников Р.В.</i>	ОДНОСЕМЯННОСТЬ ГОМОЗИГОТНЫХ ДИГАП- ЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ОПЫЛИТЕЛЕЙ О-ТИПА САХАР- НОЙ СВЕКЛЫ.....	185
<i>Павлова А.Ю., Джюра Н.Ю.</i>	ВПЛИВ ФОРМУВАННЯ МАТОЧНИХ РОСЛИН НА ВИХІД І ЯКІСТЬ ВКОРІНЕНИХ ЖИВЦІВ ВИШНІ СОРТУ ВОЛОДИМИРСЬКА.....	189
<i>Пахолкова Е.В., Сальникова Н.Н., Куркова Н.А., Коломиец Т.М., Шаманин В.П.</i>	РАЗЛИЧНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И СЕЛЕК- ЦИОННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ СЕПТОРИОЗА – <i>P. NODORUM</i> И <i>Z. TRITICI</i>	193
<i>Пиж'янов В.В., Поліщук В.В., Балабак А.Ф.</i>	ФЕНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ГЕНОТИПІВ АКТИНІДІЇ (<i>ACTINIDIA</i> LINDL.) ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗМНОЖЕННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	197
<i>Полторецький С. П., Полторецька Н. М., Бурдига В. М.</i>	ДОБІР ПОПЕРЕДНИКІВ І СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НАСІННИЦЬКИХ ПОСІВІВ ПРОСА ПОСІВНОГО	201
<i>Полторецький С. П., Полторецька Н. М., Захарченко Ю. В.</i>	БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ТА ЙОГО ВІДНОШЕННЯ ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	203

<i>Полторецький С. П., Полторецька Н. М., Ковбасюк Ю. М.</i>	ЗМІШАНІ І СУМІСНІ ПОСІВИ ГРЕЧКИ	206
<i>Вересенко О. М., Полторецький С. П., Луста О. В.</i>	РОЛЬ НАСІННИЦТВА У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙ- НОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	207
<i>Полторецький С. П., Грищук П. І., Мазур С. В.</i>	ІСТОРІЯ, ЗНАЧЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО	210
<i>Полторецька Н. М., Яценко А. О., Білоножко В. Я.</i>	ЕКОЛОГІЧНІ ТА МОРФОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРЕЧКИ	212
<i>Ружицька О. М., Кириленко Н. А., Борисова О. В.</i>	АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНІВОК КУЛЬТУРНИХ ПЛІВЧАСТИХ ПШЕНИЦЬ	215
<i>Рябовол Я.С., Рябовол Л.О., Кертон М.</i>	СТВОРЕННЯ ТА ВІДБІР ЗА ГЕНАМИ <i>SBM 1</i> І <i>LR 34</i> ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ	217
<i>Рябовол Я. С., Рябовол Л. О.</i>	УМОВИ РИЗОГЕНЕЗУ КЛОНОВАНИХ РОСЛИН ЖИТА ОЗИМОГО В ІЗОЛЬОВАНІЙ КУЛЬТУРІ.....	219
<i>Сабадин В.Я.</i>	СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО МЕТОДОМ МУТАГЕНЕЗУ	221
<i>Салманова М.Р., Гасанова С.К.</i>	ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОКА- ЗАТЕЛЕЙ У ОБРАЗЦОВ НУТА	223
<i>Сергеева Л.Є., Броннікова Л.І.</i>	СТРЕС-СТІЙКІСТЬ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН ТА ІНІЦІЙОВАНИХ ІЗ НИХ КУЛЬТУР	224
<i>Сидоров А.В., Симоненко Ю.В., Парій М.Ф.</i>	ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТОФЕКЦІЇ ПИЛКУ ДЛЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИН <i>IN PLANTA</i> ..	228
<i>Січкач В. І.</i>	ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ СОРТІВ ГОРОХУ ДЛЯ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ	229
<i>Созінова О.І., Козуб Н.О., Созінов І.О., Карелов А.В., Пірко Я.В., Блюм Я.Б.</i>	ПОЛІМОРФІЗМ ЗА МАРКЕРОМ ГЕНА СТІЙКОСТІ ДО СЕПТОРІОЗУ ЛИСТЯ <i>Stb6</i> В УКРАЇНСЬКИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ	234

<i>Стельмах А.Ф., Файт В.І.</i>	ВІДМІННОСТІ НОВИХ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЗА РЕАКЦІЯМИ ТЕМПІВ ПОЧАТКОВОГО РОЗВИТКУ 238
<i>Страхоліс І.М., Несмачна М.В.</i>	ОЦІНКА УСПАДКУВАННЯ ОКРЕМИХ МОРФО- ЛОГІЧНИХ ОЗНАК ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ГРЕЧКИ F ₁ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ..... 242
<i>Твердохліб О.В., Богуславський Р.Л.</i>	ПШЕНИЦЯ ЕФІОПСЬКА <i>TRITICUM AETHIOPICUM</i> JAKUBZ. – ЦІННЕ ГЕНЕТИЧНЕ ДЖЕРЕЛО 245
<i>Терещенко Ю. Ф., Третьякова С. О., Кравченко В. С., Приходько В. О., Уліч О. Л., Вакуленко М. О.</i>	АДАПТИВНІ СОРТИ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ..... 249
<i>Титова Н.В.</i>	РОСТ ЛИСТЬЕВ РАЗНЫХ СОРТОВ ГРУШИ ПРИ ДЕЙСТВИИ БАВ..... 253
<i>Українець О. А., Поліщук В. В.</i>	СВІТОВІ ДОСЯГНЕННЯ У СЕЛЕКЦІЙНІЙ РОБОТІ З ТРОЯНДАМИ..... 256
<i>Федулова Т.П.</i>	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК – ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫ- ШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ 259
<i>Хаблак С.Г., Абдуллаева Я.А., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О.</i>	ТЕОРИЯ АЛЛЕЛЬНОГО И НЕАЛЛЕЛЬНОГО МЕХА- НИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСА..... 265
<i>Черкасова Н.Н., Жужжалова Т.П., Колесникова Е.О.</i>	ПОЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ САХАР- НОЙ СВЁКЛЫ, УСТОЙЧИВЫХ С КОМПЛЕКСУ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ..... 269
<i>Черкасова Н.Н., Землянухина О.А.</i>	ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ФОРМ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЭДАФИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ..... 273
<i>Шевченко Л. Н. , Василенко А. О., Силенко С. І., Безуглий І. М., Глянцев А. В. , Штельма А. М.</i>	ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВ- НОСТІ ЗРАЗКІВ ГОРОХУ..... 277

Эйгес Н.С.,
Волченко Г.А.,
Волченко С.Г.

ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ И.А. РАПОПОРТА НА
МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ 280

Якимчук Р.А.

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ ДОВЖИНИ СТЕБЛА
КАРЛИКОВИМИ МУТАНТАМИ *TRITICUM AESTIVUM*
L., ІНДУКОВАНИМИ РАДІОНУКЛІДНИМ ЗАБРУД-
НЕННЯМ У ЗОНІ ЧАЕС..... 285

[illegible]

[illegible]

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**МАТЕРІАЛИ VIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНА
НАУКА І ОСВІТА»**

(Парієві читання)

18–20 березня 2019 року

Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання) // Матеріали VIII міжнародної наукової конференції 18–20 березня 2019 року / [Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін.]. – Умань, 2019. – 300 с.

Адреса редакції:

20305, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаської обл.
Уманський національний університет садівництва, тел.: 4–69–77.

Підписано до друку 20.03.2018 р. Формат 60х84 ¹/₁₆. Друк офсет.
Умов.-друк. арк. 22,33. Наклад 300 екз. Зам. №496.

Надруковано:

Видавничо-поліграфічний центр “Візаві”
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
тел. (04744) 4–64–88, 4–67–77
e-mail: vizavi08@mail.ru
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006 р.