ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

V МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

11-13 ноября 2020 г.



Организаторы



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)



Сибирское отделение Российской академии наук (CO PAH)



Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН



Межрегиональная общественная организация Вавиловское общество генетиков и селекционеров (МОО ВОГиС)

Новосибирское отделение ВОГиС



Вавиловский журнал генетики и селекции (ВЖГиС)



Новосибирский государственный аграрный университет



Кафедра цитологии и генетики НГУ,

Кафедра информационной биологии НГУ

Технический партнер конференции



ГПНТБ СО РАН

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)

ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

V МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

11-13 ноября 2020 г.

Доклады и сообщения

Новосибирск ИЦиГ СО РАН 2020 Генофонд и селекция растений: материалы сателлитного симпозиума V Международной конференции «Генофонд и селекция растений» (Новосибирск, 11–13 ноября 2020 г.) / Федер. исслед. центр Ин-т цитологии и генетики Сиб. отделения Росс. академии наук. − Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2020. − 214 с. − ISBN 978-5-91291-054-8. − DOI 10.18699/GPB2020-126.

Конференция поддержана Курчатовским геномным центром Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, проект № 075-15-2019-1662

В сборнике материалов сателлитного симпозиума V Международной конференции «Генофонд и селекция растений» представлены доклады и сообщения, подготовленные по результатам изучения и сохранения генетических ресурсов растений на основе новейших исследований в области генетики, молекулярной биологии, биотехнологии и практического использования мирового генофонда культурных растений в селекции.

Контакты

E-mail орг. комитета: GPB-2020: GPB2020@icg.sbras.ru

Тел.: +7 913-895-14-69

Тел./факс: +7 (383) 363-49-73; (383) 363-49-72

Для бумажной корреспонденции

630501, пос. Краснообск, Новосибирская область, ул. С-100, зд. 21, а/я 375,

СИБНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН

ISBN 978-5-91291-054-8

Международный программный комитет

- Лихенко Иван Евгеньевич, д.с.-х.н., СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия сопредседатель
- Кочетов Алексей Владимирович, д.б.н., чл.-кор. РАН, ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия сопредседатель
- Салина Елена Артемовна, д.б.н., ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия заместитель председателя программного комитета
- Афанасенко Ольга Сильвестровна, д.б.н., академик РАН, ФГБНУ ВИЗР, Санкт-Петербург, Россия
- Баталова Галина Аркадьевна, д.с.-х.н., академик РАН, ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров, Россия
- Беспалова Людмила Андреевна, д.с.-х.н., академик РАН, ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, Краснодар, Россия
- Гончаров Николай Петрович, д.б.н., академик РАН, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Гриб Станислав Иванович, д.с.-х.н., академик НАН Беларуси, РУП НПЦ Беларуси по земледелию, Жодино, Беларусь
- Кашеваров Николай Иванович, д.с.-х.н., академик РАН, ФГБУН СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия
- Косолапов Владимир Михайлович, д.с.-х.н., академик РАН, Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Москва, Россия
- Рудой Евгений Владимирович, д.э.н., ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
- Санамьян Марина Феликсовна, д.б.н., Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
- Сурин Николай Александрович, д.с.-х.н., академик РАН, Красноярский НИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
- Хлесткина Елена Константиновна, д.б.н., ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», Санкт-Петербург, Россия
- Шаманин Владимир Петрович, д.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, Россия
- Шумный Владимир Константинович, д.б.н., академик РАН, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Börner Andreas, PhD, Институт генетики растений и исследований сельскохозяйственных культур им. Лейбница, Гатерслебен, Германия

Организационный комитет

- Лихенко Иван Евгеньевич, д.с.-х.н., зам. директора по научной работе, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия председатель оргкомитета
- Артёмова Галина Васильевна, к.б.н., зам. руководителя по научной работе, СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Орлова Елена Арнольдовна, к.с.-х.н., в.н.с., СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия ученый секретарь конференции
- Зубова Светлана Васильевна, зав. сектором, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Токпанов Ерлан Аскарович, нач. отдела, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, России
- Карамышева Татьяна Витальевна, к.б.н., с.н.с., ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Зыбченко Дмитрий Петрович, к.с.-х.н., зам. руководителя по производству, СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Логунов Алексей Юрьевич, зам. руководителя по инфраструктуре, Сиб-НИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Агеева Елена Васильевна, к.с.-х.н., научный сотрудник, СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Бехтольд Нина Павловна, к.с.-х.н., научный сотрудник, СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Капко Татьяна Николаевна, мл. научный сотрудник, СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Чалкова Татьяна Федоровна, начальник отдела, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Елисеева Лариса Борисовна, специалист, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия
- Морковина Алина Владимировна, программист, ФИЦ ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

Спонсоры



















V Международная конференция «Генофонд и селекция растений» поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант № 20-016-20006

ООО «КВАДРОС-БИО»

127287, Москва,

Петровско-Разумовский проезд, д. 29, стр. 4 Тел.: +7(495) 9818 035; Сайт: www.qvadrosbio.ru

ООО «ТД «ХИММЕД»

115230, Москва, Каширское шоссе, д. 9, к. 3

Тел.: +7(499) 682 6555; e-mail: bio@chimmed.ru 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 6/1. Тел.: +7(383) 335 6108, e-mail: sibir@chimmed.ru Сайт: www.chimmed.ru

ООО «ВИНТЕРШТАЙГЕР»

117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 3

Тел.: +7(495) 645 8491, доб. 252, e-mail: petr.elizarov@wintersteiger.ru Сайт: www.wintersteiger.ru/seedmech

ООО «ЭППЕНДОРФ РАША»

Сибирь и Дальний Восток: +7 925 625 98 33

Москва: +7 495 743 5123

e-mail: zonov.ev@eppendorf.ru Сайт: www.eppendorf.ru

PLANKER

350063, Краснодар, ул. Комсомольская, 15, оф. 340

Тел.: +7 861 205 90 10

e-mail: info@planker.ru Сайт: www.planker.ru

ООО «ИНТЕРЛАБСЕРВИС»

115035 Москва, ул. Садовническая д. 20/13, стр. 2 Тел. +7(495)664-28-84

Сайт: www.interlabservice.ru

ООО «Хеликон»

121374, Москва, Кутузовский пр-т, д. 88 Тел. 8(800)770-71-21, Сайт: www.helicon.ru Сибирь: 630090, Новосибирск, ул. Инженерная 28 Тел. +7(383)207-84-85 e-mail: novosibirsk@helicon.ru

ООО «МАКСИМ МЕДИКАЛ»

143420, МО, п. Архангельское, д. 2Б, стр.3, к.4

Тел.: +7 (495) 374 62 80 (24/7) www.maxmedikal.com www.kasp.ru email: max@maxmedikal.com

Генофонд хлопчатника по форме листовой пластинки и физиологическая селекция новых сортов

Абдуллаев Х.А. 1* , д.б.н., зав. лабораторией «Фотосинтез и продуктивность растений»; Негматов М.Н. 2 , к.б.н., зав. лабораторией генетики хлопчатника Отдела общей биологии и биотехнологии растений; Негматов Б.М. 2 , н.с.; Саиднабиев М.М. 2 , с.н.с.

Выявлена возможность и показана необходимость использования физиологических признаков, в частности, формы листовой пластинки в селекции высокоурожайных сортов хлопчатника, устойчивых к экстремальным факторам среды и вредителям. Путем гибридизации рассеченолистной формы Л-461 с клейстогамной линией КЛ-5 создан окралистныйклейстогамный сорт средневолокнистого хлопчатника «20-солагии Истиклолият» с урожайностью 40–45 ц/га.

Ключевые слова: хлопчатник, генофонд, формы листовой пластинки, физиологическая селекция, сорт.

Cotton genofond on shape leaf blades and physiological selection a new variety

Abdullaev Kh.A, *Negmatov M.H., Negmatov B.M, Saidnabiev M.M.

*Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics,

Khudjand Scientific Center, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan.

Possibility and necessary of using physiological features, in particular, the shape of the leaf blades in the selection of high-yielding varieties of cotton, resistant to extreme environmental factors and pests, were revealed. By hybridization of the okra leaf line L-461with cleistogamous KL-5 wascreated a new middle staple variety of cotton "Twentieth an anniversary of Istiqloliyat" with a yield of 40–45 c/ha.

Key words: cotton, genofond, leaf blades shape, physiological selection, variety.

Генофонд растений хлопчатника характеризуется широкой амплитудой изменчивости формы листовой пластинки. В изменчивости формы листа имеется ряд переходов от видов хлопчатника, характеризующихся цельным (без лопастей) (рис. 1 Д и 1 E), округлым (без заостренных верхушек), чашеобразным, ланцетовидным, нитевидным листом, до видов хлопчатника с пальчатодольчатым (рис. 1 Г), рассеченным (рис. 1 Б) и сильнорассеченным

¹Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академиинаук Республики Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан;

²Худжандский научный центр АН Республики Таджикистан.

^{*}e-mail: homidjon1945@mail.ru

листом (рис. 1А) [1].

Цельнолистные формы среди культивируемых видов хлопчатника почти не встречаются. Цельные листья (ланцетовидной, яйцевидной и округлой формы), не изменяющиеся в онтогенезе, свойственны древним формам и диким видам хлопчатника (G. davidsonii, G. sturtii, G. raimondii, G. armourianum, G. aridum, G. klotzschianum), и они появляются в виде спонтанных ииндуцированных мутаций, а также при инбридинге и гибридизации.

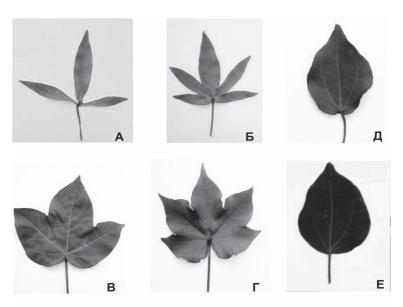


Рис. 1. Формы листовой пластинки у хлопчатника Gossypium hirsutum L. А – трёхрассечённая, Б – пальчаторассечённая, В- трёхраздельная, Г – пальчатодольчатая, Д- цельнолистная (зелёной окраски), Е- цельнолистная (антоциановой окраски).

В мутационной изменчивости признака «форма листовой пластинки» $G.\ hirsutum\ L.\ Проявляются такие фенотипы листьев, которые характерны для листьев других видов рода <math>Gossypium$: пальчато-рассеченный $(G.\ triphyllum\ Harv.\ Horhr.\ G.\ robinsonii\ F.\ Mull.,\ G.\ arboreum\ L.),\ цельнокрайний <math>(G.\ thurberi\ Tod.\ G.\ armourianum\ Kearney,\ G.\ harknesii\ Brandy.),\ трехлопастной <math>(G.\ somalense\ (Gurke)\ H.S.\ et\ St.,\ G.\ areysianum\ (Deflers)\ H.S.,\ G.\ incanum\ (Schwartz)\ Hillcoat)\ и\ другие.$

По имеющимся литературным данным [1], у хлопчатника вида *G. hirsutum* L., как правило, встречаются две формы листьев – пальчатодольчатая и пальчаторассеченная. Промышленные сорта этого вида, высеваемые в разных хлопковых зонах мира, имеют преимущественно пальчатодольчатую форму листьев.

Горизонтально расположенные (планофильное) пальчатодольчатые пистьях лопчатника в фазе массового цветенияв посеве способствуют смыканию рядков растений, затенению (до 75–85 %) междурядья и листьев нижнего яруса и, тем самым, ухудшают радиационный, температурный иаэродинамический режим посева, снижают продуктивность. Наоборот, рассеченые и сильнорассеченные формы листа (растения с такими листьями имеютменьший листовой индекс $-2.8 \text{ m}^2/\text{m}^2$) растения с нормальными листьями $-4.6 \text{ m}^2/\text{m}^2$) способствуют улучшению светового, теплового и аэродинамического режима посева, что, в конечном итоге, приводит к повышению продуктивности фотосинтеза и урожая. Обычно сорта и линии с нормальной (пальчато-дольчатой) и рассеченной формой листовой пластинки дают приблизительно одинаковый урожай. Как правило, окралистные и суперокралистные формы являются скороспельми.

Формы с рассеченным листом считаются перспективными и в селекции хлопчатника для повышения устойчивости этой культуры против хлопковой моли (розовый коробочный червь) и улучшения его хозяйственно ценных признаков [2]. Формы с рассеченным листом типа «окра» рекомендуются к использованию в практической селекции для выведения новых сортов хлопчатника, устойчивых к белокрылке [3] и снижения ее вредоносности. Поэтому при построении модели идеального типа средневолокнистого хлопчатника, предложенной для создания скороспелых, высокоурожайных и устойчивых к болезням и вредителям сортов, одной из важнейших характеристик было наличие рассеченной формы листовой пластинки [4]. Исходя из сказанного, этот признак был использован при выведении нового клейстогамного сорта средневолокнистого хлопчатника «20-солагии Истиклолият» [5]. Сорт «20-солагии Истиклолият» (рис. 2) обеспечивает получение 40–45 ц / га урожая хлопка-сырца с каждого гектара. Сорт районирован с 2011 г.

Авторы сорта — М.Н. Негматов, Х.А. Ахмедов, Б.М. Негматов, С.Т. Саидов (ТАСХН), Х.А. Абдуллаев (Академия наук Республики Таджикистан).

На сорт «20-солагии Истиклолият» получены авторское свидетельство (А.С. № 72 от 10 октября 2011 г.) и патент на селекционное достижение (Патент РТ № 72 от 10 октября 2011 г.).

Сорт «20-солагии Истиклолият» в истории мирового хлопководства является первым районированным клейстогамным сортом средневолокнистого хлопчатника и, в этой связи, в случае его широкого распространения (внедрения) в сельскохозяйственное производство, в фермерских и дехканских хозяйствах появляется возможность, что сами хозяйства могут себя обеспечить посевными семенами лучшего качества, без лишней затраты денег на приобретение элитных семян. Наличие строгого самоопыления у этого сорта позволяет сохранить чистоту сорта и обеспечить его долговре-

менное нахождение в производстве, способствует значительному повышению однородности хлопкового волокна и других хозяйственно ценных признаков хлопчатника, важных для текстильной промышленности.

У клейстогамных сортов опыление и оплодотворение происходит в закрытом лепестками бутоне, независимо от сухости и влажности воздуха, следовательно, их можно выращивать в ксерофитных условиях маловодного засушливого климата или влажного, дождливого тропического климата.

Клейстогамные сорта могут существенно упростить процесс получения элитных семян и, тем самым, открыть новые возможности для налаживания элитно-семеноводческих работ.



Рис. 2. a – куст хлопчатника сорта «20-солагии Истиклолият»; b – клейстогамный (закрытый) цветок до оплодотворения; c – цветок после оплодотворения.

Список литературы

- 1. Мауэр Ф.Н. Хлопчатник. Происхождение и систематика хлопчатника. Ташкент: Изд.-во АН Уз. ССР, 1954, Т. 1.-383 с.
- 2. Wilson F.D. Relative resistance of cotton lines to pink bollworm // Crop Sciences. 1990, V. 30, № 3 P. 500-504.
- 3. Мирзаева Г.А. Белокрылки в Узбекистане и устойчивость к ним различных сортов хлопчатника: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / ВИЗР, ВАСХНИЛ: Санкт-Петербург, 1992, 21 с.
- 4. Насыров Ю.С., Домуллоджанов Х.Д., Абдуллаев Х.А., Асроров К.А. Морфологические и хозяйственно ценные параметры идеатипа средневолокнистого хлопчатника // С.-х. биология. 1987, № 7. С. 33-36.
- 5. Негматов М.Н. Новый клейстогамный сорт средневолокнистого хлопчатника // Информационный листок. Душанбе: НПИ Центр, 2011, сер. 68–35. С. 1–4.

Источники полевой устойчивости яровой пшеницы к популяции Puccinia recondita f. sp. tritici и ее вирулентность в Татарстане

Асхадуллин Д-л.Ф. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Асхадуллин Д-р. Ф. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Василова Н.З. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Зуев Е.В. 2 , к.с.-х.н., в.н.с. 1 Татарский НИИСХ — ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия; 2 ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, С.-Петербург, Россия.

E-mail: tatnii-rape@mail.ru

В настоящее время на территории Татарстана эффективными генами устойчивости к листовой бурой ржавчине остаются Lr 47 и Lr 49, Lr Ku, Lr Ag(i). Высокий уровень эффективности продолжает обеспечивать ген Lr 27 в сочетаниис Lr 31 у сорта Gatcher, у которого степень поражения за период с 2011 по 2019 гг не превышала 15 %.

Ключевые слова: яровая пшеница, Pucciniarecondite, полевая устойчивость, коллекция.

Sources of field resistance of spring wheat to the population of *Puccinia recondita f. sp. tritici* and its virulence in Tatarstan

Askhadullin Danil F.¹, Askhadullin Damir F.¹, Vasilova N.Z.¹, Zuev E.V.²
¹Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center RAS, Russia, Kazan.

²FRC N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Russia, Saint Petersburg.

Currently, LR 47 and Lr 49, Lr Ku, and Lr Ag (i) remain effective genes for resistance to leaf rust in Tatarstan. The LR 27 gene in combination with LR 31 continues to provide a high level of efficiency in the Gatcher variety, whose lesion degree did not exceed 15 % for the period from 2011 to 2019.

Keywords: spring wheat, Puccinia recondita, field resistance to diseases, collection of wheat.

В популяции бурой ржавчины постоянно идет формообразовательный процесс. Причем отправной точкой в условиях Татарстана может быть 2010 год, в аномально засушливых условиях признаков болезни не регистрировалось, после данного года образцы пшеницы, ранее потерявшие устойчивость, вновь стали иметь высокую полевую устойчивость. Это сорта Тулайковская 5 и Тулайковская 10 несущие ген Lr6Ai#2 [1]; Экада 6 и Добрыня несущие ген Lr19 [2]. В 2009 году только 5 % коллекционных образцов сохраняли полевую устойчивость к бурой ржавчине.

У мягкой пшеницы, к настоящему моменту, каталогизировано 69 генов (Lr 1–Lr 77), отвечающих за устойчивость к бурой ржавчине. У пяти из

них обнаружены аллеломорфы [3–5]. С целью выявления эффективности генов устойчивости к бурой ржавчине нами закладывается питомник образцов с идентифицированными Lr генами и их пирамидами, а также образцы, устойчивость которых детерминирована генами не идентичными каталогизированным генам. Этот питомник включает в себя 55 образцов (таблица).

Таблица – Изменение эффективностигенов устойчивости к *Puccinia recondita*. Казань, 2011–2019 гг.

	,			
Ген	Хромосомная	Тестируемый образец	2011-	2015-
1 CH	локализация	(генетический ресурс)	2014 гг.	2019 гг.
Lr9	T6BS.6BL-6U#1L	ВНИИФ-34542, RL-6010	+	-
Lr18	T5BS.5BL-5G#1L	RL-6009	-	+
Lr19	T7DS.7DL-7Ae#1L	RL-6040	+	+
Lr24	3DL	Thatcher	+	-
Lr28	4AS/4AL-7S#2S	CS Lr-28	+	-
Lr29	T7DL -7Ae#1S	CS Lr 29	+	-
Lr38	6DS.7DL-7Ai#2L	RL-6097	+	-
Lr47	7AS	Pavon derivative (PI 603918)	+	+
Lr49	4AS	VL-404	+	+
LrKu		Лютесценс13	+	+

⁺симптомы поражения *Pucciniarecondite*отсутствовали.

За последние пять лет, максимальная степень поражения бурой ржавчиной наблюдалась в 2019 году. За этот периодпотеряли эффективность гены: Lr9, Lr24, Lr28, Lr29, Lr38. В настоящее время на территории Татарстана эффективными генами устойчивости остаются Lr 47 и Lr 49, Lr Ku.

Высокий уровень эффективности продолжает обеспечивать ген Lr 27 в сочетаниис Lr 31 у сорта Gatcher, у которого степень поражения за годы испытания не превышала 15 %.

Поиск источников устойчивости к *Pucciniarecondite*среди коллекции пшеницы ВИР в 2019 году, когда инфекция нарастала очень быстро, достигнув максимума в фазу конца колошения дал результат: не обнаружено пустул бурой листовой ржавчины у образцов: Алтайская 110 (кат. 65128) – РФ, Алтайский край; Lovitt (кат. 66204) – Канада; Паллада – РФ, Краснодарский край; JuchiF2000 (кат. 66252) – Мексика; Pasteur (кат. 66093) – Нидерланды; Памяти Майстренко (кат. 65448) – РФ, Омская обл.; Тулайковская 5 (кат. 62927), Эстивут 522, Тулайковская 108 (кат. 65452), Тулайковская 110 (кат. 65454) Тулайковская 116 (кат. 66347), Кинельская 2010 (кат. 66416) – Самарская обл.; Лютесценс 540 (кат. 66000), Добрыня (кат. 64252), Воевода (кат. 64997), Фаворит (кат. 64998) – РФ, Саратовская обл.; Хазинэ – РФ, Татарстан; Новосибирская 61 (кат. 66346), Ивушка (кат. 66789) – Новосибирская обл.; Атлант (кат. 66352) – Пензенская обл.; Sever (кат. 66711) – Португалия; Оренбургская Юбилейная (кат. 66793) – Оренбургская обл.; Отви (кат.

66698) – Испания; RL-3 (кат. 66733), RL-6-8 (кат. 66734), Ardila (кат. 66728) – Португалия; СФР 193-12-8-6-1 (кат. 66736), СФР 135-17-16-15 (кат. 66738) – Тамбовская обл.

Ген Lr 19, в том числе в пирамидах, в настоящее время обеспечивает высокую полевую устойчивость сортов яровой пшеницы коллекции, так и рекомендованных к возделыванию в республике Татарстан: Архат, Экада 113, Тулайковская 108, Ульяновская 105, при этом, однородность генетики устойчивости этих сортов не позволяет избежать эпифитотий листовой бурой ржавчины в будущем.

Благодарности: статья подготовлена в рамках государственного задания AAAA-A18-118031390148-1.

Список литературы

- 1. Сюков В.В. Листовая бурая ржавчина: фитопатологические и селекционногенетические аспекты. Казань: Из-во Бук, 2016. 128 с.
- 2. Morgounov A. Genetic protection of wheat from rusts and development of resistant varieties in Russia and Ukraine / A. Morgounov, I. Ablova, O. Babayants, L. Babayants, L. Bespalova, Z.L. Khudokormov, N. Litvinenko, V. Shamanin, V. Syukov // Euphytica. 2011. Vol.179. P. 297–31.
- 3. McIntosh R.A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2013–2014 supplement / R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris, R.Appels, X.C. Xia // Komugi websites. 31 p.
- 4. \dot{M} cIntosh R.A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2015–2016 supplement / R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris, R. Appels, X.C. Xia // Komugi websites. 18 p.
- 5. McIntosh R.A. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement / R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers, C. Morris, X.C. Xia // Komugi websites. 20 p.

DOI 10.18699/GPB2020-79

Источники полевой устойчивости яровой мягкой пшеницы к Puccinia graminis f. sp. tritici в условиях Предкамской зоны республики Татарстан

Асхадуллин Д-р.Ф. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Асхадуллин Д-л.Ф. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Василова Н.З. 1 , к.с.-х.н., в.н.с., Зуев Е.В. 2 , к.с.-х.н., в. н. с, Багавиева Э.З. 1 , к.с.-х.н., с.н.с., Тазутдинова М.Р. 1 , н.с., Хусаинова И.И. 1 , м.н.с. 1 Татарский НИИСХ —ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия; 2 ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, С.-Петербург, Россия. е-mail: trulik@ya.ru

В республике Татарстан резко возросла вредоносность стеблевой ржавчины пшеницы, скрининг коллекционных образцоввыявил слабо восприимчивые образцы к заболеванию в течении ряда лет. Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, Pucciniagraminis, полевая устойчивость, коллекция.

Sources of field resistance of spring soft wheat to Puccinia graminis f. sp. tritici in Tatarstan

Askhadullin Damir F.¹, Askhadullin Danil F.¹, Vasilova N.Z.¹, Zuev E.V.², Bagavieva E.Z.¹, Tazutdinova M.R.¹, Khusainova I.I.¹

1Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center RAS, Russia, Kazan. ²FRC N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Russia, Saint Petersburg.

In the Republic of Tatarstan, the harmfulness of wheat stem rust has increased dramatically. Screening of the wheat collection has revealed samples resistant to this disease for a number of years.

Keywords: spring wheat, Puccinia graminis, field resistance to diseases, collection of wheat.

Стеблевая ржавчина пшеницы (*Puccinia graminis* Pers. – f. sp. *tritici* (Erikss. et Henning)) относится к наиболее вредоносным заболеваниям. Расчетные потери урожая от стеблевой ржавчины могут составлять 40 % [1].

Заболевание практически не проявлялось до 2016 года, встречалось на посевах лишь очагово, на не значительных площадях. В 2016 году распространение и развитие стеблевой ржавчины в фазу колошения достигло порога эпифитотии, только у сорта Тулайковская 5 отсутствовали признаки заболевания.

Популяция стеблевой ржавчины по годам не постоянна, восприимчивость по годам у одних образцов увеличивается, у других уменьшается (табл. 1).

Tаблица 1 — Устойчивость коллекционных образцов к $Puccinia\ graminis$

ruominga i seron imboerb komiektinoimbix oopustob kir ueemia grammis						
Кат.		Степень поражения				
ВИР	Образец	В	разу коло	ошения, ^о	%	
DIII		2016	2017	2018	2019	
	Ситара, воспр. стандарт	100	15	40	80	
62927	Тулайковская 5	0	1	0	30	
64977	AC Taho	5	3	0	1	
64565	AC Cadillac	5	0	0	30	
58944	IAS64/Alondra	5	0	0	0	
65442	Su-Mai2	5	0	0	1	
65008	Zhong Pin5	5	2	0	5	
64234	Renaico INIA	70	1	0	0	
64985	Омская 37	20	2	0	0	

Продолжают сохранять слабую восприимчивость к заболеванию в течении ряда четыре образца: ACTaho (кат. 64977) – Канада; IAS 64 / Alondra

(кат. 58944) — Бразилия; Su-Mai2 (кат. 65442), ZhongPin5 (кат. 65004) — Китай. Имеющийся набор образцов с идентифицированными генами устойчивости к *Puccinia graminis (Sr)* указывает на эффективность генов Sr31 и Sr24. Сорт Тулайковская 5 несущий замещение хромосомы от пырея промежуточного 6D(6Ag $^{\rm i}$ 2) [2] потерял свою устойчивость (табл.2).

Таблица 2 – Устойчивость образцов провокационного питомника к *Puccini*-

agraminis, 2019 г.

agram	inis, 20191.		I		
Кат.	Opposer	Пиомомомический	Ген,		ь пораже- ебля, %
ВИР	Образец	Происхождение	примечание	коло-	молоч.
				шение	спелость
	Ситара, восп. ст.	РФ, Татарстан		30	80
64209	Cunningham	Австралия, Квинсленд	Sr24, Sr5, Sr8a	0	1-2
64210	Lillimur	Австралия, Виктория	Sr8a, Sr17, Sr30	7	3
64214	Cascades	Австралия Западная	Sr8a, Sr5, Sr15, Sr9b, Sr12	ед.	10
64215	Frame	Австралия Южная	Sr6, Sr30	10	30
64218	Sunstate	Авст. Новый Южный Уэльс	Sr8a, Sr2, Sr5, Sr38	5	20
64219	Darter	Авст. Новый Южный Уэльс	Sr26	0	10
64220	Tammin	Австралия Западная	Sr23	5	20
64386	BT –Schomburgk	Австралия	Sr22, Sr5, Sr8a, Sr9b, Sr15	2	20
64561	Biggar	Канада	Sr2	3	5
45949	Tobari F66	Мексика	Sr2, Sr11, Sr15, Sr6	ед.	3
64699	AC Taber	Канада	Sr2, Sr9b, Sr11, Sr12	1-2	10
64222	Leichhardt	Австралия, Квинсленд	Sr2,Sr30,Sr9g, Sr8a	10	5
64228	Baxter	Австралия, Квинсленд	Sr2,Sr30,Sr36, Sr57	5	5
62927	Тулайковская 5	РФ, Самарская обл.	Sr6Ai#2	5	10
63714	Тулайковская 10	РФ, Самарская обл.	Sr6Ai#2	3	20
64565	AC Cadillac	Канада, Саскачеван	Sr 42	20	20
66211	Line Sr 32	Австралия	Sr 32	1	15
64997	Воевода	РФ, Саратовская обл.	Sr6Ai	10	30
64998	Фаворит	РФ, Саратовская обл.	Sr6Ai	10	40
66022	Cadenza	Великобритания	Sr9g	7	30
66246		Индия	Sr 31	0	0
66203	Lillian	Канада, Саскачеван	не уст к UG 99	ед.	ед.
66254	Karee	ЮАР	Sr 5, Sr 24	0	ед.
66252	Juchi F2000	Мексика	Sr 2, устойч. к UG 99	0	1

UG 99 проявляет высокую полевую устойчивость к популяции стеблевой ржавчины распространившейся в Татарстане.

Благодарности: статья подготовлена в рамках государственного задания AAAA-A18-118031390148-1.

Список литературы

- 1 Санин, С.С. Метод расчета потерь урожая пшеницы от болезней / С.С. Санин, Т.З. Ибрагимов, Ю.А. Стрижекозин // Защита и карантин растений. 2018. № 1. С. 11–15.
- 2 Salina E.A. A *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of gene conferring resistance to fungal diseases / E.A. Salina, I.G. Adonina, E.D. Badaeva et al. // Euphytica. 2015. V. 204. P. 91–101. doi: 10.1007/s1068-014-1344-5
- 3 DePauw R.M. Resistance to Ug99 and its variants in Canadian germplasm / R.M. DePauw, T. Fetch, C.W. Hiebert et al. // Proceedings, oral papers and posters, 2009 Technical Workshop, Borlaug Global Rust Initiative. Mexico. 17–20 March, 2009. P. 171–178.

DOI 10.18699/GPB2020-80

Анализ скороспелых форм черешни в Нахчыванской Автономной Республике

Багиров Орхан Рза оглы, доктор философии по аграрным наукам, доцент Нахчыванское Отделение Национальной Академии Наук Азербайджана, г. Нахчыван, Азербайджан.

*e-mail: orxan bagirov@mail.ru

В исследовательской работе, осуществленной путем полевых экспедиций в стационарных и камерально-лабораторных условиях выявлены скороспелые формы черешни, выращиваемой в Нахчыванской Автономной биологические особенности помологические Республике. изучены uпоказатели и проведен сравнительный анализ. При прослеживании фаз выявлена зависимость цветения от климатических условий, а созревания от генотипических характеристик. Путем исследований выявлено, что форма Котам-1 в сравнение с другими формами является наиболее скороспелой (25 мая). Отмечено, что в исследованных скороспелых формах черешни мякоти 88,8-94,8 %. Во время исследований выявлено, что 4 формы черешни (Котам-1. Котам-6. Ордубад-7. Андамидж-5) являются перспективными для посадки промышленно важных садов и исследовательских работ по селекции.

Ключевые слова: черешня, форма, скороспелый, биологическая особенность, мякоть, дегустация.

Analysing of early ripe forms of sweet-cherry in Nakhchivan Autonomomus Republic

Baghirov Orkhan Rza oğlu, Ph.D on agricultura, docent. Nakhchivan Section of Azerbaijan National Academy of Science, Nakhchivan, Azerbaijan.

According to the field expeditions, in the conditions of stasionarand cameral laboratory investigations the sweet cherry early ripen forms cultivated in Nakhchivan Autonomous Republic is defined. The biological feature and pomological parameters are learnt and comparative investigated. During the learning of the phase it was proved that the blossom period is depend on climate factors and ripening period is depending on genotype features. Result of the investigations it is noted that Kotam-1 form is ripen earlier than the other forms (25 May). The pulp of fruit sweet-cherry early ripen forms is between 88,8–94,8 %. During the investigation it is proved that 4 forms of sweet-cherries (Kotam-1, Kotam-6, Ordubad-7, Andamij-5,) are perspective for using in planting of the industry importance fruit gardens and in the investigations related with selection works.

Key words: sweet-cherry, form, early ripen, biological features, pulp, dequstation.

В Нахчыванской Автономной Республике имеются благоприятные земельно-климатические факторы для выращивания фруктовых растений. Выращиваемая в Нахчыван черешня высоко ценится благодаря широкому потреблению среди населения и биомассе. В настоящее время на территории Нахчыванской Автономной Республики выращиваются 26 сортов, из которых 17 местные, 9 интродуцированные и 37 форм, превосходящих эти сорта по некоторым показателям. Богатое генотипическое разнообразие черешни Нахчыван никем подробно не исследовалось и не изучалось. Поэтому изучение и оценка сортов и форм с высокими показателями является актуальным вопросом.

В качестве материала взяты выращиваемые на территории края скороспелые формы черешни и проведено их сравнение с контрольными сортами (Кассини ранняя). Исследования производились в стационарных и камерально-лабораторных условиях. Биологические показатели (фенологические и помологические особенности) сортов и форм обрабатывались в соответствии с общепринятыми в плодоводстве программами и методиками [1, с. 38–47; 2, с. 68–81, 414–415; 3, с. 60–66, 211–213; 4, с. 11–30; 7, с. 70–132; 8, с. 63–95; 9, с. 16–36]. Сахаристость плодов определяется методом Бертрана, а общая кислотность – методом титрования [5, с. 128–132; 6, с. 170–171]. Во время дегустации вкусовые качества плодов были оценены по пятибалльной системе.

При соответствующих метеорологических факторах в Нахчывани в конце апреля – начале мая у черешни начинается фаза цветения. В исследуемых формах черешни при прослеживании фаз цветения и созревания плода, была исследована взаимосвязь между цветением генотипа и климатическими условиями. Исследования показали, что у форм с ранним цветением созревание происходит не всегда рано, то есть это не генетическая особенность. В автономной республике созревание и сбор форм и сортов черешни начинается

со второй половины мая. Наиболее раннее созревание, 25 мая, зарегистрировано у формы Котам-1. В результате наблюдений становится ясно, что принадлежащие к какой-либо группе созревания сорта и формы на всей территории созревают в срок согласно группе, к которой принадлежат, то есть скороспелый сорт везде созревает раньше других. Это доказывает, что срок созревания формы и сортов в отличие от других особенностей является наиболее зависимым от генотипа. Исследуемые формы черешни по периодам созревания были разделены на три группы: скороспелые (29,7 %), среднеспелые (54,1 %) и позднеспелые (16,2 %).

Диаметр самого большого поперечного разреза у форм с ранним сроком созревания составляет 15,3—21,8 мм. Самый высокий показатель наблюдался у формы Ордубад-7 (21,8 мм), самый низкий — у формы Ордубад-8 (15,3 мм) с ранним сроком созревания. Среди скороспелых форм у Котам-1 (19,7 мм), Джамалдын-2 (20,0 мм), Андамидж-4 (18,9 мм), Андамидж-5 (20,0 мм), Ордубад-7 (21,8 мм), Котам-6 (19,6 мм) диаметр самого большого поперечного разреза оказался выше, чем у контрольного сорта Кассини ранняя. В целом, 54,5 % форм, имея самый большой диаметр поперечного разреза 18,4 мм, опередили в этом плане контрольный сорт Кассини ранняя.

Таблица – Основные техническо-химические показатели форм черешни

	Самый			в пло	де, %	в мяк	оти, %
Формы	большой поперечный срез плода, мм	Средняя масса плода, г	Средняя масса косточки, г	косточка	МЯКОТЬ	сахаристость	кислотность
Кассини ранняя (контроль)	18,4	5,6	0,29	5,2	94,8	11,2	0,85
Котам-1	19,7	3,3	0,28	8,5	91,5	10,2	0,62
Андамидж-2	15,7	5,0	0,55	11,0	89,0	11,5	0,83
Андамидж-8	16,7	3,2	0,30	9,4	90,6	12,0	0,65
Андамидж-10	18,3	3,8	0,29	7,6	92,4	11,4	1,09
Джамалдын-2	20,0	4,8	0,40	8,3	91,7	10,8	0,50
Ордубад-8	15,3	2,5	0,28	11,2	88,8	12,7	0,65
Андамидж-4	18,9	4,8	0,35	7,3	92,7	11,9	0.90
Андамидж-5	20,0	5,7	0,42	7,4	92,6	11,5	0,80
Ордубад-10	17,4	3,4	0,34	9,9	90,1	11,9	0,76
Ордубад-7	21,8	8,6	0,45	5,2	94,8	10,7	0,83
Котам-6	19,6	5,2	0,49	9,5	90,5	12,0	0,92

В исследуемых формах черешни средняя масса плода составляет 2,5—8,6 г. Из скороспелых форм Андамидж-5 (5,7 г), Ордубад-7 (8,6 г) превышают по весу контрольный сорт — районированный Кассини ранняя (5,6 г). Среди форм черешни по массе плода самый высокий показатель наблюдался

у Ордубад-7, самый низкий у Ордубад-8 (2,5 г).

Наблюдается, что вес косточек у форм меняется в интервале 0,28–0,55 г. Вычислениями установлено, что среди плодов самое высокое процентное содержание косточек у формы Ордубад-8 (11,2 %). При вычислении процентного содержания косточек оказалось, что у 45,5 % форм черешни этот показатель ниже 8,5 %, что оказывает положительное влияние на процент мякоти. Во время исследований выяснилось, что среди всех форм самый высокий процент мякоти наблюдается у формы Ордубад-7 (94,8 %). За исключением форм Ордубад-7, Андамидж-4, Андамидж-5, Андамидж-10, Джамалдын-2, Котам-1 у других форм процент мякоти составил выше 91 %. Во время анализов путем сопоставления форм черешни выявлено, что в плодах процентное содержание мякоти обратно пропорционально процентному содержания косточек.

Как видно из таблицы, сахаристость форм составляет 10,2-12,7 %. Среди исследуемых форм черешни самая высокая сахаристость была зафиксирована у форм Ордубад-8 (12,7 %). У 72,7 % форм сахаристость оказалась выше 11,2 %, чем превышает сахаристость контрольных сортов Кассини ранняя (11,2 %).

У форм черешни самая высокая общая кислотность наблюдается у Андамидж-10 (1,09 %), самая низкая – у Джамалдын-2 (0,5 %). Во время исследований выявлено, что общая кислотность среди форм у Андамидж-10, Андамидж-4 (0,90 %), Котам-6 (0,92 %) выше, чем у районированного сорта Кассини ранняя (0,85 %). Становится ясно, что у 45,5 % выращиваемых на территории края форм черешни общая кислотность ниже 0,8 %.

Во время дегустации из скороспелых форм черешни, выращиваемых в автономной республике, Ордубад-7, Андамидж-5, Котам-6 в сравнении с контрольными сортами Кассини ранняя (4,5 балла) были оценены самыми высокими баллами (5 баллов). В результате анализов выявлено, что у 63,6 % местных сортов и форм оценка дегустации оказалась выше 4,5 баллов.

Сказанное выше еще раз подтверждает, что генофонд выращиваемых в Нахчыванской Автономной Республике сортов и форм черешни должен охраняться и усовершенствоваться методом селекции. При прослеживании фено фаз выявлена зависимость цветения от климатических условий, а созревания — от генотипических характеристик. Из выращиваемых на территории Нахчыванской АР сортов и форм черешни, для посадки промышленных садов скороспелые Котам-1, Котам-6, Ордубад-7, Андамидж-5 по биологическим и помологическим показателям считаются наиболее перспективными.

Список литературы

- 1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Сибирское отделение изд-во "Наука", 1974, 155 с.
 - 2. Гасанов З.М., Алиев Д.М. Плодоводство (учебник). Баку: МБМ, 2011, 520 с.

- 3. Гасанов З.М. Плодоводство (лабораторный практикум). Баку: МБМ, 2010, 343 с.
- 4. Методические рекомендации по производственному сортоиспытанию косточковых плодовых культур / Сос. Косых С.А. Ялта: Государственный Никитский ботанический сал. 1984. 38 с.
- 5. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.М.Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987, 430 с.
 - 6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976, 256 с.
 - 7. Помология: Т. 3, Симиренко Л.П. Киев: Урожай, 1972, 442 с.
- 8. Самигуллина, Н.С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур: Учеб. Изд. Мичуринск: Мич ГАУ, 2006, 197 с.
- 9. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями (методические рекомендации) / Под ред. Карпечука Г.К. и Мельника А.В. Уман: Уман с.-х. ин-т., 1987, 115 с.

DOI 10.18699/GPB2020-81

Оценка образцов картофеля различного эколого-географического происхождения в условиях Новосибирского Приобья

Батов А.С.*, м.н.с., Сафонова А.Д., с.н.с., Гуреева Ю.А., агроном первой категории, Орлова Е.А., в.н.с.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции — филиал ИЦи Γ СО РАН, Новосибирск, Россия.

*e-mail: alexandr-batov@mail.ru

В результате эколого-географического испытания 60сортов и гибридов картофеля отечественной селекции выделены образцы разных групп спелости с высокой продуктивностью. В ходе исследования быливыделены наиболее урожайные (Метеор, Любава, Люкс, Удача, Ильинский, Невский, С-112-03, Сафо, Танай, Гусар, Златка и Никулинский) иустойчивые к болезням (Удача, Кузнечанка, Невский, Крепыш, Лина, Сударыня, Никулинский, Сафо и Юна) сорта. По комплексу хозяйственно-ценных признаков выделились сорта: Любава, Невский, Никулинский, Сафо и Удача.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, сохранность, устойчивость.

Assessment of potato samples of different ecological-geographic origin under the conditions of Novosibirsk part of Ob region

Batov A.S., Junior Researcher, Safonova A.D. Senior Researcher, Gureeva IU.A., Agronomist, Orlova E.A., Leading Researcher, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, e-mail:

The samples of different ripeness groups with high productivity were selected from 60 potato varieties and hybrids of the Russian selection, as a result of ecological-geographic testing. As a result, most productive (Meteor, Liubava, Liuks, Udacha, Ilinskii, Nevskii, S-112-03, Safo, Tanai, Gusar, Zlatka & Nikulinskii) and disease resistant (Udacha, Kuznechanka, Nevskii, Krepysh, Lina, Sudarynia, Nikulinskii, Safo & Iuna) varieties were noted. In terms of economically valuable traits, samples Liubava, Nevskii, Nikulinskii, Safo & Udacha were noted. Key words: potato, variety, productivity, preservation, resistance.

Свойства картофеля как ценного продукта питания человека, в котором в оптимальном соотношении содержатся органические и минеральные вещества, известны давно. В нем содержатся практически все химические элементы, необходимые человеку. Благодаря своим пищевым качествам картофель стал продуктом почти повседневного употребления [1].

Уровень душевого потребления картофеля в России остается одним из самых высоких в мире, больше его едят только в Беларуси и Украине. Сибирский федеральный округ занимает первое место по потреблению картофеля на душу населения в Российской Федерации, в среднем на одного человека приходится 134 кг в год. В Новосибирской области этот показатель на уровне 108 кг. Между тем уровень урожайности, переработки и сохранности картофеля в нашей стране — один из самых низких в европейском сообществе [2].

Цель работы — на основе оценки сортов российской селекции в условиях лесостепи Приобья выделить высокопродуктивные образцы картофеля для внедрения в сельскохозяйственное производство региона.

Материалы, условия и методика проведения опытов. Экспериментальная часть работ проводилась на опытных полях СибНИИРС в условиях лесостепной зоны Приобья. Метеоусловия в годы исследований (2016–2018) характеризовались теплой и влажной весной, кроме мая 2018 года, который отличался низкой среднесуточной температурой до 7° С, что отодвинуло посадку на конец первой декады июня. Летние месяцы вегетации в годы исследований характеризовались благоприятными условиями для развития растений. Температурный режим был на уровне и чуть выше средней многолетней. Самым благоприятным был 2016 год, в этом году влагообеспеченность в целом за вегетацию была ниже средней многолетней на 24 %, но в июле (когда идет закладка клубней) она составила 126 % к норме. Это дало возможность растениям картофеля оптимально реализовать свой потенциал. Повышенная влагообеспеченность на 130–160 % к норме в июле и августе 2017 года привела к эпифитотийному развитию фитофтороза на вегетирующих растениях и во время хранения.

Материалом исследований являлись от 40 сортообразцов в 2016 году

и до 60 сортов в 2017 и 2018 годах. Оздоровленные сорта и гибриды картофеля, полученные из различных географических точек России.

Методика проведения полевого опыта, схема высадки опытных образцов, размещения опытного участка, учеты и наблюдения проведены по методике разработанной заведующим отделом генетических ресурсов картофеля ВИР С.Д. Киру, также были использованы методологические положения ВНИИКХ под редакцией А.Э. Шабанова по проведению эколого-географического испытания сортов и гибридов картофеля [3, 4]. Для статистической обработки результатов использовали методику полевого опыта Б.А. Доспехова [5]. Клубневой анализ на устойчивость к болезням хранения выполнен в лаборатории иммунитета.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования показали, что общая продуктивность у 80 % российских образцов превысила 35 т/га. У 35 образцов потенциал продуктивности более 40 т/га (таблица).

Таблица – Сорта картофеля, выделившиеся по хозяйственно ценным показа-

телям при массовой уборке, 2016–2018 гг.

No	Образец	Группа	Средняя масса	Товарность,	Урог	кай
745	Образец	спелости	1 клубня, г	%	г/куст	т/га
1	Метеор	01	140*	90	1288*	45*
2	Любава	03	129	88	1351*	47*
3	Люкс	03	117	89	1353*	47*
4	Удача	03	123	84	1397*	49*
5	Ильинский	04	92	77	1444*	51*
6	Невский	04	119	81	1329*	47*
7	C-112-03	04	76	77	1361*	48*
8	Сафо	04	103	91	1361*	48*
9	Танай	04	129	79	1378*	48*
10	Гусар	05	102	94	1302*	46*
11	Златка	05	86	92	1359*	48*
12	Никулинский	06	117	83	1285*	45*
13	Ред Скарлетт (Ст)	03	118	80	785	27
	HCP ₀₅		16		142	5

^{*}превышение над стандартом статистически значимо.

Двенадцать образцов имеют продуктивность равную или выше 45 т/га. Среди них оказались очень ранний сорт Метеор, три раннеспелых: Любава, Люкс, Удача; пять среднеранних: Ильинский, Невский, С-112-03, Сафо, Танай; два среднеспелых: Гусар и Златка; и среднепоздний сорт Никулинский. Выше всех по урожаю оказались сорта картофеля Ильинский и Удача, продуктивность которых составила 49 и 51 т/га соответственно. Средняя масса клубня у них, от 76 г у гибрида С-112-03 до 140 г у сорта Метеор. Товарность у выделившиеся образцов от 77 % у Ильинского до 94 % у сорта Гусар.

Максимальное поражение клубней фитофторозом и фузариозными гнилями отмечали в 2017–2018 гг., видами парши в 2016 году. Проведенный клубневой анализ сортообразцов ЭГИ за 2016–2018 гг. позволил выделить образцы, обладающие резистентностью к различным грибным заболеваниям.

По устойчивости к видам парши выделились:

- к парше обыкновенной 13 образцов: Г 06-08-2015, Гусар, Крепыш, Ломоносовский, Регги, Сударыня, Златка, Фаворит, Г 3-43-2, Саровский, Вираж, Жигулевский и Лина с устойчивостью 8–9 баллов;
- устойчивость к серебристой парше за годы испытаний отмечена на 6 образцах: Жигулевский, Гулливер, Гусар, Саровский, Вираж и Сафо;
- относительно высокой степенью устойчивости к ризоктониозу обладают 9 сортов: Златка, Чароит, Любава, Метеор, Накра, Никулинский, Γ 3-43-2, Жигулевский, Сафо с устойчивостью 7 баллов. Самым невосприимчивым к ризоктониозу себя показал сорт Танго с девятибалльной оценкой устойчивости.

За годы исследований не отмечено поражение клубней фитофторозом на сортах: Удача, Кузнечанка, Невский, Жигулевский. Относительной устойчивостью к фитофторозу обладали сорта Вымпел, Г 3-43-2, Любава, Крепыш, Саровский, Вираж, Лина, Никулинский, Сафо, Юна, Сударыня с оценкой устойчивости 7–8 баллов.

По устойчивости к смешанным гнилям выделились 14 образцов: Кузнечанка, Крепыш, Метеор, Матушка, Невский, Лина, Никулинский, Саровский, Сафо, Великан, Γ 3-43-2, Любава, Удача и Юна с оценкой — 8 баллов.

Выводы. Самими продуктивными, в среднем за три года, оказались ранний сорт Удача и среднеранний сорт Ильинский с урожайностью 49 и 51т/га. Высокопродуктивными были образцы: Метеор, Любава, Люкс, Невский, С-112-03, Сафо, Танай, Гусар, Златка и Никулинский, с урожаем свыше 45 т/га. По устойчивости к фитофторозу и другим гнилям в хранении выделились сорта: Крепыш, Кузнечанка, Лина, Любава, Невский, Никулинский, Сафо, Сударыня, Удача и Юна.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

Список литературы

- 1. Земцова М.А. Технологическая оценка сортов картофеля на пригодность для переработки на хрустящий картофель и картофель «фри» / М.А. Земцова, И.И. Тимофеева // Защита картофеля. -2011. -№ 1. -C. 17–20.
- 2. Потребление картофеля, овощей и продовольственных бахчевых культур на душу населения в год // Сб. регионы России. Социально-экономические показатели Росстат, 2017 [Электронный ресурс].
- URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/B14_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-24.htm (дата обращения 10.12.2019).
 - 3. Методические указания по поддержанию и изучению коллекции картофеля

/под ред. С.Д. Киру – Санкт-Петербург, 2010. – 27 с.

- 4. Методические положения по проведению оценки сортов и гибридов картофеля на испытательных участках. М.: Изд-во ВНИИКХ, 2017 11 с. [Электронный ресурс]. URL: http://potatoes.biores.cytogen.ru/egi2_documentation (дата обращения 10.12.2019)
- 5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

DOI 10.18699/GPB2020-82

Поиск источников засухоустойчивости у льна-долгунца для практических целей селекции культуры

Богдан В.З.*, к.с.-х.н., зав. лаб. селекции льна-долгунца, Богдан Т.М., к.с.-х.н., в.н.с., Литарная М.А., н.с.

РУП «Институт льна», аг. Устье, Оршанского района, Витебской области, Беларусь

*e-mail: bogdan v@tut.by

Приведены результаты исследования сортов льна-долгунца по признакам урожайности семян, соломы и волокна в полевом и засушливом фонах в течение 2018—2019 гг. Выделены высокоадаптивные к засухе сорта Лада, Эден, Сурский, которые с успехом могут использоваться в селекционной работе, направленной на создание сортов с повышенной засухоустойчивостью.

Ключевые слова: лен-долгунец, сорт, урожайность, засухоустойчивость, адаптивность, коэффициент адаптивности.

Search for sources of dry resistance in fibre-flax for practical purposes of selection of culture

Bogdan V. Z., Bogdan T. M., Liternaya M. A. RUE "Institute of flax", ag. Ustye of the Orsha district, Vitebsk region, Belarus.

The results of a study of fibre-flax varieties by signs of yield of seeds, straw and fiber in the field and arid backgrounds during 2018–2019 are presented. Highly drought-tolerant varieties of Lada, Eden, and Sursky have been identified, which can be successfully used in breeding work aimed at creating varieties with increased drought tolerance.

 $\label{lem:keywords:fibre-flax} \textit{Keywords: fibre-flax, variety, yield, drought tolerance, adaptability, adaptability coefficient.}$

Неблагоприятные факторы, интенсивность действия которых постоянно нарастает, подавляют продуктивность, рост и развитие растений. Воз-

растает необходимость поиска генетических источников для селекции, изучения приспособительных возможностей генотипа, быстрого скрининга устойчивости культур и внедрения в производство перспективных сортов.

В последнее время засуха относится к факторам, наиболее часто снижающим урожай сельскохозяйственных культур. Получение стабильно высоких урожаев во многом зависит от сортов, сочетающих высокий потенциал урожайности с устойчивостью к неблагоприятным факторам.

Биологическая устойчивость характеризует тот предел стрессовой нагрузки, при которой растения еще могут образовывать жизнеспособные семена (осуществляют функцию сохранения вида как биологической единицы). Агрономическая устойчивость отражает степень снижения урожая под влиянием стрессового воздействия среды; она выражается в долях изменения продуктивности растений под действием стресса [1].

При анализе продуктивного и адаптивного потенциала образцов по варьированию их урожайности использовали дисперсионный анализ [2], по-казатель «среднесортовая урожайность года». Критерием для сравнения последней бралась общая видовая адаптивная реакция культуры на конкретные условия выращивания, реализованная в средней величине урожайности для сравниваемых сортов. Коэффициент адаптивности (КА) сравниваемых сортов к засухе определяли по среднесортовой урожайности [3].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком. Содержание гумуса -1.8 %, рН -5.4–6.0, содержание подвижных форм фосфора 230–415 г/кг почвы, обменного калия 117–130 г/кг почвы. Предшественник – зерновые.

В период вегетации льна-долгунца в 2018 и 2019 годах погодные условия характеризовались как оптимально влажные (ГТК \approx 1,6) [4, 5]. Влажность почвы в засушниках к уборке льна-долгунца составляла 3,2–3,4 %.

Изучали 11 сортов льна-долгунца на двух фонах (полевой и засушливый). В качестве контроля использовали устойчивый к засухе сорт Синичка.

Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности семян были в 2019 году: в полевых условиях среднесортовой урожай семян составил 12,5 г/м.п., в 2018 году – 3,6 г/м.п.

В засушнике в 2019 году среднесортовой урожай семян составил 2,59 г/м.п., в 2018 году — 0,55 г/м.п. Максимальный урожай семян в засушливых условиях в течение двух лет получен у контроля Синичка: в 2018 году — 2,09г/м.п., в 2019 году — 5,36 г/м.п. При этом в условиях засухи в 2018 году контролю по урожаю семян незначительно уступали сорта Лада (0,87 г/м.п.) и Сурский (0,67 г/м.п.), в 2019 году — Сурский (3,62 г/м.п.).

Таким образом, к высокоадаптивным сортам по урожаю семян отнесены Сурский, Лада, у которых средние коэффициенты адаптивности за два года в условиях засухи составили 1,28 и 1,20 соответственно. Французский

сорт Арамис в течение двух лет исследований имел минимальный урожай семян в условиях засухи: в 2018 году в засушнике не получено семян (табл. 1).

 $\it Taблица 1 - \mbox{Урожай семян и адаптивность к засушливым условиям среды у$

сортов льна-долгунца

cepted tibility geting in	Урожай семян, г/м.п.								
Сорт	2018 год		2019	КА					
	поле	засушник	поле	засушник	2018	2019	средний		
Синичка (контроль)	3,17	2,09	15,72	5,36	3,60	2,07	2,84		
Эден	3,57	0,20	11,52	1,63	0,34	0,63	0,48		
Арамис	2,16	0,00	12,37	1,58	0,0	0,61	0,30		
Ветразь	3,31	0,25	9,34	1,85	0,43	0,71	0,57		
Грант	3,76	0,47	11,77	2,88	0,80	1,11	0,96		
Лада	4,68	0,87	12,77	2,32	1,50	0,90	1,20		
Маяк	3,73	0,51	10,45	2,72	0,87	1,05	0,96		
Рубин	3,27	0,13	13,97	2,14	0,69	0,82	0,76		
Талер	6,09	0,31	10,71	1,78	0,56	0,69	0,62		
Сурский	2,23	0,67	14,23	3,62	1,20	1,40	1,28		
Тонус	3,58	0,55	14,42	2,61	0,95	1,01	0,98		
Среднее	3,60	0,55	12,5	2,59					
HCP _{0,05}	3,10	1,53	5,31	2,22*					
lim	2,16-6,09	0,00-2,09	9,34-15,72	1,63-5,36					

Примечание – *существенно при Р_{0,05}

За годы исследований максимальный урожай соломы на двух фонах получен у сорта Синичка: в поле 85,5 г/м.п., в засушнике -43,7 г/м.п. Незначительно ниже был урожай соломы в условиях засухи у Лады -31,6 г/м.п. (табл. 2). Средние коэффициенты адаптивности у данных сортов в условиях засухи в течение двух лет исследований по урожаю соломы были высокие и составили у Синички -1,45, у Лады -1,20. К высокоадаптивным по урожаю соломы можно отнести сорта Талер (KA=1,14) и Эден (KA=1,05).

Таблица 2 – Урожай соломы и адаптивность к засушливым условиям среды у

сортов льна-долгунца

	Урожай соломы, г/м.п.								
Сорт	2018 год		201	19 год	Cp	еднее	Средний		
	поле	засушник	поле	засушник	поле	засушник	КA		
1	2	3	4	5	6	7	8		
Синичка (контроль)	95,0	55,0	75,9	32,3	85,5	43,7	1,45		
Эден	76,7	31,7	68,2	27,1	72,5	29,4	1,05		
Арамис	91,7	21,7	72,3	28,8	82,0	25,3	0,84		
Ветразь	66,7	25,0	48,1	19,8	57,4	22,4	0,78		
Грант	61,7	23,3	55,0	23,2	58,4	23,3	0,90		
Лада	81,7	35,0	69,2	28,1	75,5	31,6	1,20		

1	2	3	4	5	6	7	8
Маяк	68,3	26,7	65,1	26,1	66,7	26,4	0,88
Рубин	68,3	28,3	61,7	25,9	65,0	27,1	1,00
Талер	80,0	28,3	53,1	21,9	66,6	25,1	1,14
Сурский	55,0	23,3	41,0	19,6	48,0	21,5	0,83
Тонус	63,3	23,3	60,0	25,7	61,7	24,5	0,93
Среднее	73,5	29,2	60,9	43,1	67,2	27,3	
HCP _{0,05}	23,3*	16,1*	29,88	10,03*	15,5*	13,1*	•
lim	55,0-95,0	21,7-55,0	41-75,9	19,6-32,3	48-85,5	21,5-43,7	

Важнейшая характеристика сорта льна-долгунца — урожай волокна. Среднее превышение урожая волокна в полевых условиях по сравнению с засушливыми было в 2,5 раза. Минимальное превышение наблюдали у сорта Синичка (в 1,7 раз) в 2018 году и у сорта Сурского (в 2 раза) в 2019 году. Средний урожай волокна за годы исследований в условиях засухи варьировал от 5,17 (Ветразь) до 9,50 г/м.п. (Эден). Высокоурожайными по волокну в засушливых условиях были сорта Лада (8,53 г/м.п.) и Тонус (8,26 г/м.п.). Представленные сорта имели высокие коэффициенты адаптивности — 1,26; 1,13 и 1,10 (табл. 3).

Таблица 3 – Урожай волокна и адаптивность к засушливым условиям среды у сортов льна-долгунца

		Ур	ожай волок	на, г/м.п.		
Сорт	2018		2019		Станиза	Средний
	среднее	КА	среднее	КА	Среднее	KA
Синичка (контроль)	6,56	1,45	8,77	0,83	7,66	1,02
Эден	5,80	1,29	13,20	1,25	9,50	1,26
Арамис	4,03	0,89	10,57	1,00	7,30	0,97
Ветразь	3,11	0,69	7,23	0,69	5,17	0,69
Грант	3,88	0,86	11,07	1,05	7,47	0,99
Лада	5,26	1,17	11,80	1,12	8,53	1,13
Маяк	4,34	0,96	9,67	0,92	7,01	0,93
Рубин	3,99	0,88	9,93	0,94	6,96	0,92
Сурский	4,11	0,91	10,70	1,01	7,41	0,98
Тонус	3,99	0,88	12,53	1,19	8,26	1,10
Среднее	4,51		10,55		7,53	
HCP _{0,05}	2,44		2,74*			
lim	3,1-6,6		7,2-14,1		5,17-9,50	

Таким образом, в результате проведенных исследований по показателям продуктивности семян, соломы и волокна у льна-долгунца в условиях засухи были выделены высокоадаптивные сорта Лада, Эден и Сурский, которые могут успешно использоваться в селекционном процессе как источники засухоустойчивости.

Список литературы

- 1. Белоус Н.М. Урожайность, адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов ярового ячменя / Н.М. Белоус, В.В Ториков // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения «Брянская государственная сельскохозяйственная академия». 2010. №4. С.3–10.
- 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 3. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаева // Селекция и семеноводство. 1994 № 2 С. 3—6.
- 4. Агрометеорологический бюллетень // ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр»; редактор Н.В. Мельчакова, начальник И.А Полищук. 2018 г.
- 5. Агрометеорологический бюллетень // ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»; ред. В.А. Блетько, начальник Р.Ю. Лабазнов. 2019 г.

DOI 10.18699/GPB2020-83

Анализ генетического разнообразия аллельных вариантов глиадинов линий яровой мягкой пшеницы Красноярской селекции

Богданов В.В., к.б.н., в.н.с., Зобова Н.В., д.с.-х.н., г.н.с.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия.

*e-mail: bogdanov-v.v@mail.ru

У форм красноярской селекции выявлено высокое генетическое разнообразие аллельного состава глиадинов с преимущественным преобладанием локусов Gli-B1, Gli-D1, Gli-D2, а также аллели, наиболее часто встречающиеся у исследованных линий.

Ключевые слова: глиадины, локусы, аллели, мягкая яровая пшеница, электрофорез.

Analysis genetic diversity alleline options gliadin: lines of spring soft wheat selection of Krasnoyarsk

Bogdanov V.V., ZobovaN.V. Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture «Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center of the SB RAS», Krasnoyarsk, Russia, bogdanov-v.v.@mail.ru

In the forms of Krasnoyarsk breeding revealed high genetic diversity of allele composition of gliadins with the predominance of Gli-B1, Gli-D1, Gli-D2 loci, as well as alleles, most commonly found in the lines studied.

Key words: gliadins, loci, alleles, soft wheat, electrophoresis.

Полиморфизм глиадинов мягкой яровой пшеницы обусловлен множественным аллелизмом локусов, расположенных в хромосомах первой и шестой гомеологических групп геномов. Эти аллели кластеров глиадинкодирующих генов оказались эффективными генетическими маркерами, используемыми для изучения сопряженных с ними комплексов генов хозяйственно-ценных признаков: устойчивости к болезням и вредителям, к неблагоприятным факторам среды, продуктивности и качества зерна мягкой пшеницы [1–3].

Исследование генофонда образцов ярового ячменя [4] и мягкой яровой пшеницы местной селекции позволяет оценить генетическое разнообразие в ходе многолетнего искусственного отбора и использовать потенциал местных пшениц в современной селекции для создания сортов с хозяйственно-ценными признаками [5].

Исследованы 27 линий яровой мягкой пшеницы красноярской селекции. Электрофорез глиадинов пшеницы проводили в полиакриламидном геле в алюминий-лактатном буфере рН 3,1 при напряжении 300 V и силе тока 40 mA. Идентификацию локусов и аллелей глиадинов проводили путем сопоставления на полученных электрофоретических спектрах компонентов (полос) исследованного образца с таковыми эталонного сорта Безостая 1. Формула глиадинов эталонного сорта Gli-A1b, Gli-B1b, Gli-D1b, Gli-A2b, Gli-B2b, Gli-D2b подчерпнута из работы [6].

В результате анализа электрофоретических спектров глиадинов у местных пшениц идентифицированы аллельные варианты глиадинов по первой (Gli-A1, Gli-B1, Gli-D1) и шестой (Gli-A2, Gli-B2, Gli-D2) гомеологическим группам хромосом и определены их частоты встречаемости (таблица).

Таблица — Частота встречаемости аллелей в линиях яровой мягкой пшеницы красноярской селекции

Локусы глиадинов	Аллели	Кол-во аллелей в локусах, шт.	Частота встречаемости аллелей в локусах, %
1	2	3	4
Gli-A1	ь	7	26,0
GII-A1	d	9	34,0
	ь	11	41,0
Gli-B1	g	3	11,0
GII-BI	e	9	34,0
	j	2	7,4
	a	1	3,7
	ь	5	18,5
Gli-D1	i	10	37,0
	f	5	18,5
	1	6	22,0
Gli-A2	b	15	55,5
GII-AZ	р	2	7,4

1	2	3	4
	ь	12	44,0
Gli-B2	i	1	3,7
	t	2	7,4
	ь	19	70,0
Gli-D2	g	4	15,0
	1	3	11,0

В линиях местной селекции всего присутствует 19 аллелей, при этом по количеству аллелей лидирует первая гомеологическая группа, у которой отмечено 11 аллелей, а в состав шестой гомеологической группы входят 8 аллелей.

Характеристика аллелей показала, что у селекционных линий пшеницы по первой гомеологической группе, оказывающей наибольшее влияние на качество зерна (в локусах Gli-A1, Gli-B1, Gli-D1) выявлены аллели Gli-A1d (34,0%), Gli-B1b (41,0%), Gli-D1i (37,0%), встречающиеся у 9, 11, 10 линий соответственно. По шестой гомеологической группе (в локусах Gli-A2, Gli-B2, Gli-D2) преобладали аллели Gli-A2b (55,5%), Gli-B2b (44,0%), Gli-D2b (70,0%), встречающиеся у 15, 12, 19 линий соответственно. В локусе Gli-B1 можно отметить аллель е, который по частоте встречаемости немного уступает аллелю b, но, все же, составляет (34,0%) и отмечен у девяти линий.

Высокая частота встречаемостиаллеля b в локусах у линий красноярской селекции (Gli-B1, Gli-B2, Gli-A2, Gli-D2) вероятно является результатом того, что сорта, созданные с участием сорта Безостая 1 с формулой (Gli-A1b, Gli-B1b, Gli-D1b, Gli-A2b, Gli-B2b, Gli-D2b), активно использовались в селекционных программах. Аллели Gli-A2b и Gli-D2b на сегодняшний день имеют самую высокую частоту встречаемости в линиях местной селекции.

Максимальным уровнем разнообразия у пшениц местной селекции характеризовались локусы Gli-B1 с четырмя аллелями (b, g, e, j), Gli-D1 с пятью аллелями (a, b, i, f, l) и Gli-D2 с тремя аллелями (b, g, l), минимальнымGli-A1 с двумя аллелями (b, d) и Gli-A2 с двумя аллелями (b, p).

Важно отметить отсутствие у линий яровой мягкой пшеницы красноярской селекции аллеля Gli-B1d, ряд авторов считает, что он снижает качество зерна [4, 5]. Выявлено, что у 11 линий присутствует аллель Gli-B1b, свойственный также эталону качества пшеницы — сорту Безостая 1, по данным ряда авторов [5], обусловливает высокие хлебопекарные качества пшеницы.

В ходе рассмотрения локусов были выявлены и редкие аллельные варианты, появившиеся в линиях, такие как Gli-D1a, Gli-B2i, Gli-B1g, Gli-B1j, Gli-A2p, Gli-D2l, с частотами от 3,7 % до 11 %, присутствующие в составе от одной до трех линий, что может отражать специфику местной селекции.

В результате идентификации аллельных вариантов глиадинкодирующих локусов у местных пшениц выявлено высокое разнообразие по аллель-

ному составу и наличие в каждом локусе по одному преимущественному варианту аллелей.Наиболее характерными для красноярской селекции являются локусы Gli-B1, Gli-D1, Gli-D2, выделяющиеся разнообразием компонентного аллельного состава, что указывает на их большую информативность по отношению к другим локусам.

Определена частота встречаемости аллелей по первой гомеологической группе Gli-A1d (34,0 %), Gli-B1b (41,0 %), Gli-D1i (37,0 %), и шестой гомеологической группе Gli-A2b (55,5 %), Gli-B2b (44,0 %), Gli-D2b (70,0 %).

Выявлен аллель глиадинкодирующих локусов Gli-B1b, сопряженный с повышенными показателями качества у яровых пшениц.

Высокое разнообразие аллельных вариантов глиадинкодирующих локусов в линиях мягкой пшеницы красноярской селекции — это результат широкого использования исходного материала сортов мягкой пшеницы из селекцентров других регионов, а также стран ближнего и дальнего зарубежья, позволяющего в дальнейшем сортам широко адаптироваться в разных агроклиматических зонах.

Список литературы

- 1. Кудрявцев, А.М. Маркер-опосредованная селекция растений. Молекулярная и прикладная генетика / А.М. Кудрявцев // Сборник научных трудов. 2010. Т. 9. С. 28—31.
- 2. Конарев, А.В. Использование молекулярных маркеров в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции / А.В. Конарев // Аграрная наука. 2006. № 6. С. 4—22.
- 3. Упелниек, В.П. От фенотипа к генотипу: двухуровневая паспортизация сортов пшеницы / В.П. Упелниек, А.Ю. Новосельская-Драгович, А. Трифонова и др // Селекция, семеноводство и генетика. 2016. №5 (11). С. 25–29.
- 4. Зобова, Н.В. Особенности полиморфизма проламинов сортов ячменя, возделываемых в Красноярском крае / Н.В. Зобова, Т.В. Онуфриенок, А.А. Чуслин // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 7–10.
- 5. Богданов, В.В. Характеристика аллельного состава локусов глиадина сортов и линий яровой мягкой пшеницы красноярской селекции / В.В. Богданов, Н.В. Зобова // Оптимизация селекционного процесса фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири: мат-лы междун. конф., Красноярск, 23–26 июля 2019 г., Красноярск: Изд-во ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2019. С. 87–91.
- 6. Упелниек, В.П. Лабораторный анализ белков семян пшеницы: Технологическая инструкция / В.П. Упелниек, А.Ю. Новосельская-Драгович, А.А. Шишкина. М.: ФГБНУ ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН, 2013. 173 с.

Оценка исходного материала сортов и гибридов F₁ арбуза на устойчивость к болезням в условиях Волгоградского Заволжья

Варивода О.П., в.н.с., к.с.-х.н., Варивода Е.А., с.н.с., Масленникова Е.К., м.н.с. Быковская бахчевая селекционная опытная станция — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Россия, г. Волгоград. e-mail: BBSOS34@yandex.ru

Для проведения эффективной селекционной работы по изучению сортов и гибридов F_1 арбуза с комплексной устойчивостью к болезням, необходимо иметь и правильно оценивать большое разнообразие исходного материала. В проведенных исследованиях изучение и оценку исходного материала из разных климатических зон возделывания проводили с помощью лабораторных и полевых методов в искусственно созданных провокационных условиях. Комплексная устойчивость образцов арбуза к фузариозу (Fusariumoxysporumniveum) и антракноз) (Colletotrihumlagenarium (Pass)), изучаемых в лабораторных условиях, подтвердилась и в условиях полевого опыта. Устойчивые образцы были отобраны для рационального использования в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: иммунитет, арбуз, устойчивость, оценка, отбор.

$\label{eq:continuous} Evaluation of the source material of F_1 watermelon varieties and hybrids for disease resistance in the Volgograd Trans-Volga region$

Varivoda O.P., Varivoda E.A., Maslennikova E.S. Bykovsky melon selective experimental station - the branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Vegetable Growing" Russia, Volgograd

In order to conduct effective breeding work on the varieties and hybrids of F_1 watermelon with integrated disease resistance, it is necessary to have and correctly evaluate a wide variety of source material. In the studies, the study and evaluation of the source material from different climatic zones of cultivation was carried out using laboratory and field methods in artificially created provocative conditions. The complex resistance of watermelon samples to Fusarium (Fusarium oxysporum niveum) and Anthracnose) (Colletotrihum lagenarium (Pass)), studied in laboratory conditions, was also confirmed in the field experiment. Resistant samples were selected for rational use in further breeding work.

Key words: immunity, watermelon, resistance, assessment, selection.

Селекционная работа на устойчивость растений к болезням имеет свои особенности. Сорт или гибрид проявляя устойчивость к одному виду гриба, массово может поражаться другим.

Групповой или комплексный иммунитет, как отметил Н.И. Вавилов, имеет широкое распространение в природе [1]. Этот признак является константным в последующих поколениях и наследуется при скрещивании по законам Менделя [2].

Основными заболеваниями арбуза в условиях Волгоградского Заволжья являются фузариоз (*Fusarium oxysporum niveum*) и антракноз (*Colletotrihum lagenarium*). На Быковской бахчевой опытной селекционной станции изучение этих болезней началось с ее основания. М.Н. Родыгин установил две физиологические расы *Colletotrihum lagenarium «L»* и « β ». Раса «L» поражает арбуз и дыню, раса « β » все тыквенные [3]. А.М. Шворнева определила штамм фузариоза, который относился к *Fusarium oxysporum niveum* [4].

Преобладающая по устойчивости к болезням является материнская наследственность. Ее устойчивость позволяет получать большее количество устойчивых гибридов, чем при использовании устойчивой отцовской формы [5]. Использование иммунных образцов по материнской линии в скрещивании позволило получить новые сорта арбуза Икар, Рубин с комплексной устойчивостью к болезням и отличными вкусовыми качествами [6, 7].

Целью проведенных исследований является оценка и отбор нового исходного материала на устойчивость к основным заболеваниям арбуза в зоне Волгоградского Заволжья.

Материалы и методы. Оценка исходного материала проводилась лабораторным и полевым методами с использованием искусственно созданных провокационных условий. При лабораторном методе инфекцию фузариума вносили в почву, в которую высевали исследуемые образцы арбуза. Не поразившиеся болезнью растения опрыскивали суспензией спор антракноза в фазе 3—4 настоящих листьев. Определяли количество и степень пораженных фузариозом и антракнозом растений по общепринятой методике [8].

Инфекционный зараженный фон в полевых условиях создавался внесением измельченных растительных остатков пораженных фузариозом растений в каждую лунку перед посевом несколько ниже глубины заделки семян. Учет устойчивости к фузариозу проводили по взошедшим растениям. Фитопатологическую экспертизу для определения подлинности возбудителя проводили по погибшим растениям. На устойчивых к фузариозу растениях плоды заражали суспензией антракноза, который в основном поражает плоды.

Результаты и обсуждения. Одним из основных направлений в селекции арбуза на Быковской бахчевой селекционной опытной станции является создание сортов и гибридов F_1 арбуза с высокими вкусовыми качествами, обладающих комплексной устойчивостью к распространенным грибным заболевания. Дается оценка коллекционным и перспективным образцам по устойчивости к болезням, отбираются лучшие образцы [9].

В лабораторных и полевых условиях на искусственном инфекционном фоне изучались образцы из разных климатических зон: Украина, США, фирма Сингента и гибриды F_1 . Было изучено 8 образцов и два гибрида F_1 , две линии с ядерной мужской стерильностью Чms и Цms, созданные и отработанные на станции. Линии имеют рецессивный признак по окраске плода и не рассеченной листовой пластинке, что позволяет определить гибридные растения уже в фазе 2-3 настоящих листочков и придать плодам гибридов необходимую окраску.

При изучении в лабораторных условиях комплексную устойчивость к фузариозу и антракнозу проявили: образец Ультраскороспелый, не поразившийся фузариозом, поражение антракнозом составило 89 % при балле поражения 1,2 (учитывая 5-ти бальную систему поражения), Verona поразился на 13,4 % фузариозом и 86,0 % антракнозом при балле 1,7, Таврийский — соответственно 11,7 % фузариозом и 55,4 % антракнозом при балле 0,7. Эти образцы оказались значительно устойчивее стандартного сорта арбуза Зенит, поражение которого фузариозом составило 37,8 % при балле 2,7 (табл. 1).

 ${\it Таблица} \ {\it I} - {\it \Piopa}$ ажение исходных изучаемых форм арбуза фузариозом и ан-

тракнозом в лабораторных условиях при искусственном заражении

The state of the s		Фузариоз		Антракноз		
Название образца	кол-во	из них	%	%	средний	
Пазвание образца	расте-	порази-	пораже-	пораже-	балл по-	
	ний, шт.	лось, шт.	ния	ния	ражения	
Зенит – стандарт	82	31	37,8	100	2,7	
ЛЧms – стерильная	74	18	24,3	100	1,5	
Линия Цms – полосатая стерильная	82	22	26,8	100	1,9	
Verona	67	9	13,4	86,0	1,7	
Снежок	74	16	21,6	100	1,8	
Таврийский	68	8	11,7	55,4	0,7	
Каристан	62	19	30,6	100	2,6	
Ультраскороспелый	88	0	0	89,0	1,2	
F ₁ ЛЧms x Каристан	88	19	21,6	100	1,9	
F ₁ ЛЧms x Ультраскороспелый	88	8	9,1	100	1,3	
Быковский 22 – устойчив к фузариозу	78	2	2,5	100	2,0	
Медунок – устойчив к антракнозу	82	12	14,6	48,6	0,5	
НСР			1,55		0,47	

В полевом опыте комплексная устойчивость проявилась несколько иначе. Сильнее стандарта поразился образец Каристан, устойчивее были образцы Verona, Таврийский, не поразившиеся фузариозом.

Таблица 2 –Поражение исходных изучаемых форм арбуза фузариозом и ан-

тракнозом на инфекционном участке в полевом опыте

Название образца	Фузариоз			Антракноз	
	кол-во	из них по-	%	%	средний
	растений,	разилось,	пораже-	пораже-	балл по-
	шт.	шт.	ния	ния	ражения
Зенит – стандарт	65	14	21,5	100	1,4
ЛЧms – стерильная	112	11	9,8	100	1,4
Линия Цms – полосатая стерильная	66	2	3,0	100	1,3
Verona	40	0	0	71	0,8
Снежок	44	8	18,2	100	1,0
Таврийский	32	0	0	29,8	0,2
Каристан	40	12	30,0	100	1,4
Ультраскороспелый	46	6	13,0	100	1,0
F ₁ ЛЧms x Каристан	64	12	18,7	100	1,4
F ₁ ЛЧms x Ультраскороспелый	54	6	11,1	100	1,3
Быковский 22-устойчив к фузариозу	86	3	3,4	100	1,6
Медунок – устойчив к антракнозу	83	16	18,0	67,0	0,7
НСР			1,25		0,42

От антракноза погибло 71,0 % растений при балле поражения 0,8 образца Verona, у Таврийского 29,8 % при балле 0,2. Образец Ультраскороспелый поразился меньше стандарта фузариозом на 8,5 % и 0,4 балла. Гибрид F_1 ЛЧmsx Ультраскороспелый по устойчивости превзошел стандартный сорт (табл. 2).

Имеющаяся разница в степени поражения фузариозом и антракнозом изучаемых исходных форм в лабораторном и полевом опытах объясняется различными условиями произрастания растений и фазами их развития. В лабораторном опыте — фаза 3—4 настоящих листочков, а в полевом на инфекционном фоне на устойчивых к фузариозу образцах антракнозом заражаются плоды, так как они более подвержены этому заболеванию. В обоих случаях исследования, комплексную устойчивость проявили образцы Verona, Таврийский, Ультраскороспелый и линия с мужской стерильностью Цтв.

Заключение. Проведенные исследования показали, что комплексная устойчивость к фузариозу и антракнозу изучаемых образцов арбуза, проявляющаяся на ранних стадиях развития, подтверждается и на более поздних стадиях в различных условиях выращивания.

Оценены и выделены новые источники арбуза к комплексной устойчивости к фузариозу и антракнозу, что позволит эффективно использовать их, как родительские формы в дальнейшей селекционной работе для получения новых сортов и гибридов арбуза, отвечающих современным требованиям.

Список литературы

- 1. Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (Ключи к нахождению иммунных форм) / Н.И. Вавилов // Избранные произведения, Т. 2. Л., 1967. С. 362.
- 2. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов // Избранные произведения, Т. 2 Л., 1967. С. 297.
- 3. Родигин М.Н. Об иммунитете тыквы к антракнозу / М.Н. Родигин // Труды Быковской опытной станции бахчеводства Сталинград. 1935, вып. III. С. 73—75.
- 4. Шворнева А.М. Влияние условий выращивания арбуза на повреждение его фузариозным увяданием / А.М. Шворнева //Труды Быковской Бахчевой опытной станции. Сталинград, 1957. Выпуск. IV. С. 134.
- 5. Быковский Ю.А. Товарному бахчеводству России продуктивные сорта / Ю.А. Быковский, С.В. Малуева, Т.М. Никулина // Картофель и овощи -2014, № 6- С. 32–34.
- 6. Быковский Ю.А., Перспективные сорта бахчевых культур для юга России / Ю.А. Быковский, Е.А. Варивода // Картофель и овощи − 2017, № 9 − С. 39–40.
- 7. Байбакова Н.Г. Этапы получения гетерозисных гибридов F₁ арбуза /Н.Г. Байбакова, Масленникова Е.С., Варивода О.П. // Овощи России № 3 (41). 2018 С. 67–72.
 - 8. Селекция бахчевых культур. Методические указания ВИР. Л. 1988 С. 43–48.
- 9. Варивода Е.А. Использование генетических коллекций для создания новых сортов арбуза / Е.А. Варивода, С.В. Малуева, Л.Н. Вербицкая // Сборник научных трудов «Генофонд и селекция растений». 2018 С. 62–65.

DOI 10.18699/GPB2020-85

Урожайность интродуцированных сортов винограда в условиях темных сероземов Южного Казахстана

Даулетова Л.Т. 1 , Тастанбекова Г.Р. 1 , Казыбаева С.Ж. 2 , Шилманов М.Н. 1 , Мендыбаев Б. 1 , Сексенбаев Д. 1 к.с.-х.н., управляющий директор.

¹ТОО «Юго-Западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства», Шымкент, Казахстан;

 2TOO «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», г. Алматы, Казахстан.

e-mail: karakul-00@mail.ru

Современные виноградники должны закладываться сортами интенсивного типа, технологичные, высокопродуктивные, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам среды, свободные от вирусных болезней и бактериального рака, обеспечивающие производство конкурентоспособной продукции. Исследования по урожайности интродуцированных сортов винограда проведены в условиях темных сероземов Южного Казахстана. Объектами послужили интродуценты, находящиеся в коллекции Юго-За-

падного научно-исследовательского института животноводства и растениеводства и ПК «Кызыл жар». Установлено, что по продуктивности винограда, как с куста, так и с гектара выделился столовый сорт «Тайфи розовый», урожайность с куста составила 10,7 кг, что соответствует урожайности 237,8 ц/га. Несколько ниже урожайность была у сортов «Ризамат», «Киимиш Согдиана» и «Тайфи белый», где урожайность с куста составила: 8,7; 8,4 8,3 кг, а с одного гектара 193,3; 186,6 и 184,4 ц/га соответственно.

Ключевые слова: виноград, интродуцент, коллекция, сорт, урожайность.

Productivity of introduced grapes varieties in the conditions of the dark gray soil of South Kazakhstan

¹Dauletova L.T., ¹Tastanbekova G.R., ²Kazybaeva S.Zh., ¹Shilmanov M.N., ¹Mendybaev B., ¹Seksenbaev D.

¹LP «South-west Research Institute of Livestock and Crop Production» Shymkent, Kazakhstan,

²LP «Kazakh Research Institute of Horticulture»

E-mail: karakul-00@mail.ru

Modern vineyards should be planted with varieties of intensive type, technological, highly productive, resistant to biotic and abiotic environmental factors, free from viral diseases and bacterial cancer, ensuring the production of competitive products. Research on the yield of introduced grape varieties were carried out in the conditions of dark gray soil of Southern Kazakhstan. The objects were introduced, which are in the collection of the South-west research institute of livestock and crop production and production cooperative «Kyzyl Zhar». It was established that according to the productivity of grapes, both from the bush and from the hectare, the "Typhi pink" table variety stood out, the yield from the bush was 10,7 kg, which corresponds to a yield of 237,8 c/ha. The yields were somewhat lower for the varieties "Rizamat", "Kishmish Sogdiana" and "Typhi white", where the yield from the bush was: 8,7; 8,4; 8,3 kg, and from one hectare 193,3; 186,6 and 184,4 c/ha, respectively.

Key words: grapes, introducer, collection, variety, productivity.

Виноград — растение, известное с доисторических времен. В его ягодах, содержатся сахара — глюкоза и фруктоза, легкоусвояемые кислоты, минеральные соли, макро- и микроэлементы, витамины, жизненно важные аминокислоты, дубильные и красящие вещества. Переработка ягод винограда на вино, соки, варенье, мармелады, приготовление кишмиша, изюма и другой продукции значительно расширяют его сферу потребления. Длительное хра-

нение и дальние перевозки свежего винограда, ставшие реальностью настоящего времени, позволяют оценить красоту гроздей и ягод винограда, неповторимость вкуса и оригинальность аромата в самых отдаленных регионах страны, где производство его в силу экологических условий невозможно [1].

Более 70 % виноградных насаждений Республики Казахстан сосредоточено на юге страны. Туркестанская область – один из ведущих регионов промышленного виноградарства, где сосредоточено 10,3 тыс. га насаждений и производится около 77,6 процентов общего валового сбора винограда страны (68,7 тыс. тонн) [2]. Особенно ценными являются предгорные районы (Тюлькубасский, Сайрамский, Толебийский и Казыгуртский), где сосредоточены основные площади. Кроме того, наличие огромного количества солнечной инсоляции позволяет выращивать не только высококачествевнные винные, но и столовые комплексноустойчивые сорта разных сроков созревания, дающие высококачественную экологически чистую продукцию и в степной зоне (Жетысайский, Келесский, Мактааральский и Сарыагашский районы). Применение фермерами области штамбовых формировок куста позволяет значительно сократить затраты по уходу за виноградником, повысить производительность, увеличить урожайность и улучшить качество произведенной продукции.

Совершенствование сортимента винограда в настоящее время в основном осуществляется через интродукцию на основе теории почвенно-климатических аналогов инорайонных сортов.

Сортовой состав винограда в крае под влиянием антропогенного и естественных факторов постоянно эволюционирует в плане его расширения и обогащения целым спектром сортов, различающихся по срокам созревания, качеству продукции, направлению использования, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды, особенностям агротехники и т.д. [1].

Научно-исследовательские работы по изучению интродуцированных сортов винограда заложены на опытном участке Юго-Западного научно-исследовательского института животноводства и растениеводства (ж/м «Тассай» Каратауский район г. Шымкент) и ПК «Кызыл жар» (Сарыагашский район Туркестанской области), в качестве стандартов служили сорта «Саперави» и «Тайфи розовый». Каждый сортообразец представлен пятью учетными растениями. Виноградник со схемой посадки 1,5х3 м и 2,0х3 м.

Почвы опытного участка – обыкновенный серозем, суглинистые, бедные гумусом. Грунтовые воды залегают глубоко (более 50 м). Закладка опытов согласно методике постановки опытов (однофакторный опыт).

Проведение агротехухода согласно методике постановки опытов (содержание почвы по типу «черного пара»). Фенологические наблюдения и учеты проводились по общепринятой методике, изложенной в работе Лазаревского М.А. [3].

Математическая обработка данных урожайности проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову [4].

Продуктивность – один из приоритетных показателей, определяющий целесообразность возделывания того или иного сорта. В условиях степной зоны Южного Казахстана изучаемые технические сорта винограда сформировали грозди в пределах от 40 (сорт «Мускат самаркандский») до 50 штук (сорт «Мускат Арзуманова») со средним весом грозди 86,4 и 80,3 грамма, соответственно (таблица).

Таблица — Урожайность интродуцированных сортов винограда (посадка 2014 г.)

Напрания доржа	Количество	Средний вес	Урожай	ность			
Название сорта	гроздей, шт.	грозди, г	кг с куста	ц/га			
Технические сорта							
Саперави (st)	42	95,4	2,9	64,4			
Ркацители (st)	47	93,8	2,8	62,2			
Мускат фиолетовый	46	98,2	3,1	68,9			
Мускат самаркандский	40	86,4	3,0	66,6			
Мускат Арзуманова	50	80,3	2,8	62,2			
HCP ₀₅	4,5	0,14	3,24				
	Столовые сор	та					
Тайфи розовый (st)	22	524,3	10,7	237,8			
Паркентский розовый	25	235,6	6,5	144,5			
Ризамат	24	525,9	8,7	193,3			
Нимранг	21	301,4	7,4	164,4			
Тайфи белый	23	502,5	8,3	184,4			
Ак-халили	28	230,1	6,4	142,2			
Караизюм ашхабадский	26	143,2	4,4	97,76			
HCP ₀₅		17,5	0,37	8,3			
Кишмиш батыр	25	290,7	7,6	168,8			
Кишмиш Согдиана	24	300,3	8,4	186,6			
Кишмиш розовый	28	225,2	5,8	128,8			
HCP ₀₅	13,5	0,29	8,07				

У столовых сортов «Паркентский розовый» и «Кишмиш батыр» количество гроздей составило по 25 штук, а максимальное количество было отмечено у сортов «Караизюм ашхабадский» и «Кишмиш розовый» - 28 штук со средним весом грозди 230,1 г и 225,2 г соответственно.

Низкий средний вес грозди отмечен у технического сорта «Мускат Арзуманова» — 80,3 г. У столовых сортов самый низкий был отмечен у сорта «Ак-халили» 143,2 г. Средний вес грозди у «Ркацители» составил 93,8 г.

По продуктивности винограда, как с куста, так и с гектара выделился столовый сорт «Тайфи розовый», урожайность с куста составила 10,7 кг, что соответствует урожайности 237,8 ц/га. Несколько ниже урожайность была у

сортов «Ризамат», «Кишмиш Согдиана» и «Тайфи белый», где урожайность с куста составила: 8,7; 8,4 8,3 кг, а с одного гектара 193,3; 186,6 и 184,4 ц/га соответственно.

Самая низкая урожайность отмечена у технических сортов «Мускат Арзуманова» и «Ркацители» — 2,8 и 2,9 килограмм с одного куста или 62,2 центнеров с гектара. Среди столовых сортов низкая урожайность отмечена у сорта «Ак-халили» — 97,76 ц/га и 4,4 кг с одного куста.

Список литературы

- 1. Гугучкин А.А. Урожай и качество сортов-интродуцентов винограда в условиях центральной части Западного Предкавказья: Автореф. дис. . канд. с.-х. наук. –Краснолар, 2001.-24 с.
- 2. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан Комитет по статистике. http://www.stat.gov.kz.
- 3. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1963. 68с.
- 4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

DOI 10.18699/GPB2020-86

Использование сомаклональных линий сои при создании скороспелых и засухоустойчивых сортов для Севера Казахстана

Дидоренко $C.B.^{1*}$, к.б.н., зав. отделом зернобобовых культур; Абугалиева $A.И.^{1}$, д.б.н., зав. аналитической лабораторией; Ержебаева $P.C.^{1}$, к.б.н., руководитель группы биотехнологии; Сидорик $U.B.^{2**}$, зав. лабораторией диверсификации в растениеводстве; Рожанская $O.A.^{3}$ д.б.н., зав. отделом биотехнологии.

Изучение сомаклональных соевых линий в условиях Алматинской и Костанайской областей позволило выявить ультраскороспелую, высокопродуктивную и засухоустойчивую линию и передать ее на государственное сортоиспытание в Республике Казахстан для северных регионов. Сорт Ру-

¹ ТОО «Казахский научно исследовательский институт Земледелия и растениеводства» (ТОО «КазНИИЗиР»), Алматы, Казахстан,

² ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция Заречное», Костанай, Казахстан,

³ ФГБУН СФНЦА, Новосибирск, Россия.

^{*}e-mail: svetl_did@mail.ru; **e-mail: sznpz@mail.ru

сия, созданный на основе сомаклональной линии R-5, имеет среднюю урожайность 26,9 ц / га, что превышает контроль (СибНИИК 315) на 4,7 ц/га. Содержание белка в семенах составляет 44–46 %; масла -18,0–18,5 %, масса 1000 семян -165–175 г, продолжительность вегетации 95 дней.

Ключевые слова: соя, сома клоны, скороспелость, северный экотип.

Somaclonal lines as the initial material insoybean selection for very ripening and dusk-resistance varieties for the North of Kazakhstan

Didorenko S.V.¹ Candidate of Biological Sciences, Head of leguminous crops department; Abugalieva A.I.¹, Doctor of Biological Sciences, Head of analytical laboratory; Yerzhebayeva R.S.¹, candidate of biological sciences, head of the biotechnology group; Sidorik I.V.², Plant diversification laboratory manager; Rozhanskaya O.A.³, Doctor of Biological Sciences, Head of biotechnology department

¹ LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing" (LLP "KazNIIZiR"), Almaty, Kazakhstan, svetl did@mail.ru

The study of somaclonal soybean lines in the conditions of Almaty and Kostanay region made it possible to identify an ultra-ripening, highly productive and drought-resistant line, and transfer it to the state variety testing in the Republic of Kazakhstan for the northern regions. The Rusia variety, created on the basis of the somaclonal line R-5, has an average yield of 26.9 c / ha, which exceeds the control (SibNIIC 315) by 4.7 c/ha. The protein content in the seeds is 44–46 %; oils -18.0–18.5 %, weight of 1000 seeds -165–175 g, duration of the growing season is 95 days.

Key words: soy, somaclones, precocity, northern ecotype.

В последние годы производство сои в Казахстане постоянно увеличивается. Это имеет важное значение и способствует решению проблемы дефицита белка в питании человека и кормлении животных, а также диверсификации растениеводства. Однако, основным регионом возделывания сои является юг и юго-восток Казахстана. В 2018 году при общей посевной площади в Республике Казахстан 139,6 тыс. га в Алматинской области под соей было занято 107 тыс. га, т.е. более 80 % [1]. Продвижение сои в северные и восточные области республики является целевым индикатором программы по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы [2].

Увеличение производства сои является одним из важнейших путей решения проблемы дефицита кормового и продовольственного белка в Се-

² LLP «Agricultural experimental station «Zarechnoye», Kostanay, Kazakhstan, sznpz@mail.ru

³ FSBSI "Siberian Research Institute of Feed", Novosibirsk, Russia.

верных областях Республики Казахстан, где соя все еще не получила должного распространения. Одной из причин этого является отсутствие высокопродуктивных ультраскороспелыхсортов, адаптированных к местным условиям, обладающих морозостойкостью в начальные периоды вегетации и повышенной засухоустойчивостью, поскольку она выращивается в данном регионе без полива [3]. По многолетним наблюдениям количество влаги за вегетационный период сои в Северо-Казахстанской области выпадает 152 мм, в Актюбинской и Костанайской областях 111 и 166 мм соответственно, тогда как для формирования полноценного урожая для этой культуры требуется не менее 350—400 мм.

Для создания исходного материала актуально применение методов сомаклональной вариации. Культивирование соматических клеток в искусственных условиях приводит к возникновению генотипического разнообразия среди растений регенерантов как по количественным, так и по качественным признакам [4].

Материалом исследований послужили 48 сомаклональных линий сои, созданные вотделе биотехнологии СибНИИ кормов. Сомаклональные линии сои сортов СибНИИК 315 и Динаизучались наполевых стационарах Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) и Костанайского НИИ сельского хозяйства (Костанайский НИИСХ). Полевые стационары КазНИИЗиР расположены в Алматинской области, находящейся на высоте 740 метров над уровнем моря, 43°15′ с. ш., 76°54′ в. д., а полевые стационары Костанайского НИИСХ находятся близ города Костанай, на высоте 167 метров над уровнем моря 53°12′51″ с. ш., 63°37′28″ в. д.

Был проведен скрининг устьичного аппарата и опушения на листьях сои при поливе и влагодифиците, изучена всхожесть и энергия прорастания в осмотических растворах (сахароза и ПЭГ 6000), изучены параметры признаков продуктивности при выращивании на полевых стационарах. Изучена урожайность выделившихся линий в условиях Костанайской области в сравнении со стандартным сортом СибНИИК 315.

Большинство сомаклональных линий повели себя как фотопериодически нейтральные, то есть при возделывании их в северных широтах увеличение вегетационного периода происходило в незначительной степени и только один образец R 162-17 не вызрел в 2015 году. Неблагоприятные погодные условия 2017 года (недостаток положительных температур и избыточное увлажнение) привели к тому, что произошло увеличение вегетационного периода большинства сомаклональных линий.

Структурный анализ сомаклональных линий выявил, что высота растений, выращенных в условиях Костанайской области была на 20–30 см выше, чем у линий в условиях Алматинской области, и находилась в среднем в пределах 72–77 см. Масса 1000 семян находилась в диапазоне 164–214 г, и погодные условия разных летисследований оказали незначительное влияние

на формирование данного признака, так же, как и при возделывании их в условиях Алматинской области. Показатель урожая с делянки имел больший диапазон вариации по сравнению с условиями Алматинской областии составил 417.5 г.

Отмечено, что линии ведут себя не равноценно вразных областях. Отдельные образцы, выделившиеся в Алматинской области, в Костанайской не показывают себя, и наоборот. Так сорта СибНИИК 315 и Ивушка показали высшую урожайность на поливном стационаре Алматинской области, а новый сорт Русия на неполивном стационаре Костанайской области. Сравнивая средние показатели признаков продуктивности сомаклональных линий в двух экологических зонах можно отметить, что в условиях Костанайской области эти скороспелые линии раскрыли свой больший потенциал, чем в условиях Алматинской области. По всем показателям продуктивности сомаклональные линии выделялись в условиях Костанайской области. Однако в Алматинской области формировалось более крупное семя у всех сомаклональных линий.

В результате комплексного изучения продуктивности и засухоустойчивости, переданна ГК СИСК1 ультраскороспелый сорт сои «Русия» (сомаклональная линия R-5) 00 группы спелости, засухоустойчивый, устойчивый к растрескиванию бобов для северных регионов Республики Казахстан с урожайностью за годы исследований — $26.9\,$ ц/га (в особо благоприятный $2015\,$ год $29.6\,$ ц/га), с содержанием белка в семенах — $44-46\,$ %; масла — $18.0-18.5\,$ %, с массой $1000\,$ семян — $165-175\,$ г и продолжительностью вегетационного периода $95\,$ суток. Новый сорт превышает по урожайности семян контроль (СибНИИк 315) на 4.7ц/га.

Список литературы

- 1. Дидоренко С.В. Селекция сои в Казахстане. «Асыл кітап». Алматы, 2019. 246 с.
- 2. Дидоренко С.В., Кудайбергенов М.С., Абугалиева А.И., Сидорик И.В., Спрягайлова Ю.Н. Скороспелость сои приоритет казахстанской селекции // 2 Биологический конгресс «Глобальные изменения климата и Биоразнообразие», Алматы, 11--13 ноября, 2015. С. 256—257.
- 3. Закиева А.А., Искаков А. Р., Ешенгалиева А. Н., Дидоренко С.В. Вопросы развития сои в Казахстане и использование селекционно-биотехнологических методов // Молодой ученый. -2015. Спецвыпуск № 9.2. С. 27—29.
- 4. Дидоренко С.В., Абугалиева А.И., Ержебаева Р.С., Сидорик И.В., Рожанская О.А. Сомаклональные линии как исходный материал в селекции сои на скороспелость и засухоустойчивость // IV международная конференция «Генофонд и селекция растений», Новосибирск, 2018. С. 103–107.

Анализ полиморфизма микросателлитных локусов у культивируемых в Беларуси сортов овса посевного

Дубовец Н.И., д.б.н., чл.-корр. НАН Беларуси, зам. заведующего лабораторией; Сычева Е.А., к.б.н., зам. директора по науке, Соколюк А.В., м.н.с. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь. *e-mail: N.I.Dubovets@igc.by

Проведен анализ полиморфизма 10 SSR-локусов у 22 сортов овса посевного различного происхождения, в ходе которого выявлено 54 аллеля. Установлены различия по аллельному составу ряда локусов между сортами белорусской и зарубежной селекции. Показано, что по уровню генетической изменчивости белорусские сорта не отличаются от зарубежных. Отобрано 7 информативных SSR-маркеров с варьированием PIC от 0,57 до 0,83, которые рекомендуется использовать для анализа генетической изменчивости сортового генофонда овса посевного. Три наиболее информативных маркера AM11, AM22 и AM30 (PIC 0,83, 0,81 и 0,73, соответственно) могут быть применены для дифференциации генетически близких генотипов овса.

Ключевые слова: овес посевной, молекулярные маркеры, полиморфизм SSR-локусов, генетическая изменчивость.

Analysis of microsatellite locus polymorphism in oat varieties cultivated in Belarus

Dubovets N. I., SychevaE. A., Sokoluk A.V. Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus.

The polymorphism of 10 SSR loci was analyzed in 22 varieties of sowing oats of various origin, during which 54 alleles were identified. Differences in the allelic composition of a number of loci between the varieties of Belarusian and foreign breeding have been established. It is shown that Belarusian varieties do not differ from foreign ones in terms of genetic variability. 7 informative SSR markers were selected with PIC variations from 0.57 to 0.83, which are recommended for use in the analysis of the genetic diversity of oat gene pool. The three most informative markers AM11, AM22 and AM30 (PIC 0.83, 0.81 and 0.73, respectively) can be used to differentiate genetically close oat genotypes.

Key words: cultivated oat, molecular markers, polymorphism of SSR loci, genetic variability.

В Беларуси под посевами овса в 2019 году было занято 153,8 тысячи гектаров, причем 99 % посевной площади занимали сорта отечественной селекции. Средняя урожайность этих сортов в ГСИ составляет 60–65 ц/га, а

максимальная – 95-101 ц/га, однако в полевых условиях она значительно ниже (25,4 ц/га в 2019 году), что в основном обусловлено негативным влиянием абиотических и биотических факторов среды. Из этого следует, что для полного раскрытия достигнутого потенциала продуктивности необходимо сосредоточить усилия на повышении устойчивости сортов к стрессовым факторам. Для решения этой задачи целесообразно использовать широкий пул генетических ресурсов из других регионов мира, оценив при этом генетическое разнообразие отечественных сортов в сравнении с сортами из других селекционных программ с привлечением современных методов ДНКмаркирования селекционного материала. Исходя из этого мы поставили перед собой цель оценить уровень генетической изменчивости сортов Avena sativa L. различного эколого-географического происхождения путем анализа полиморфизма SSR локусов и на основании полученных данных разработать систему молекулярных маркеров для использования в селекционном процессе культуры. В данной статье приводятся результаты генотипирования сортового генофондаовса, включенного в Государственный реестр сортов Республики Беларусь, а также активно используемого в селекционном процессе.

В исследование были включены 22 сорта, из которых половину составляли сорта белорусской селекции (Полонез, Стралец, Багач, Вандроуник, Юбиляр, Крепыш, Золак, Гоша, Факс, Дебют и Королек), остальные 11 сортов были условно сгруппированы по регионам следующим образом: 3 сорта (Каньон, Скорпион и Чакал) — европейской селекции, 4 сорта (Villu, Jaak, Ка lie и StendesDarta) — прибалтийской селекции и 4 сорта (Буцефал, Дерби, Факир и Конкур) — российской селекции.

Анализ генетического разнообразия сортов овса проводился с использованием 10 SSR-маркеров из серии АМ, разработанной Ли с коллегами [1]. В общей сложности в исследованном материале было выявлено 54 аллеля. При этом в материале белорусской селекции присутствовало 39 аллелей, из которых 11 не встречались у остальных включенных в исследование сортов, а у зарубежных сортов эти показатели составили 43 и 16 аллелей, соответственно. Среднее число аллелей на локус в общей выборке составило 5,4.

Для оценки эффективности использованной маркерной системы были рассчитаны такие показатели, как величина информационного полиморфизма (PIC) и маркерный индекс (MI) [2] (табл.1).

Таблица I —	Характеристика	включенных в	исследование	SSR-маркеров
-------------	----------------	--------------	--------------	--------------

SSR- маркер	Количество ал- лелей	Частота встречаемости	Размер, п.о.	PIC	MI
1	2	3	4	5	6
AM1	9	0,0286-0,6	154-210	0,61	0,87
AM15	1	1	229	0	0
AM22	11	0,01-0,3	168-309	0,81	1,73
AM11	12	0,02-0,3	139-226	0,83	2,1

1	2	3	4	5	6
AM83	2	0,27-0,72	187-188	0,4	0,027
AM38	1	1	158	0	0
AM 25	4	0,04-0,59	227-230	0,58	0,16
AM30	6	0,04-0,35	179-191	0,73	0,46
AM53	4	0,04- 0,5	256-346	0,57	0,16
AM42	4	0,04-0,47	171-175	0,59	0,16

Как видно из данных таблицы 1, РІС использованных маркеров варьировал от 0 до 0,83, составив в среднем 0,51. Значение РІС выше среднего имели все маркеры (7), выявлявшие 4 и более аллелей на локус. Наиболее информативными оказались маркеры AM11, AM22 и AM30, идентифицировавшие 12, 11 и 6 аллелей и имевшие РІС 0,83, 0,81 и 0,73, соответственно. Маркер AM1, с помощью которого было выявлено 9 аллелей, был менее информативным, что по-видимому, связано с явным преобладанием по частоте встречаемости аллеля 156 п.н. при единичном присутствии большинства остальных, но в целом он также характеризовался довольно высоким значением РІС (0,61).

Маркерный индекс, отражающий пригодность использованной маркерной системы, варьировал от 0 до 2,1 (табл. 1). Лучшие его значения имели маркеры AM11 и AM22, которые характеризовался также лучшими значениями PIC, что подтверждает их высокую информативность.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что для исследования полиморфизма SSR-локусов сортов овса весьма информативными являются маркеры AM1, AM11, AM22, AM25, AM30, AM42 и AM83, в то время как использование маркеров AM15 и AM38 является нецелесообразным.

Для оценки уровня генетической изменчивости включенных в исследования сортов овса использовался такой показатель, как ожидаемая гетерозиготность, или генетическое разнообразие по Heu (H_e), выбор которого был обусловлен тем, что он практически не зависит от размера выборки. Значения показателя по каждому полиморфному локусу в пределах сформированных по регионам групп сортов представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Ожидаемая гетерозиготность SSR-локусов в пределах сформированных по регионам групп сортов овса посевного

Группы	Ожидаемая гетерозиготность (Не)								
сортов	AM1	AM11	AM22	AM25	AM30	AM42	AM53	AM83	
Белорусские	0,357	0,815	0,82	0,677	0,598	0,495	0,569	0,396	
Российские	0,57	0,64	0,69	0	0,78	0,688	0,375	0,375	
Прибалтийские	0,75	0,69	0,69	0,48	0,79	0,687	0	0	
Европейские	0,667	0,839	0,78	0	0,716	0,5	0,625	0	

Представленные данные свидетельствуют о том, что у белорусских сортов наибольшей гетерозиготностью характеризуются локусы $AM11\ u\ AM22$, в которых обнаружено максимальное число аллелей (8 и 10, соответственно), причем 8 из этих 18 аллелей не встречаются у сортов из других регионов. Эти же локусы имеют самые высокие показатели гетерозиготности у европейских сортов, которые по числовому выражению они очень близки к показателям белорусских сортов. Схожая картина отмечена для локусов AM42 и AM53. В то же время гетерозиготность локусов AM30, AM42 и, в особенности, AM1 у белорусских сортов ниже, чем у остальных групп сортов.

Среднее значение Не для всех локусов, являющееся оценкой уровня генетической изменчивости популяции, для белорусских сортов было равно 0,473, для российских сортов -0,412, для прибалтийских сортов -0,409 и для европейских сортов -0.412, то есть различия наблюдались на уровне сотых долей единицы. Для сравнения укажем, что в исследованиях Ашимовой с коллегами [3], значение показателя для сортов из Восточной Европы составило 0,521, а для сортов казахской селекции – 0,525. Такое же значение Не (0,526) было получено для всей изученной мировой коллекции овса (163 генотипа), что по мнению авторов свидетельствует о широком использовании зарубежных генетических ресурсов этой культуры в селекционных программах Казахстана. Аналогичный вывод можно сделать и по результатам наших исследований. Тем не менее, выявленные различия по полиморфизму ряда локусов между сортами овса посевного из разных регионов дают основания полагать, что заложенный в зарубежных сортах потенциал генетической изменчивости использован белорусскими селекционерами не в полной мере.

Список литературы

- 1. Li, C.D. The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena species* and oat cultivars / C.D. Li, B.G. Rossnagel, G.J. Scoles // Theor. Appl. Genet. 2000. Vol. 101, No. 8 P. 1259–1268.
- 2. Чесноков, Ю.В. Оценка меры информационного полиморфизма генетического разнообразия / Ю.В. Чесноков, А.М. Артемьева // Сельскохозяйственная биология. 2015. T. 50, № 5. C. 571-572.

Получение дигаплоидных линий яровой тритикале из гибридов F_1 с использованием культуры пыльников

Ержебаева Р.С., к.б.н., Таджибаев Д., Берсимбаева Г.Х., Абдурахманова М.А. Казахский НИИ земледелия и растениеводства, п. Алмалыбак, Республика Казахстан.

*e-mail: raushan 2008@mail.ru,

Для развития и ускорения селекции яровой тритикале (\times Triticosecale Wittm.) гибриды первого поколения, полученные от скрещиваний сортов с высокой продуктивностью и качеством зерна проведены через гаплоидную технологию. Регенерация зеленых растенийсоставила 2,68 шт/100 пыльников. Спонтанное удвоение составило 30,9%. С использованием метода культуры пыльниковполучены 43 дигаплоидные линии из гибридов F_1 яровой тритикале.

Ключевые слова: тритикале, культура пыльников, эмбриогенез, регенерация, зеленое растение, плоидность, дигаплоидное растение.

Obtaining doubled haploids lines of spring triticale from F₁ hybrides using anteries culture

Yerzhebayeva R.S., candidate of biological sciences, Biotechnology Team Leader of Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybakvillage, Republic of Kazakhstan, Tadjibayev D., Bersimbaeva G.Kh., Abdurakhmanova M.A.

To develop and accelerate the selection of spring triticale (\times Triticosecale Wittm.) first-generation hybrids were passed through haploid technology. The regeneration of green plants amounted to 2.68 pcs/100 anthers. Spontaneous doubling was 30.9 %. Using the anther culture method, 43 doubled haploid lines were obtained from F_1 spring triticale hybrids.

Keywords: triticale, anther culture, embryogenesis, regeneration, green plants, doubled haploid plant.

Для ускоренного развития в селекционных программах зерновых культур обычно используетсясочетание методов классической селекции, включающее подбор родительских пар, широкомасштабные скрещивания и андрогенную технологию (культура пыльников и изолированных микроспор), позволяющую получать гомозиготные линии из гибридов F_1 [1]. Технология удвоенных гаплоидов (дигаплоидов) позволяет получать гомозиготные линии, которые доступны для отбора в гибридах первого поколения (F_1) . У гаплоидов каждый ген представлен единственным аллелем и рецессивные аллели одних генов проявляются наряду с доминантными аллелями других.

Генетическое расщепление при использовании гаплоидов менее сложно (фактически оно не превышает числа классов гамет) и для выделения определенной комбинации генов нужна сравнительно малочисленная популяция [1].

Целью наших исследований являлось получение дигаплоидных линий из гибридов первого поколения яровой тритикале.

Материалом служили растения гибридного поколения F_1 яровой тритикале.

Методы исследования. Гибридизация проводилась по схеме топкроссных скрещиваний. Опыление произведено твел-методом, разработанным мексиканским селекционером Борлаугом Н. (модификация Уразалиева Р.А., Шегебаева О.Ш.) [3].

Культивирование пыльников [4] проводилось на питательных средах для индукции эмбриогенеза:W14 (Jia et al. 1994)[5] + 1000 мг/л глутамин, 2 мг/л фитогормона 2,4 Д, 0,2 мг/л зеатин; 20 г/л фиколл 400, 100 мг/л фитогель, 4 мг/л аскорбиновой кислоты[6];CHB3 (ChuC., 1990) + 2мг/л 2,4Д, + 2 мг/л кинетин + 90 г/л мальтозы+100 мг/л фитогель [7]; 190 -2 (Pauk J. et al., 2000) [8].

Для регенерации использовалась стандартная среда MS с добавлением зеатин 3 мг/л, 30 г/л сахарозы и 3 г/л PhytogelTM. Для корнеобразования стандартная среда MS с добавлением 0,5 г/л казеина гидролизата, 20 г/л сахарозы, 2 мг/л ИУК, 4 г/л PhytogelTM.

Плоидность полученных растений определяли на анализаторе Cy Flow Ploidy Analyser («Sysmex Partek GmbH», Германия). Пробы для анализа подготавливали с использованием набора Cy Stain® UV Precise P (Sysmex Partek GmbH, Германия).

Результаты исследований. По итогам изучения коллекции яровой тритикале в период 2018–2019 гг. в условиях юго-востока РК для создания новых, продуктивных, скороспелых линий яровой тритикале селекционерами была проведена гибридизация яровой тритикале в полевых условиях − 57 комбинаций скрещиваний. В качестве родительских форм были подобраны образцы яровой тритикале, выделенные по высокой продуктивности, качеству зерна и скороспелости — Wanad, Праг 503, АС Сета, Fahad 8-2 U 3878, Золотой гребешок, МХ 107, МХ -31, № 20 (Prado x Матейка), Соогопд, Лэгинь Харьковский, Хайкар, Л 5635, Cheetah, Esel, Camel, Whale, Fahad 8-2 U 3878, Zebra357, Caborca 79 идр. По результатам гибридизации было получено 1377 гибридных семян.

Все растения гибридного поколения F_1 были выращены как донорные растения для гаплоидной технологии на научном полевом стационаре зерновых культур (орошаемый) из гибридных семян. Для андрогенеза были отобраны и срезаны 42 гибридные популяции F_1 . После холодовой обработки колосьев (в течение 14 дней) и стерилизации пыльники гибридов F_1 изолировали и вводили на жидкие питательные среды *in vitro* – CHB -3, mW14, 190-2.

Результаты оценки образования андрогенных структур (AC) показали, что отзывчивость на андрогенную технологию гибридов первого поколения была разная и варьировала в пределах 5 — 225 AC/100 пыльников. Наиболее высокая частота формирования андрогенных структур была зафиксирована по гибридным популяциям — ЯТХ -42 х Дагво (225 AC), Укро х Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886 (120 AC), Лэгинь Харьковский х Каравай Харьковский (120 AC), ЭС1008 х Ульяна (110 AC), Хайкар х Миіг (110 AC), Примэвара 5 х ЯТХ-42 (100 AC), Соогопд х ЯТХ-42 (100 AC) на питательной среде СНВ -3.

Андрогенные структуры, достигшие 2–2,5 мм, пересаживались на питательную среду для регенерации. В таблице представлены отзывчивые на андрогенез гибриды F_1 , у которых были получены зеленые растения. Оценка регенерации показала, что в среднем по отзывчивым образцам регенерация альбиносных растений (безхлорофильных проростков) составила 17,4 шт./100 пыльников, а зеленых растений – 2,68 шт./100 пыльников. Наибольшее количество регенерировавших зеленых растений зафиксировано из андрогенных структур № 20 х Ульяна (6,7 шт./100 пыльников) и Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886 х № 20 (5,9 шт./100 пыльников).

Конечным результатом описанной технологии культуры пыльников тритикале является получение дигаплоидных растений. В отработанных протоколах осуществляют воздействие на микроспоры высокими и низкими температурами, способствующими спонтанному удвоению хромосом на ранних стадиях культивирования. Спонтанное удвоение позволяет исключить процесс колхицинирования, тяжело переносимый растениями-регенерантами.

Таблица — Результаты эмбриогенеза и регенерации растений гибридов первого поколения ярового тритикале в культуре пыльников *in vitro*

	Пита-	Количество андрогенных	Количество растений, шт./100 пыльников		
Наименование гибрида	тельная среда	структур/ 100 пыльников	альбинос- ных	зеленых	
1	2	3	4	5	
WANAD x U 3878	190-2	46,6±11,5	12,4	1,4	
WANAD x U 3878	CHB-3	90,0±22,6	14,5	2,2	
WANAD x U 3878	mW14	40,0±8,5	10,0	1,8	
№20 х Ульяна	CHB-3	50,00±12,4	28,6	6,7	
№20 x Л105/08	mW14	40,00±15,4	13,5	1,5	
№20 x Л105/08	CHB-3	32,5±10,6	12,3	1,2	
Укро х Дуплет	CHB-3	79,5±14,4	11,5	1,4	
Укро x Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886	CHB-3	120±25,7	27,8	2,4	
MX107 xDahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886	CHB-3	115±21,9	26,7	2,7	

1	2	3	4	5
ЯТХ -42 х Дагво	CHB-3	225±20,5	18,3	1,4
ЯТХ -42 х Л5635	CHB-3	87,5±25,2	41,0	-
ЯТХ -42 x WANAD	CHB-3	38,3±12,7	12,3	-
Лэгинь Харьковский x Papion	CHB-3	33,3±12,3	8,3	4,2
Лэгинь Харьковский х Caborca 79	CHB-3	70,0±14,5	9,7	3,6
Дагво x Tiga	CHB-3	$70,0\pm10,3$	14,9	2,1
Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886x №20	CHB-3	80±14,5	16,8	5,9
Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886x №20	mW14	35,0±8,6	10,3	5,6
Хайкар x Muiz	CHB-3	110,0±20,5	17,8	1,2
Coorong x STX-42	CHB-3	$100,0\pm20,8$	14,4	1,8
Coorong x STX-42	mW14	70,0±17,7	12,4	1,8
Примэвара 5 х ЯТХ-42	CHB-3	100,0±12,5	27,6	1,2
ЭС1008 х Ульяна	CHB-3	110,0±24,7	24,5	2,5
Лэгинь Харьковский х Каравай Харьковский	СНВ-3	120,0±10,2	16,4	3,8
Среднее			17,4	2,7

Для анализа плоидности растений и дальнейшей адаптации к грунту были отобраны зеленые растения, которые имели хорошо сформированную корневую систему и листья (168 растений). У 27 % растений отмечали отсутствие корня, слабое развитие, курчавость листьев ввиду недостаточного развития механической ткани.

Проведен анализ всех полученных растений с использованием анализатора плоидности Cy Flow Ploidy Analyser (Sysmex Partek GmbH), рисунок 5. В нашем эксперименте спонтанное удвоение было зафиксировано у 52 (30,9 %) растений-регенерантов. Все дигаплоидные растения были пересажены в грунт. Адаптацию к грунту прошли 43 растения, что составляло 82,6 %. Все дигаплоидные растения в тепличных условиях доведены до семян.

Таким образом, получены 43 дигаплоидные линии из гибридов F_1 — Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886 x № 20, № 20 х Ульяна, Лэгинь Харьковский х Раріоп, WANAD x U 3878.

Список литературы

- 1. Ślusarkiewicz-Jarzina A., Pudelska H., Woźna J., Pniewsk T. Improved production of doubled haploids of winter and spring triticale hybrids via combination of colchicine treatments on anthers and regenerated plants // J Appl Genetics 2017. Vol.58. P.287. DOI.10.1007/s13353-016-0387-9.
- 2. Zheng, M.Y. Microspore culture in wheat (*Triticum aestivum*) doubled haploid production via induced embryogenesis, Plant Cell Tiss Org Cult., 2003, vol. 73, pp. 213–230.
- 3. Уразалиев Р.А., Шегебаев О.Ш. Новый способ получения гибридных семян зерновых культур // Вестник с.-х. науки Казахстана. 1981. № 4. С.30–32.
 - 4. Rubtsova M., Gnad H., Melzer M., Weyen J., Gils M. The auxins centrophenoxine

- and 2,4-D differ in their effects on non-directly induced chromosome doubling in anther culture of wheat (*T. aestivum* L.) // Plant Biotechnol Rep. 2012. Vol. 7. P. 247–255.
- 5. Jia X., Zhuang J., Hu S., Ye C., Nie D. Establishmentand application of the medium of anther culture of intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* × *Triticum agropyron* // Sci. Agri. Sin. 1994. Vol. 27. P. 83–87.
- 6. Chu C.C., Hill R.D., Brule-Babel A.L. High frequencyof pollen embryoid formation and plant regeneration in *Triticum aestivum* L. on monosaccharide containing media // Plant Sci. 1990. Vol. 66. P. 255–262.
- 7. Lantos C., Paricsi S., Zofajova A.Z., Weyen J., Pauk J. Isolated microspore culture of wheat (*Triticum aestivum* L.) with Hungarian cultivars // Acta Biol. Szeged. 2006. Vol. 50 (1–2). P.31–35.
- Pauk J., Poulimatka M., Lökös Tóth K., Monostori T. In vitro androgenesis of triticale in isolated microspore culture // Plant Cell Tiss. Org. Cult. 2000. Vol. 61. P. 221–229.

DOI 10.18699/GPB2020-89

Анализ морфометрических характеристик колосьев пяти вилов пшеницы

Комышев Е.Г. 1* , м.н.с.; Генаев М.А. 1,2 , к.б.н, н.с.; Афонников Д.А. 1,2 , к.б.н., в.н.с.

¹ИЦиГ СО РАН, Курчатовский геномный центр, Новосибирск, Россия;

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия.

*e-mail: komyshev@bionet.nsc.ru

Разработан метод распознавания и морфометрии колоса пшеницы на основе анализа цифровых изображений. Предложенный подход показал высокую точность для определения качественных и количественных характеристик колоса. Анализ полученных характеристик пяти видов пшеницы показал, что они разбиваются на три основные кластера, характеризующие формы колоса.

Ключевые слова: анализ изображений, распознавание образов, морфометрия, колос пшеницы.

Spikes morphometric characteristics analysis of five species of wheat

Komyshev E. G., ICG SB RAS, Kurchatov Genomic Center, Novosibirsk, Russia, komyshev@bionet.nsc.ru

Genaev M. A., ICG SB RAS, Kurchatov Genomic Center, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Afonnikov D. A., ICG SB RAS, Kurchatov Genomic Center, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

A method for recognition and morphometry of a wheat spike based on the analysis of digital images has been developed. The proposed approach showed high accuracy for determining the qualitative and quantitative characteristics of the spike. An analysis of the obtained characteristics of five species of wheat showed that they are divided into three main clusters characterizing the spike shape.

Keywords: image analysis, pattern recognition, morphometry, spikes of wheat.

Форма и структура колоса – одни из важнейших характеристик злаков, связанные с такими их хозяйственно ценными качествами, как продуктивность, отсутствие ломкости колоса и легкость обмолота. Изучение генов, контролирующих данные признаки, позволит целенаправленно создавать новые сорта с улучшенными характеристиками по урожайности, легкости обмолота и устойчивостью к факторам внешней среды [1]. Однако, сложность проведения исследований в этой области обусловлена полиплоидностью генома пшеницы [2] и необходимостью получения фенотипических данных тысяч растений. К примеру, в работе Бодена и соавт. [3] для идентификации локусов, ассоциированных со структурой колоса (соцветия) было проанализировано более 13 тыс. образцов колосьев. Оценка характеристик колоса в большинстве современных исследований выполняется экспертом на основании визуального анализа колоса и измерительных практик, что требует существенных затрат времени. Автоматизация этого трудоемкого и затратного по времени процесса за счет внедрения технологий анализа цифровых изображений является актуальной для современной науки.

В данной работе мы предлагаем метод распознавания колоса пшеницы, основанный на анализе цифровых изображений. Данный метод позволяет извлечь ряд признаков колоса, такие как длина, ширина, проецируемая на изображение площадь, остистость и т.д. Предложенный подход позволяет анализировать форму колоса, что является важной характерной чертой, тесно связанной с видовой принадлежностью растения, что в свою очередь может быть использовано для идентификации сортов.

Метод показал высокую точность для определения качественных и количественных характеристик колоса пшеницы, что позволило решать задачу предсказания формы и плотности колоса. Анализ полученных характеристик пяти видов пшеницы показал, что они разбиваются на три основные кластера, характеризующие линейные размеры колоса, проецируемые сегментами колоса площади, а также форму контура колоса.

Благодарности: работа выполнена за счет финансирования Курчатовского геномного центра ИЦиГ СО РАН, соглашение с Министерством Образования и Науки № 075-15-2019-1662.

Список литературы

- 1. Konopatskaia I.D., Vavilova V.Y., Blinov A.G., Goncharov N.P. Spike morphology genes in wheat species (Triticum L.) // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. De Gruyter Open, 2016. T. 70. N_{\odot} . 6. C. 345–355. doi: 10.1515/prolas-2016-0053.
- 2. Borrill P., Harrington S.A., Uauy C. Applying the latest advances in genomics and phenomics for trait discovery in polyploid wheat //The Plant Journal. $-2019. T. 97. N_{\odot}$. 1. C. 56-72.
- 3. Boden S.A. et al. Ppd-1 is a key regulator of inflorescence architecture and paired spikelet development in wheat // Nature Plants. -2015. -T. 1. -N2. 2. -C. 14016.

DOI 10.18699/GPB2020-90

Генетическое разнообразие образцов дыни

Корнилова М.С., м.н.с.; Суслова В.А., м.н.с. Быковская бахчевая селекционная опытная станция — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Россия, Волгоград. e-mail: BBSOS34@ yandex. ru

На Быковской бахчевой селекционной опытной станции в условиях богары, ежегодно проводится изучение генофонда дыни. В 2019 году изучалось 30 образцов из коллекции ВИР. Дана сравнительная оценка образцам дыни зарубежной и отечественной селекции. В процессе испытания дана характеристика по основным параметрам: качество продукции, урожайность, устойчивость к био- и абиофакторам среды. С выделившими образцами дыни будет продолжена работа в качестве родительских пар при гибридизации.

Ключевые слова: дыня, генетическая коллекция, вегетационный период, качество, сухое вещество, устойчивость, урожайность.

Genetic diversity of melon samples

Kornilova Mariya Sergeevna, Suslova Valeriya Andreevna Bykovsky melon selective experimental station – the branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Vegetable Growing" Russia, Volgograd.

At the Bykovskaya melon selection experimental station in the conditions of rainfed, the melon gene pool is studied annually. In 2019, 30 samples from the VIR collection were studied. A comparative assessment of melon samples of foreign and domestic selection is given. During the test, a characteristic is given for the main parameters: product quality, yield, resistance to bio- and abiofactors of

the environment. With selected melon samples, work will continue as parental pairs in hybridization.

Key words: melon, genetic collection, vegetation period quality, dry matter, resistance, yield.

Дыня сочный и ароматный продукт питания. Она обладает целым рядом хозяйственно – ценных и лечебных свойств.

Плоды дыни полезны как в свежем, так и в переработанном виде [1].

Определяющим фактором высоких и стабильных урожаев дыни, является создание и одновременно внедрение в производство новых высококачественных сортов и гибридов, потенциал которых должен сочетаться с высокой устойчивостью к основным стрессовым факторам региона [2].

Из-за расширения зон возделывания бахчевых культур меняются требования к сортовому разнообразию, увеличивается потребность в сортах раннего и среднего срока созревания [3].

Формирование генетической коллекции бахчевых культур основано на изучении многообразии образцов, сосредоточенных в мировой коллекции ВИР, обладающими широким спектром внутривидовой и межвидовой изменчивости [4].

Изучение генетических ресурсов в коллекционных питомниках позволяют выделить образцы с хозяйственно ценными признаками, для дальнейшего их включения в селекционную работу.

Назначение коллекционного питомника — выделение таких образцов, которые наиболее полно соответствуют поставленной селекционной задаче. Если такие формы существуют, то они являются исходным материалом для селекционной работы [5].

Базовым направлением селекционной работы в бахчеводстве остается создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, способно успешно конкурировать по этому признаку с зарубежными аналогами [6].

На Быковской БСОС – филиал ФНЦО в 2019 г. в коллекционном питомнике испытывали около 30 образцов дыни из коллекции ВИР различного эколого- географического происхождения с набором интересующих селекционеров признаков.

Питомник размещен на площади 0,2 га. В качестве стандарта использован сорт Осень.

В результате проведения исследования по учету урожайности установлено, что наиболее стабильную и высокую урожайность имел образец: без названия Китай (16 т/га).

Следует отменить следующие образцы в качестве источников хороших технологических качеств плодов (окраска и консистенция мякоти, форма, размер и окраска фона плода): по необычной окраске мякоти - Местный Грузия, Ananas Viros (Венгрия) — оранжевая мякоть; по окраски фона

плода – Комсомолка (Россия) (ярко желтая, сетка сплошная); по вкусовым качествам – Приднепровская Кустовая (Молдова); по раннеспелости – Колхозница × Ласточка (65 суток)

При проведении оценки на качество плодов было установлено, что более высоким содержанием сухих веществ отличился сорт: Местный Украина (16 %).

Таким образом, в результате проведенных испытаний генетической коллекции дыни, выделенные по комплексу хозяйственно — ценных признаков образцы свидетельствуют о перспективности дальнейшего их использования в селекционной работе.

Осень – стандарт. Вегетационный период 72 суток. Плоды шаровидной формы. Средняя масса плода 1,8 кг. Окраска плода желтая. Рисунка нет. Поверхность слабосегментированная. Сетка сплошная. Мякоть бледно − зеленая, консистенция картофельная. Содержание сухих веществ 15,0 %. Плацент − 3, полуоткрытые. Семена желтые. Урожайность составила 14,5 т/га.

Китай без названия. Вегетационный период 80 суток. Плодыовальной формы. Средняя масса плода 3,6 кг. Окраска плода желтая. Рисунка нет. Поверхность плода слабосегментированная. Элементы сетки. Мякоть белая, консистенция маслянистая. Содержание сухих веществ 7,0–10,0 %. Плацент – 3, полуоткрытые. Семена слоновая кость. Урожайность составила 16 т/га.

Комсомолка Россия. Вегетационный период 78 суток. Плоды коротко — овальной формы. Средняя масса плода 2,8 кг. Окраска плода желтая. Рисунок — полосы зеленые, светло-желтые. Поверхность плода слабосегментированная. Сетка сплошная. Мякоть белая, консистенция среднеплотная. Содержание сухих веществ 12,0—13,0 %. Плацент — 3, полуоткрытые. Семена желтые. Урожайность составила 11,2 т/га.

Колхозница × **Ласточка.** Вегетационный период 65 суток. Плоды овальной формы. Средняя масса плода 4,0 кг. Окраска плода светло-желтая. Рисунок — зеленые пятна. Поверхность плода сегментированная. Сетка сплошная. Мякоть белая, консистенция маслянистая. Содержание сухих веществ 11,8-12,5 %. Плацент — 3, открытые. Семена слоновая кость, желтые. Урожайность составила 14,4 т/га.

Приднепровская кустовая (Молдова). Вегетационный период 90 суток. Плоды шаровидной формы. Средняя масса плода 1,5 кг. Окраска плода светло-желтая. Рисунка нет. Поверхность плода слабосегментированная. Сетка сплошная. Мякоть белая, консистенция маслянистая. Содержание сухих веществ 15,0 %. Плацент – 3, открытые. Семена слоновая кость. Урожайность составила 3,8 т/га.

Местный (Грузия). Вегетационный период 92 суток. Плоды коротко овальной формы. Средняя масса плода 3,2 кг. Окраска плода светло-желтая. Рисунка нет. Поверхность плода несегментированная. Сетки нет. Мякоть оранжевая, консистенция маслянистая. Содержание сухих веществ 9,0 %.

Плацент – 3, полуоткрытые. Семена желтые. Урожайность составила 7,2 т/га.

Местный (Украина). Вегетационный период 78 суток. Плоды коротко овальной формы. Средняя масса плода 1,8 кг. Окраска плода светложелтая. Рисунок зеленые полосы. Поверхность плода слабосегментированная. Сетка сплошная. Мякоть зеленая, консистенция маслянистая, среднеплотная. Содержание сухих веществ 16,0 %. Плацент – 3, полуоткрытые. Семена желтые. Урожайность составила 7,2 т/га.

Ananasviros (Венгрия). Вегетационный период 90 суток. Плоды шаровидной формы. Средняя масса плода 0,8 кг. Окраска плода оранжевая. Рисунок зеленые пятна. Поверхность плода сегментированная. Сетки нет. Мякоть оранжевая, консистенция маслянистая. Содержание сухих веществ 11,0–11,4 %. Плацент – 3, полуоткрытые. Семена желтые. Урожайность составила 3,6 т/га.

 ${\it Таблица}$ — Характеристика лучших образцов дыни коллекции ВИР в коллекционном питомнике в 2019 г.

$N_{\underline{0}}$	Наименование образцов	Срок	Cyxoe	Средняя	Macca
Π/Π		созревания,	вещество,	урожайность,	отобранных
		сут.	%	т/га	плодов, кг
1	Осень	72	15	14,5	1,8
2	Китай без названия	80	7,0-10,0	16	3,6
3	Комсомолка Россия	78	12,0-13,0	11,2	2,8
4	Колхозница×Ласточка	65	11,8-12,5	4,4	4,0
5	Приднепровская Кустовая	90	15,0	3,8	1,5
6	Местный Украина	78	16,0	7,2	1,8
7	Местный Грузия	92	9,0	7,2	3,2
8	Ananas viros (Венгрия)	90	11,0-11,4	3,6	0,8

НСР 1,18 т/га

Выводы. В результате проведенных испытаний в коллекционных питомниках в 2019 была дана оценка генетического разнообразия дыни, выявлены генетические источники хозяйственно-ценных признаков. Отобраны образцы дыни по морфологическим признакам, качественным показателям, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды.

Сформирована генетическая коллекция для дальнейшего использования в селекционном процессе при создании новых сортов дыни.

Список литературы

- 1. Быковский, Ю.А. Новые сорта дыни для товарного производства / Ю.А Быковский, Л.В. Емельянова // Картофель и овощи -2013 №5 С. 27-31.
 - 2. Жанзаков М. Егістік дакылдар селекциясы. / Окулык. Астана: Фолиант, 2015.
- 3. Колебошина Т.Г. Новые сорта арбуза, дыни и тыквы для товарного бахчеводства России, их конкурентоспособность в условиях современного рынка / Т.Г. Колебошина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар $2015 N\Phi C$. 115-119.

- 4. Теханович Г.А. Генетическая коллекция желто-зеленых форм бахчевых культур / Г.А. Теханович, А.Г. Елацкова // Селекция и семеноводство овощных культур М., 2015 С. 542–553.
- 5. Варивода Е.А. Коллекционные образцы Быковской станции исходный материал для создания новых сортов арбуза / Е.А. Варивода, И.Н. Бочерова, Г.В. Варивода // Овощи России. № 1-2019. C.37-4.
- 6. Малуева С.В. Основные направления и результаты селекционной работы в бахчеводстве / С.В. Малуева, Т.М. Никулина, Д.П. Курунина, М.С. Корнилова // Сб. научных трудов Мировые технологические тенденции социально экономического развития АПК и сельских территорий. Волгоград, 2018. С.233 238.

DOI 10.18699/GPB2020-91

Оценка сортообразцов земляники на дружность созревания плодов с помощью рефрактометра

Кузьмина $A.A.^{1*}$, к.с.-х.н., в.н.с.; Кузьмин $A.B.A.^{2}$, студент. 1 СибНИИРС — филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия; НГУ, Новосибирск, Россия. * е-mail: kuzmina@bionet.nsc.ru

Для получения новых технологичных сортов земляники одним из актуальных направлений является селекция на дружную отдачу урожая. В рамках настоящих опытов проведена оценка коллекционных сортообразцов на содержание сухих растворимых веществ (СРВ) в ягодах визуально соответствующих технической спелости с помощью рефрактометра. В результате исследования выявлены сорта, имеющие в условиях лесостепи Приобъя выровненные и высокие показатели по СРВ в плодах на момент массового сбора, что позволяет использовать их в селекции и как эталоны по данному признаку.

Ключевые слова: земляника, сухие растворимые вещества, рефрактометр.

Evaluation of uniformity of strawberry fruit ripening using a refractometer

Kuzmina Arina¹, Kuzmin Arseniy Vasiliy².

¹The laboratory of the gene pool of plants The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia. ²National Research Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

To obtain new technological varieties of strawberries, one of the most important directions is selection for uniformity of fruit ripening. In the framework of these experiments, the collection varietals were evaluated for the soluble solids content (SSC) in berries that visually correspond to technical ripeness using a

refractometer. As a result of the study, varieties were identified that have aligned and high indicators of SSC in fruits in the conditions of the forest-steppe of the Ob region at the time of mass harvest, which allows them to be used in breeding and as standards for this feature.

Keywords: strawberry, soluble solids content, refractometer.

Дружное созревание плодов определяет технологичность сорта. Это свойственно образцам земляники, формирующих большое число малоцветковых соцветий, образующих 5–7 крупных ягод [1]. Техническая спелость плодов в большей степени обусловлена характерным для генотипа цветом ягод, качество - вкусом и ароматом. Сладость особенно ценится потребителем, и этот параметр обычно определяется количеством растворимых сухих веществ (СРВ) [2]. Их содержание в плодах земляники зависит как от генотипа, так и в большой степени от погодных и агротехнических условий в отдельно взятые годы [3]. Определение СРВ в соке плодовых и ягодных культур с помощью рефрактометра один из самых быстрых и наименее затратных анализов, позволяющих исследовать большие выборки, что актуально при изучении селекционного материала

Исследования проводились на коллекционном участке земляники Сиб-НИИРС (г. Новосибирск, широта 54 $^{\circ}$ 88 $^{\circ}$ с.ш., долгота 82 $^{\circ}$ 99 $^{\circ}$ з.д., высота 110 м). Растения (66 образцов) были высажены в августе 2016 года, по схеме 30 х 105 см в 10–20 повторностях. Тип почвы – серые лесные почвы, содержание гумуса в пахотном горизонте 2,5 %. Агроклиматические условия вегетаций 2018 г. и 2019 г. были удовлетворительными для роста и плодоношения земляники. В период май-июнь 2018 г. количество осадков превысило норму на 58,7 мм, в этот же период 2019 г. отмечен дефицит осадков на 23,6 мм.

На начало созревания плодов отбирали наиболее характерные для образца цветоносы, прикрепляли этикетки, отмечали дату наступления технической спелости первой ягоды. При созревании более 30 % от завязавших ягод на цветоносе проводили сбор материала на анализ. Цветоносы срезали у самого основания, обворачивали концы увлажненным материалом, и раскладывали в контейнеры, в которых они доставлялись к месту анализа. Для оценки потенциальной биологической урожайности на цветоносе учитывали плоды на разной стадии созревания: достигшие технической спелости, розовые, белые больше 1,0 г, мелкие (\leq 1,0 г) и пустые завязи. Биоматериал, рефрактометр, инструменты для проведения срезов на ягодах, дистиллированная вода для очищения призмы и перчаток находились в одном помещение около часа для выравнивания температуры. Анализы проводили в течение 2–4 ч после сбора цветоносов.

Для анализа использовали рефрактометр RI 3, настройку проводили согласно прилагающийся к прибору инструкции, также были учтены поправочные коэффициенты к полученным данным в соответствии с показаниями

термометра. Согласно методике из измельченной средней навески, выделяют сок и фильтруют через бумажный фильтр [4]. В полевых условиях используя портативный рефрактометр, выжимают сок непосредственно из плода. Из-за существующих различий по содержанию СРВ между апиксом и основанием ягоды [5] в опытах плоды анализировались по отдельности и разрезались острым ножом продольно. Срезанной поверхностью без нажима проводили по нижней призме рефрактометра, количество и прозрачность выделившегося сока позволяли получить четкую картину на границе светотени, и снять результаты.

В таблице представлены результаты исследований сортов земляники, показавших наибольшую урожайность и адаптивные показатели за два года, большинство из них входит в районированный сортимент по Нововосибирской области. Наивысшие средние показатели по содержанию СРВ отмечены у сорта Фейрверк (11,7–11,9 %). Наименьшую вариабельность по данному показателю наблюдали у сортов Юния Смайдс (1,7–6,1 %) и Альфа (5,5–6,3 %). В метеоусловиях 2019 г. растения сорта Первокласница показали продолжительное цветение, и вследствие чего отдача урожая была недружная.

Таблица — Содержание сухих растворимых веществ в ягодах земляники, 2018–2019 гг.

2010 2017 11:										
Сорт	Дата анализа в	Содержание СРВ, %		V*,	Дата анализа в	Содержание СРВ, %		V*,		
_	2018 г.	X max		70	2019 г.	X	max	70		
Даренка	10.07	8,5	10,5	13,8	02.07	10,4	15,0	38,5		
Фея	10.07	8,4	10,8	22,5	02.07	5,7	6,5	11,1		
Юния Смайдс (ЦСБС)	10.07	7,6	8,0	6,1	05.07	9,0	9,1	1,7		
Анастасия	10.07	9,8	11,2	12,9	05.07	10,4	10,9	3,9		
Первоклассница	10.07	11,2	12,6	8,1	-	-	-	-		
Альфа	17.07	10,7	11,5	5,5	08.07	10,6	11,0	6,3		
Эльсанта	17.07	9,9	12,1	12,7	05.07	11,3	12,6	10,3		
Фейрверк	17.07	11,9	13,3	13,9	08.07	11,7	13,0	11,7		

^{*} коэффициент вариации показателя содержание сухих растворимых веществ в ягоде.

Согласно современным требованиям в ягодах земляники должно накапливаться около или выше 12 % PCB [6]. На основании этого из коллекционных образцов 2016 года посадки отмечены образцы: в 2018 г. Кардинал 12,5 % (тах – 15,9 %), Хоней 13,1 (15,5), ОФ 2-8с-15к 12,3 (13,9); в 2019 г. – Кокинская заря 13,9 (15,4), Десна 15,4 (17,1). При этом данные сорта имели на цветоносе наибольшее число спелых ягод на время сбора (5–7 штук).

Наступление технической спелости определяют по внешнему признаку – переход от белой до характерной основной окраски кожицы. На продольных срезах наблюдались расхождения в окраске среди учтенных плодов

одного образца, что подтверждает варьирование качества ягод, и более высокая интенсивность окраски на срезе совпадала с более высоким содержанием СРВ.

Анализ содержания СРВ в плодах землянике первого сбора показал различные уровни варьирования значений в зависимости от образца и даты сбора. Полученные данные позволили уточнить оценку коллекционных образцов по показателю «дружность созревания». Из коллекционного сортимента выделен как эталон наиболее дружной отдачи урожая и высокого содержания СРВ в наших условиях сорт Фейрверк.

Благодарности:работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-C-01.

Список литературы

- 1. Зубов А.А. Теоритические основы селекции земляники. Мичуринск: Изд-во ВНИИГРиСПР им. И.В. Мичурина 2004. 196 с.
- 2. Pre-harvest factors influencing the quality of berries Di Vittori, L., Mazzoni, L., Battino, M. (2018) ScientiaHorticulturae [Электронный ресурс] https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058 (дата обращения: 04.12.2018).
- 3. Жбанова Е.В., Лукъянчук И.В., Пак Н.А. Оценка отборных форм земляники по содержанию в плодах растворимых сухих веществ / Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. С. 72–76.
- 4. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 430 с.
- 5. IkegayaA., Toyoizumi T., Ohba S., Teruko N., Tomoaki K., Seiko I., Eiko A. Effects of istribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. Food Sci Nutr. 2019. №7. P. 2419–2426.
- 6. Айтжанова С.Д., Андронова Н.В., Никулин А.Ф. Оценка исходных форм земляники садовой по биохимическим и товарным показателям ягод. ВестникБрянскойгосударственнойсельскохозяйственнойакадемии. 2013. № 1. С. 18–21.

DOI 10.18699/GPB2020-92

Выявление генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам у сортов картофеля для дальнейшей селекции в условиях крайнего Севера

Кущ $A.A.^*$, м.н.с., аспирант; Зайнуллин $B.\Gamma$., профессор, д.б.н., г.н.с.; Шергина H.H., к.б.н., доцент, в.н.с.

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия.

*e-mail: an_niki@mail.ru

Проведен молекулярный скрининг на наличие маркеров генов устойчивости картофеля к распространенным болезням с использованием приборно-аппаратной линии дляПЦР-анализа. Материалом для исследований

послужили листья растений картофеля, которые отбирали на 30 день вегетации. В образцах определяли наличие 10-ти маркеров генов устойчивости: RYSC3, Ry186, YES3-3A (к Y-вирусу картофеля), TG-689, 57R, N195, Gro 1-4-1 (золотистая картофельная нематода), Gpa 2-2 (бледная картофельная нематода), Sen 1 (рак картофеля), PVX (X-вирус). Для дальнейшей селекции рекомендованы сорт Метеор и гибрид 1657-7.

Ключевые слова: картофель, ДНК-маркеры, селекция, картофельная нематода, рак картофеля, вирус картофеля.

Identification of genetic markers of resistance to phytopathogens in potato varieties for further selection in the far North

Kushch A.A., graduate student, Junior Researcher; Zaynullin V.G., Dr.Sci.Biol., Professor, Chief Researcher; Shergina N. N., PhD, associate professor. Institute of Agrobiotechnology A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

Molecular screening for the presence of markers of potato resistance to common diseases was carried out using an instrument-hardware line for PCR analysis. The material for research was the leaves of potato plants, which were selected on the 30th day of vegetation. In the samples, the presence of 10 markers of resistance genes was determined: RYSC3, Ry186, YES3-3A (to potato Y-virus), TG-689, 57R, N195, Gro 1-4-1 (Golden potato nematode), Gpa 2-2 (pale potato nematode), Sen 1 (potato cancer), PVX (X-virus). For further selection, the meteor variety and hybrid 1657-7 are recommended.

Keywords: potato, DNA marker, selection, potato nematode, potato cancer, potato virus.

Овощные культуры, такие как картофель (*Solanum tuberosum* L.) имеют большое значение в пищевом рационе населения, но в условиях холодного климата они подвержены сильному воздействию фитопатогенов, которые снижают количество и качество урожая [5, 7].

Возбудителями болезней картофеля являются грибы, бактерии, вирусы, а также нематоды, понижающие его урожайность в 2–3 раза и значительно ухудшающие качество клубней [4].

В настоящее время сортов картофеля, способных в условиях Республики Коми оставаться высокопродуктивными, очень мало. Поэтому для климатических условий северных (приарктических) территорий, создание собственных сортов картофеля, способных формировать полноценный урожай в условиях короткого вегетационного периода и устойчивых к наиболее распространенным болезням и вредителям (вирусам, грибам и др.), очень актуально [2].

Для получения сортов сельскохозяйственных культур устойчивых к

фитопатогенам наряду с традиционной селекцией используют методы маркер-ориентированной селекции [8, 9]. Из числа известных диагностических ДНК-маркеров для селекции картофеля большую часть занимают маркеры на устойчивость к болезням, вредителям и разным типам нематод [1, 8]. Сотрудниками Института агробиотехнологий проведен скрининг 15-ти сортов и перспективных гибридов (образцов) картофеля из ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха и Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НІЦ УрО РАН с использованием молекулярных маркеров на наличие генов устойчивости к золотистой (Globodera rostochiensis Woll) и бледной (Globodera pallida (Stone) Behrens) картофельным нематодам, раку (Synchytrium endobioticum (Schilbersky) Percival), вирусам X (PVX) и Y (PVY) [2].

На 30 день вегетации в полевых условиях был отобран растительный материал (листья картофеля) из 15 сортов и гибридов картофеля (Армада, Гала, Вымпел, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Кумач, Метеор, Тайфун, Фрителла, Зырянец, Вычегодский, Невский, 1603-7 и 1657-7). Все образцы были высушены в сушильном шкафу «СНОЛ» при температуре 50 °С. Исследования выполнены на лабораторной базе ООО «Синтол». Фрагментный анализ проводили с помощью набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля», идентифицировали устойчивость образцов картофеля по 10-ти маркерам восьми генов: ген *H1*, маркеры ТG-689, 57R, N195, ген *Gro1-4*, маркер Gro1-4-1, обеспечивающие устойчивость к золотистой картофельной нематоде; ген *Gpa2*, маркер Gpa2-2 – к бледной нематоде; ген *Sen1*, маркер NL25 – возбудителю рака; ген *Ryadg*, маркер RYSC3, ген *Rychc*, маркер Ry186, ген *Rysto*, маркер YES3-3A – к Y-вирусу и маркер PVX – к X-вирусу картофеля [3, 6].

По результатам молекулярно-генетического анализа для дальнейшей селекции были выбраны наиболее перспективные образцы картофеля:

- сорт Метеор, который содержит четыре маркера гена устойчивости к золотистой картофельной нематоде H1 (TG-689, 57R, N195) и Gro1-4 (Gro1-4-1), маркер гена устойчивости к раку картофеля $Sen\ 1$ (NL 25), маркер гена устойчивости к Y-вирусу Rysto (YES3-3A), маркер гена устойчивости к бледной картофельной нематоде $Gpa\ 2$ (Gpa2-2) и маркер гена устойчивости к X-вирусу $Rx\ 1$ (PVX).
- гибрид 1657-7, который содержит три маркера гена устойчивости к золотистой картофельной нематоде H1 (TG-689, 57R, N195), маркер гена устойчивости к раку картофеля $Sen\ 1$ (NL 25), маркер гена устойчивости к бледной картофельной нематоде $Gpa\ 2$ (Gpa2-2) и маркер гена устойчивости к X-вирусу $Rx\ 1$ (PVX).

Сорта Вымпел, Кумач, Тайфун также имели по шесть маркеров генов устойчивости к исследуемым фитопатогенам, но показали невысокую урожайность в условиях холодного климата, поражались возбудителями фи-

тофтороза, альтернариоза и имели признаки вирусной инфекции при визуальном осмотре растений. Остальные исследуемые сорта и гибриды содержали меньше маркеров генов устойчивости: гибрид 1603-7 – пять маркеров; сорта Армада, Гала, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Зырянец и Вычегодский – по четыре маркера; сорт Фрителла имел два маркера; сорт Невский – один маркер.

Выводы. По результатам молекулярного скрининга для дальнейшей селекции к условиям холодного климата можно рекомендовать сорт картофеля Метеор из ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, имеющий восемь маркеров генов устойчивости из 10 исследованных, гибрид картофеля 1657-7 из коллекции Института агробиотехнологий ФИЦ – шесть маркеров генов устойчивости.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания № 0333-2019-0008-С-01 «Оценка реакции генотипов пищевых и кормовых растений, адаптированных к условиям крайнего Севера, в целях создания новых высокопродуктивных сортов», Рег. № НИОКТРАААА-А19-119031390055-1.

Список литературы

- 1. Антонова, О.Ю. Генетическое разнообразие сортов картофеля российской селекции и стран ближнего зарубежья по данным полиморфизма SSR-локусов и маркеров R-генов устойчивости / О.Ю. Антонова, Н.А. Швачко, Л.Ю. Новикова, О.Ю. Шувалов, Л.И. Костина, Н.С. Клименко, А.Р. Шувалова, Т.А. Гавриленко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20(5). С. 596 –606.
- 2. Зайнуллин, В.Г. Исследование сортов и гибридов картофеля из селекционного питомника ФИЦ Коми НЦ УрО РАН на наличие маркеров устойчивости к фитопатогенам / В.Г. Зайнуллин, А.А. Юдин, А.А. Кущ, А.И. Некрасова, О.П. Малюченко, С.А. Быков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -2019. № 7. C. 85 -91.
- 3. Инструкция пользователя набора реагентов «Ген
Эксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля», ООО Синтол. 2018 г.
- 4. Колобов, В.А. Иммунные к фитопатогенам сорта культурных растений как фактор экологический безопасности: картофель и сахарный тростник в качестве примеров / В.А. Колобов, Е.В. Рогозина // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». -2014. Т. 6. № 3. С. 222 -230.
- 5. Коршунов, А.В. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов, Е.А. Симаков, Ю.Н. Лысенко, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, М.Ю. Гаитов // Достижение науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.
- 6. Рогозина, Е.В. Идентификация родительских форм для селекции картофеля, устойчивого к болезням и вредителям, методом мультиплексного ПЦР-анализа / Е.В. Рогозина, Е.В. Терентьева, Е.К. Потокина, Е.Н. Юркина, А.В. Никулин, Я.И. Алексеев // Сельскохозяйственная биология. − 2019. − Т. 54. − № 1. − С. 19 −30.
- 7. Смирнов, Н.А. Значимость картофелеводства в аграрной экономике и обеспечении продовольственной независимости региона / Н.А. Смирнов // АНИ: экономика

- и управление. 2016. Т. 5. № 3 (16). С. 183–188.
- 8. Хлесткина, Е.К. Маркер-ориентированная селекция и примеры ее использования в мировом картофелеводстве / Е.К. Хлесткина, В.К. Шумный, Н.А. Колчанов // Достижения науки и техники АПК. -2016. Т. 30. № 10. С. 96–103.
- 9. Чесноков, Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю.В. Чесноков, В.М. Косолапов. М.: ООО «Угрешская типография», 2016. 172 с.

DOI 10.18699/GPB2020-93

Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и урожайность сортов пшеницы в лесостепи Приобья

Лихенко И.Е. 1,2 , д.с.-х.н., зам. директора, рук. СибНИИРС — филиала ИЦиГ СО РАН; Капко Т.Н. 2 , м.н.с.; Агеева Е.В. 2 , к.с.-х.н., н.с.; Советов В.В. 2 , к.с.-х.н., с.н.с.

¹Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия;

²Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции — филиал ИЦиГ СО РАН, п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия. e-mail: sibniirs@bk.ru

В статье представлены результаты изучения зависимости величины урожайности пшеницы разных групп спелости от тепло- и влагообеспеченности за период вегетации. Установлено, что в условиях недостатка тепла и влаги большую значимость для производства имеют раннеспелые и среднеранние сорта по сравнению со среднепоздними.

Ключевые слова: пшеница, группа спелости, подбор сортов.

The influence of weather conditions on the length of vegetation period and the crop yields of bread wheat varieties in the forest steppe of the Ob region

Likhenko I.E.^{1,2}, Kapko T.N.², Ageeva E.V.², Sovetov V.V.².

¹Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia:

²Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia.

E-mail: sibniirs@bk.ru

The paper presents the results of study of the dependence of the yield of wheat of different ripeness groups on the heat and moisture supply during the growing season. It is established that in conditions of lack of heat and moisture, early ripen-ing and mid-early varieties are of great importance for production in comparison with medium-late ones.

Key words: wheat, ripeness group, selection of varieties.

Продолжительность вегетационного периода в значительной степени зависит от погодных условий. Еще в первой половине прошлого века [1] установлено, что потребность растения в температуре и влаге не одинакова в течение жизненного цикла. Для пшеницы особенно выделяется фаза колошения, когда происходят существенные изменения в отношении потребности к условиям произрастания. Известно, что с ростом среднесуточных температур воздуха в периоды от всходов до колошения и от колошения до восковой спелости продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы сокращается [2].

Правильный выбор сортов, оптимально приспособленных к климатическим особенностям местности — это важнейшая задача для производителя зерна, особенно в суровых условиях Западной Сибири. В частности, климат Новосибирской области отличается короткой весной с ночными заморозками до конца мая, коротким жарким летом с нестабильными осадками и периодическими засухами, а также ранней осенью с неустойчивой погодой и ранними заморозками. Также для этой территории типичны моросящие дожди, часто (особенно осенью) продолжающиеся по нескольку дней и затрудняющие уборку [3].

В настоящее время в Новосибирской области районировано 29 сортов мягкой яровой пшеницы, в том числе 11 (38 %) — раннеспелой и среднеранней групп спелости. По данным Россельхозцентра, в области всего высевается (по данным 2018 г.) 64 сорта мягкой яровой пшеницы, и, если смотреть по объему высеянных семян, наиболее популярными являются раннеспелые и среднеранние сорта (высеяно 55 % от общего объема сортовых семян).

Целью исследования является обоснование подбора сортов мягкой яровой пшеницы раннеспелой и среднеранней групп спелости, адекватно соотносящихся с климатическими условиями Новосибирской области.

Исследования проводились с 2008 по 2018 гг. на опытном поле лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания полевых культур СибНИИРС — филиала ИЦиГ СО РАН в условиях лесостепи Приобья Новосибирской области. Анализ климатических изменений на территории по данным метеостанции «Огурцово» за годы изучения свидетельствует о нестабильности тепло- и влагообеспеченности как по годам, так и в течение вегетационного периода. В этот период в большинстве лет наблюдалась июньская засуха. Условия вегетации 2008, 2010, 2012, 2016 гг. по метеорологическим показателям (ГТК) характеризовались как засушливые; 2009, 2011 и 2014 гг. — как умеренно увлажненные, а 2013, 2015, 2017 и 2018 гг. — как переувлажненные. За этот период отмечено 4 прохладных года с наиболее продолжительным вегетационным периодом (2009, 2010, 2013 и 2018 гг.), что объясняется умеренным накоплением необходимой суммы эффективных температур, тогда как 2011, 2012, 2015—2017 гг. отмечаются как наиболее теплообеспеченные.

В качестве модельных были выбраны 3 года (рисунок): 2012 (как наиболее засушливый и жаркий), 2013 (как наиболее увлажненный и прохладный) и 2018 (поскольку в этот год темпы накопления эффективных температур были максимально приближены к среднему многолетнему значению, а распределение осадков за вегетацию было достаточным для оптимального формирования урожая пшеницы, даже в типично засушливый для местности период — в начале июня).

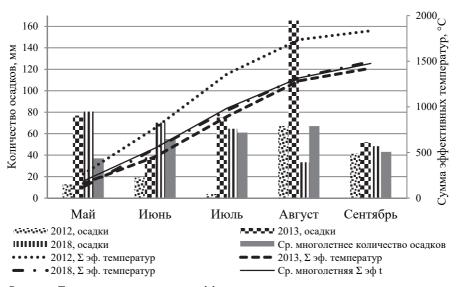


Рисунок. Темпы накопления суммы эффективных температур и количество осадков, выпавших за вегетационный период 2012, 2013, 2018 гг. (по данным ГМС Огурцово): осадки – количество осадков за период, мм; Σэф.t – сумма эффективных температур, °С.

Для изучения было отобрано 7 сортов сибирской селекции разных групп спелости – от раннеспелой до среднепоздней (таблица). Известно, что при нормальных сроках посева и благоприятных условиях развития суммы эффективных температур, необходимые для созревания, практически постоянны для каждого сорта [4]. С поправкой на микроклиматические особенности территории, потребность раннеспелых сортов в тепле от всходов до созревания составляет 1000° С, среднеранних – 1100° С, среднеспелых – 1200° С, среднепоздних – 1300° С и позднеспелых – 1400° С [5]. По данным ГМС Огурцово, среднее многолетнее значение суммы эффективных температур на конец сентября составляет 1476° С, причем, эта величина рассчитывается не от всходов, а с момента перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С. Это говорит о том, что возделывание позднеспелых сортов в лесостепи Новосибирской области довольно рискованно.

Таблица — Зависимость урожайности пшеницы от тепло- и влагообеспеченности за период вегетации в зависимости от группы спелости (п. Краснообск, 2012, 2013, 2018 гг.)

			2012 г.		2013 г.			2018 г.		
Сорт	Группа спелости	$\Sigma_{ m o ar \phi t},^{ m o} { m C} *$	Осадки, мм*	Урожайность, т/га	$\Sigma_{^{3}\Phi\Phi^{\mathrm{t}}},^{\circ}\mathrm{C}$	Осадки, мм	Урожайность, т/га	$\Sigma_{ m o \phi \phi t}, {}^{\circ}{ m C}$	Осадки, мм	Урожайность, т/га
Новосибирская 15	P/C	935	24	1,55	952	242	1,44	1023	139	3,53
Новосибирская 29	C/P	1042	24	1,53	1061	274	1,40	1054	151	3,66
Новосибирская 31	C/P	1094	24	1,59	1098	274	1,52	1099	187	3,90
Новосибирская 18	C/C	1119	24	2,16**	1098	274	1,64**	1122	187	4,78
Новосибирская 44	C/C	1100	24	1,60	1150	282	1,41	1089	187	4,48
Омская 37	С/П	1199	24	1,72	1150	282	1,40	-	-	-
Обская 2	С/П	-	-	-	-	-	-	1166	201	5,56**
Ср. урожайность				1,69			1,47			4,32
HCP ₀₅		132	0	0,36	110	22	0,14	75	37	1,16

^{*}сумма эффективных температур от всходов до созревания;

Если тепла хватает для вызревания среднепоздних сортов даже в прохладные годы, как, например, 2013, то количество осадков практически ежегодно выступает в качестве ограничивающего фактора. В целом сибирские территории отличаются большим разнообразием природно-климатических условий. Некоторые провинции отличаются друг от друга по величине гидротермического коэффициента в разы. Обращает на себя внимание, что в засушливом 2012 г. за всю вегетацию от всходов и до уборки выпало всего 24 мм осадков – только в мае и июне, тогда как июль был жаркий, сухой, и за весь месяц зарегистрировано выпадение только 4 мм. Урожайность изучаемых сортов достоверно не отличалась от среднего значения (только у сорта Новосибирская 18 она была выше). В условиях избыточного увлажнения и недостатка тепла 2013 года отмечена та же закономерность – не установлено достоверных отклонений по урожайности от среднего значения (только у сорта Новосибирская 18 она была выше). Причем, можно отметить тенденцию к снижению урожайности в 2013 году относительно 2012, что говорит о том, что отрицательное влияние избытка влаги при низких температурах воздуха на урожайность проявляется в большей степени, нежели воздействие избытка тепла при недостаточной влагообеспеченности. В благоприятном 2018 г. наблюдается тенденция увеличения урожайности в зависимости от увеличения срока созревания, но только у среднепозднего сорта Обская 2 урожайность достоверно превысила среднее значение.

^{**}отклонение от среднего значения статистически значимо.

Что касается неконтролируемых природных условий, следует отметить общеизвестный факт о существенном ухудшении качества зерна при неблагоприятных погодных условиях. Это дожди, а также чередование дождей и засушливых периодов непосредственно в период и/или перед уборкой. В связи с этим стоит констатировать, что чем раньше наступает момент созревания и, соответственно, уборки, тем больше шансов получить высококачественное зерно. Таким образом, мы подходим к единственно верному решению проблемы – необходимости правильно подобрать сорт с оптимальной продолжительностью вегетационного периода, адекватно соотносящейся с климатическими условиями территории, на которой осуществляется производство.

В заключение, хотелось бы отметить, что при благоприятных погодных условиях сорта пшеницы среднепоздней группы спелости способны давать наиболее высокий урожай высокий урожай по сравнению с сортами других групп спелости. Но в связи с тем, что основным лимитирующим фактором при формировании урожайности в условиях Новосибирской области является количество осадков, потенциал этих сортов в полной мере реализуется только в благоприятные годы. В этом отношении сорта других групп спелости в засушливые и избыточно увлажненные годы не уступают им по урожайности, а в ряде случаев и превосходят их (как, например, среднеспелый сорт Новосибирская 18). Поэтому, учитывая климатические особенности территории, при подборе сортимента особое внимание стоит обратить на засухоустойчивые сорта среднеспелой группы. В свою очередь, раннеспелые и среднеранние сорта вне зависимости от условий вегетации способны обеспечивать урожайность на уровне среднего значения.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

Список литературы

- 1. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология / пер. с англ. Н.А. Емельяновой и др.; под ред. В.Е. Писарева. М.: Изд-во Иностранной литературы, 1959. 479 с.
- 2. Коряковцева А.А., Сафина Н.З. Сопряженность продолжительности вегетационного периода и урожайности сортов яровой пшеницы двух групп спелости с метеорологическими условиями // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2006. № 8. С. 19–22.
- 3. Воронина Л.В. Климат и экология Новосибирской области: монография / Л.В. Воронина, А.Г. Гриценко. Новосибирск: СГГА, 2011. 228 с.
- 4. Серякова Л.П. Метеорологические условия и растения (учебное пособие по агрометеорологии) / ред. Ю.П. Андрейков. Л.: Типография ВВМУП им. Лен. комсомола, 1971. 77 с.
 - 5. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М: Колос, 1967. 336 с.

Наследование хозяйственно-ценных признаков у гибридов льна культурного

Никитинская $T.B.^{1*}$, н.с.; Кубрак $C.B.^{1}$, к.б.н., с.н.с.; Титок $B.B.^{2}$, чл.-корр., д.б.н., директор.

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь;

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь. *e-mail: Nikitinskaja@yandex.ru

Проведен анализ наследования хозяйственно-ценных признаков у гибридов льна культурного. Установлено более частое проявление гетерозиса по признаку «масса 1000 семян». Характер наследование этого признака у гибридов F_1 и F_2 был достаточно стабильным. Признаки техническая длина стебля и содержание волокна в поколении F_1 чаще наследовались по типу доминирования и сверхдоминирования в сторону уменьшения признака, в F_2 поколении — разнонаправленный характер наследования. Содержание масла наследовалось по типу промежуточного наследования и сверхдоминирования в сторону уменьшения признаков.

Ключевые слова: лен культурный, наследование хозяйственно-ценных признаков, гетерозис.

Inheritance of economically valuable traits in flax hybrids

Nikitinskaya T.V.¹, Researcher, Kubrak S.V.¹, PhD, Senior Researcher, Titok V.V.², Corresponding Member, Doctor of Science, Director.

¹Institute of Genetics and Cytology of NAS of Belarus", Minsk, Republic of Belarus, ²Central Botani-cal Garden of NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: Nikitinskaja@yandex.ru

The analysis of inheritance of economically valuable traits in hybrids of Linum usitatissimum L. is carried out. A more frequent manifestation of heterosis on the basis of the "weight of 1000 seeds" has been established. The inheritance of this trait in hybrids F_1 and F_2 was quite stable. The characteristics of the technical stem length and fiber content in the F_1 generation were more often inherited by the type of dominance and overdomination towards a decrease in the sign, in the F_2 generation – the multidirectional nature of inheritance. The oil content was of the type of intermedi-ate inheritance and overdomination in the direction of decreasing signs.

Keywords: Linum usitatissimum L., inheritance of economically valuable traits, heterosis.

Для повышения продуктивности, обогащения и расширения генети-

ческого пула льна культурного были проведены скрещивания разных подвидов льна, с последующим анализом наследования хозяйственно-ценных признаков.

Наследование оценивали по значениям истинного гетерозиса и степени доминирования. Исследовали следующие признаки: масса 1000 семян, техническая длина стебля, содержание волокна, содержание масла. В работе использовали 23 гибрида поколения F_1 и F_2 , полученные в системе трех топкроссных скрещиваний. Признаки оценивали по отношению к родительским формам разных подвидов льна.

Значение истинного гетерозиса (ИГ) оценивали как процент превышения значения признака гибрида F_1 или F_2 (X_{F_1} или X_{F_2}) над значением признака лучшего родителя (X_{Pmax}), т.е. ИГ = $\frac{X_{F_1}-X_{P_{max}}}{X_{P_{max}}} \times 100\%$ [1]. Степень доминантности — как отношение разности значений признаков гибрида (F_1 или F_2) и среднего арифметического родительских форм к половине разности значений родительских форм, взятой по абсолютной величине [2–3], т.е. $hp = \frac{X_{F_1}-\frac{X_{F_1}+X_{F_2}}{\frac{1}{2}|X_{F_1}-X_{F_2}|}, \text{ где } X_{F_1}$ (X_{F_2}), X_{P_1} , X_{P_2} — средние значения признаков F_1 (F_2), P_1 и P_2 соответственно.

Согласно полученным результатам, по признаку «масса 1000 семян» у гибридов F_1 превосходство лучшего родителя наблюдалось у 9 образцов. Максимальные значения истинного гетерозиса наблюдались у двух гибридов F_1 Блакит×К-4821 (22,92 %) и Ariane×К-4821 (22,72 %), полученных при скрещивании образцов льна-долгунца и льна растрескивающегося. У гибридов F_2 положительные значения истинного гетерозиса выявлены у 8 образцов. Максимальным значением превосходства лучшего родителя характеризовался гибрид F_2 Блакит×Сree (8,44 %). При этом у трех генотипов (Блакит×Сree, Блакит×Ручеек и Славный 82×К-4821) положительный истинный гетерозис наблюдался как в F_1 , так и в F_2 поколениях (табл. 1).

По признаку «техническая длина стебля» ни один гибрид F_1 не превзошел лучшего родителя. У трех гибридов F_2 значения истинного гетерозиса были положительными. Максимальное значение истинного гетерозиса по признаку наблюдалось у гибрида F_2 Славный $82 \times Endress$ Olajlen и составило 2.68 %.

По содержанию волокна положительные значения истинного гетерозиса наблюдались у гибрида F_1 Славный $82\times$ Endress Olajlen (1,34 %) и трех гибридов F_2 Блакит×Ручеек (9,44 %), Славный $82\times$ Raluca (2,92 %), Славный $82\times$ Ocean (5,28 %), полученных при скрещивании генотипов льна-долгунца с генотипами льна-кудряша и льна крупносемянного.

По содержанию масла превосходство лучшего родителя наблюдалось у двух гибридных форм F_2 Блакит×Norlin (2,63 %) и Ariane×Cree (4,12 %), полученных при скрещивании линий льна-долгунца и льна-межеумка.

Таблица I – Показатели истинного гетерозиса (ИГ, %) изучаемых признаков и степени доминирования (hp) у гибридов F₁ и F₂

Признак	v	масса 1000 семян	00 семя	I	техни	ческая ,	техническая длина стебля	жебля	too	тержанг	содержание волокна	на	содер ма	содержание масла
	h	dy	И	ИГ	dų	c	ИГ	Г	dų	0	ИГ	Г	dų	ИГ
1 енотип	\mathbf{F}_{1}	F_2	F_{l}	F_2	\mathbf{F}_1	F_2	\mathbf{F}_{1}	F_2	F_{l}	F_2	\mathbf{F}_{1}	F_2	F_2	F_2
Блакит×Сree	1,78	2,18	2,75	8,44	-0,53	-0,73	-21,59	-9,17	-1,97	0,00	-34,20	-9,27	-0,50	-2,65
Блакит×Norlin	0,13	1,83	-6,18	6,41	-0,91	-1,81	-32,23	-14,23	-1,53	0,20	-32,97	-11,74	239,00	2,63
Блакит×Ручеек	2,43	1,11	7,45	1,18	-0,36	0,38	-26,62	-8,47	-2,22	3,11	-28,94	9,44	-1,43	-3,64
Блакит×Flanders	-1,04	-0,33	-8,63	-8,00	0,18	1,01	-21,02	0,14	-0,29	0,47	-18,41	-3,30	-2,27	-7,58
элакит×Raluca	-0,51	-0,07	-21,07	-9,38	-0,43	1,02	-22,42	0,23	-3,32	0,21	-38,87	69'8-	-7,57	-6,52
Блакит×Осеап	0,12	96'0	-17,26	-0,55	-0,99	-0,71	-51,17	-15,79	-16,84	0,59	-36,97	-2,05	-1,38	-8,39
Блакит×Endress Olajlen	-0,21	1,04	-28,15	0,53	-0,47	-0,35	-31,08	-10,47	-3,48	-2,61	-24,57	-13,66	-4,43	-8,39
Блакит×К-4821	63,00	-1,19	25,92	-20,86	-0,60	_	-43,95	1	-5,91	I	-57,32	_	_	1
Злавный 82×Сгее	1,58	90,0	4,12	-11,04	-2,22	-1,12	-14,10	-4,12	-23,27	0,85	-25,93	-1,09	-7,91	-10,94
Злавный 82×Norlin	0,05	0,95	86'6-	-0,64	-2,32	-0,04	-26,09	-1,76	-10,34	90,0-	-34,19	-13,79	_	1
Лавный 82×Ручеек	-0,41	0,85	-12,25	-2,35	-1,46	0,82	-27,71	-1,96	-5,27	-2,69	-12,84	-8,95	-2,26	-6,64
Славный 82×Raluca	-0,05	1,33	-17,60	4,38	-1,24	-0,93	-14,33	-13,38	-8,44	1,32	-19,35	2,92	-8,67	-12,61
Славный 82×Осеап	0,38	-0,14	-13,68	-19,89	-1,04	-1,36	-38,85	-14,57	-1,87	2,81	-20,05	5,28	-0,11	-3,35
Славный 82×Endress Olajlen	-0,53	0,51	-38,55	-9,09	-1,16	1,59	-28,85	2,68	1,23	-1,31	1,34	-3,93	-9,44	-10,49
лавный 82×К-4821	4,16	1,04	11,17	0,61	-1,82	-0,52	-59,94	-35,69	-19,28	-32,38	-58,10	-9,47	-11,50	-10,96
Ariane×Cree	2,57	-0,15	11,34	-12,34	-0,41	0,30	-16,98	-4,70	-2,17	-1,11	-18,13	-18,06	1,92	4,12
Ariane×Norlin	0,76	-0,31	-2,54	-14,74	0,00	0,75	-13,55	-1,65	-1,67	0,28	-19,98	-10,07	0,74	-1,57
Агіапе×Ручеек	1,21	-0,47	1,82	-21,18	-0,38	0,88	-24,53	-1,79	-4,97	-0,87	-16,80	-6,88	0,94	-0,43
Ariane×Flanders	1,15	0,59	1,18	-4,00	0,24	0,89	-18,19	-1,52	0,13	-0,75	-7,69	-9,56	0,53	-3,79
Ariane×Raluca	-0,09	1,56	-18,27	6,88	-0,12	0,43	-15,36	-6,42	69,0-	-1,12	-4,77	-21,89	0,29	-4,78
Ariane×Ocean	-0,10	1,23	-24,33	3,87	-0,74	-1,00	-42,32	-21,11	-3,83	-2,42	-22,59	-14,24	-0,30	-3,56
Ariane×Endress Olajlen	-0,26	0,70	-31,81	-5,35	-0,78	0,27	-34,83	-6,68	0,02	-5,20	-1,17	-18,44	0,22	-3,64
Ariane×K-4821	7,26	-0,10	22,72	-14,11	-1,56	-0,07	-66,69	-66,69 -27,99 -16,48	-16,48	-5,61	-34,94 -10,54	-10,54	-0,17	-7,46

Наряду с изучением значений истинного гетерозиса, проведен анализ степени доминирования изучаемых признаков.

По признаку «масса 1000 семян» у 43,5 % гибридов F_1 наследование изучаемого признака было по типу промежуточного наследования, 43,5 % гибридов проявляли доминирование и сверхдоминирование в сторону увеличения признака, остальные гибриды F_1 демонстрировали доминирование и сверхдоминирование в сторону уменьшения признака (табл. 2).

Таблица 2 – Проявление доминирования (*) по изучаемым признакам у гибридов F_1 и F_2 , %

Признак	Год (число ги- бридов)	hp<-1	-1≤hp<-0,5	-0,5≤hp≤+0,5	+0,5 <hp≤+1< td=""><td>+1<hp< td=""></hp<></td></hp≤+1<>	+1 <hp< td=""></hp<>
масса 1000 семян	F ₁ (23)	4,35	8,70	43,47	4,35	39,13
масса 1000 семян	$F_2(23)$	4,35	0	34,78	26,09	34,78
техническая длина	F ₁ (23)	34,78	26,09	39,13	0	0
стебля	F ₂ (22)	18,18	13,64	31,82	22,72	13,64
содержание	F ₁ (23)	78,26	4,35	13,04	0	4,35
волокна	F ₂ (22)	40,91	9,09	27,27	9,09	13,64
содержание масла	F ₂ (21)	47,62	0	28,57	14,29	9,52

Примечание * $-\infty$ <hp<-1 — отрицательное сверхдоминирование (отрицательный гетерозис); -1<hp<-0,5 — отрицательное доминирование; -0,5<hp<+0,5 — промежуточное наследование; +0,5<hp<+1 — положительное доминирование; +1<hp<+ ∞ — положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис) [3].

У большинства гибридов F_2 данный признак наследовался по типу доминирования и сверхдоминирования в сторону увеличения признака (60,87%). Промежуточный характер наследования продемонстрировали 34,8% гибридов F_2 , 4,35% — сверхдоминирование в сторону уменьшения признака. Анализ проявления признака по генотипам показал, что 3 гибрида имели положительное сверхдоминирование, как в первом поколении, так и во втором (табл. 1).

По признаку «техническая длина стебля» в первом поколении у 60,9 % гибридов наблюдалось доминирование и сверхдоминирование в сторону уменьшения признака, у более 39 % — промежуточный характер наследования изучаемого признака. У гибридов F_2 наблюдался разнонаправленный характер наследования признака, при этом сверхдоминирование в сторону увеличения признака было у 13,64 % гибридов.

По содержанию волокна у большинства гибридов F_1 наследование признака было по типу промежуточного наследования, доминирования и сверхдоминирования в сторону уменьшения признака. Во втором поколении наблюдался разнонаправленный характер наследования признака.

По содержанию масла 48 % гибридов F2 проявили сверхдоминирова-

ние в сторону уменьшения признака, около 24 % — доминирование и сверхдоминирование в сторону увеличения признака, остальные демонстрировали промежуточный характер наследования.

Таким образом, анализируя проявление гетерозиса у F_1 и F_2 гибридов льна, его более частое проявление выявлено по признаку «масса 1000 семян». Характер наследование этого признака у гибридов F_1 и F_2 был достаточно стабильным. Наиболее частым проявлением значений признаков «техническая длина стебля» и «содержание волокна» у F_1 было доминирование и сверхдоминирование в сторону уменьшения признака, у F_2 — разнонаправленный характер наследования. Наследование признака «содержание масла» у гибридов F_2 был по типу промежуточного наследования и сверхдоминирования в сторону уменьшения признаков.

Список литературы

- 1. Тарутина Л.А. Изменчивость эффекта гетерозиса у диаллельных гибридов кукурузы в различных условиях среды / Л.А. Тарутина, Л.В. Хотылева, Л.М. Полонецкая, И.Б. Капуста // Изменчивость и отбор. Минск. 1980. С. 20-28.
 - 2. Брюбейкер Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика. М.: Колос, 1966. 224 с.
- 3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, реком-биногенез, агробиоценоз). Кишинев, «Штиинца», 1980. 588 с.

DOI 10.18699/GPB2020-95

О достижениях селекции и биотехнологии картофеля в Талжикистане

Hихмонов И.С., н.с.; Γ улов M.К., κ .б.н., докторант; Π артоев K.*, д.с.-х.н., профессор.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан.

*e-mail: pkurbonali@mail.ru

В условиях Таджикистана в течение более 20 лет балгодаря сочетанию методов традиционной селекции и современной биотехнологии получены новые перспективные сорта и гибриды картофеля. Для повышения эффективности селекционно-семеноводческой работы в будущем особая роль принадлежит комплексному сочетанию традиционных методов селекции картофеля с методами биотехнологии. Благодаря сочетению этих методов создан новый сорт картофеля «Таджикистан», который с гектра дает по 35—40 тонн урожая клубней, что на 40—60 % больше по сравнению со стандартным сортом — «Кардинал» и другими сортами картофеля. Новый сорт картофеля — «Таджикистан» сейчас выращивается на площади более 3000 га в разных картофелеводческих хозяйствах республики.

Ключевые слова: картофель, селекция, биотехнология, сорт, продуктиность. Таджикистан.

About successes of breeding andbiotechnology of potato in Tajikistan

Nikhmonov Imatbeg Sirojovich, Gulov Makhmali Kodirovich, Partoev Kurbonali. Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics of Academy Science of the Rebulic of Tajikistan, Dushanbe, e-mail: pkurbonali@mail.ru

In the conditions of Tajikistan within more than 20 years through combinations of methods of traditional breeding and modern biotechnology are received new perspective varietyes and hybrids of a potato. For increase of efficiency of breeding and seed-growing works in the future the special role belongs to a complex combination of traditional methods of breeding of a potato and biotechnology methods. Thanking combinations these methods received the new variety of a potato "Tajikistan", which with hectare gives on 35–40 tons of a yield of tubers is created that it on 40–60 % is more in comparison about a standard variety- "Cardinal" and other varietyes of a potato. The new variety of a potato – "Tajikistan" is now growing up on the area more than 3000 hectares in different potato growing farmers economy.

Key words: potato, breeding, biotheknology, variety, productivity, Tajikistan.

Картофель в Таджикистане считается ценной сельскохозяйственной культурой, и Правительство республики уделяет особое внимание дальнейшему развитию картофелеводства. Для усиления научной работы по селекции и семеноводству картофеля ученые Института ботаники, физиологиии генетики растений АН РТ в течение десяти последних лет при сотрудничестве с Международным центром картофелеводства (СИП, Перу), с Институтом садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук, с Таджикским аграным университетом им. Ш. Шотемура путем использования традиционных методов селекции и современной биотехнологии создали перспективные гибриды и сорта картофеля [1, 5]. В процессе создания новых генотипов картофеля одним из важных научных методов является способ скрещивания разных генотипов с комплексом набора генов разных видов картофеля. В результате скрещивания разных сортов картофеля удалось получить новые перспективные гибриды и изучать их в различных почвенно-климатических условиях республики [5]. Картофель, с точки зрения селекции, имеет ряд особенностей, к которым относятся способ размножения вегетативными органами, гетерозиготность, большая пластичность, стерильность многих сортов и сеянцев [2, 4, 5–7]. Первые три свойства облегчают селекционную работу. Благодаря вегетативному размножению отбор гибридов можно производить в F_1 , так как при клубневом

размножении расщепления в том виде, как это имеет место у семеноразмножающихся растений, у картофеля почти не бывает. После перехода на клубневое размножение получаются гибриды, относительно однородные по морфологическим признакам. Поэтому при селекции картофеля нет необходимости в течение ряда поколений отбирать константные формы, так как по мере перехода на клубневое размножение, F_1 становится относительно константным.

Материалом для проведения наших исследований послужили элитные и сортовые семенные клубни (I-II-ой семенной репродукции) различных сортов, гибридов и клонов картофеля (Solanum tuberosum L.) коллекционного материала Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан (ИБФиГР АН РТ), Института картофельного хозяйства Российской Федерации им. А.Г. Лорха, Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) и селекционные материалы в виде пробирочных растений и гибридных семян F_1 , полученных из Международного Центра Картофеля (СИП, Перу, 2005 г.).

Экспериментальные работы по скрещиванию сортов картофеля и изучению селекционного материала проводились в течение 2005–2015 гг. в условиях высокогорья (Ляхшский район, на высоте более 2700 м над уровнем моря) и в условиях лаборатории молекулярной биологии и биотехнологии Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ (840 м над уровнем моря).

При выращивании гибридов картофеля использовалась общепринятая в горной зоне агротехника. Статистическую обработку данных проводили по [3].

В конце вегетации на основе визуальной оценки растений по признакам отсутствия поражения грибных, бактериальных и вирусных болезней на стеблях, листьях и клубнях, исследуя компактность гнезд, количество клубней, глубину глазков, размерстолонов, окраску клубней, продуктивностькустов, легкость выделения клубней от столонов и другие признаки,провели клоновые отборы.Выделенные клоны среди популяции гибридов F_1 , были изучены в F_1 C_1 (первое клубневое поколение или питомник изучения гибридов первогогода) в сравнении с родительскими формами.

В экспериментах нами установлено, что частота полезных клоновых отборов среди популяции гибридов F_1 картофеля, составляет от 4,76 до 20 %.

Установлено что, между признаками количества клубней, массой одного клубня и продуктивности растений, существует положительная коррелятивная связь (r=0,876), а между количеством клубней на одно растение и массой одного клубня – отрицательна (r= -0,673). В настоящее время нами ведется селекционная доработка этих гибридов с целью использования их в скрещивании и передачи на Государственное сортоиспытание для оценки в разных зонах возделывания.

Нами изучались особенности роста, развития и продуктивность перспективных сортов картофеля в условиях высокогорья (таблица).

Как видно из таблицы новый сорт картофеля «Таджикистан» по сравнению со стандартным сортом — «Кардинал» является высокоурожайным (на 62,8 %), а также и по сравнению с другими сортами имеет высокую урожайность. Этот новый сорт картофеля сейчас в разных картофелеводческих хозяйствах республики выращивается на площади более 3000 га.

Таблица — Продуктивность сортов картофеля в горной зоне Таджикистана(Лахшский район, 2700 м над уровнем моря, 2014—2016 гг.)

	Количество	Macca	Продук-	Урож	кайность
Сорта картофеля	клубней,	одного	тивность,	т/га	отклонение
	шт./раст.	клубня, г	г/раст.	1/1 a	от St., %
«Кардинал» (St.)	$9,0\pm0,4$	50,5±1,8	455±8,8	22,8±1,5	0,0
«Таджикистан»	10,8±0,7	68,7±1,6	742±8,5	37,1±1,3	62,7
«Рашт»	5,9±0,6	100,7±1,9	594±7,8	29,7±1,1	30,3
«Файзабад»	8,9±0,3	70,0±1,8	623±6,9	31,2±1,6	36,8
«Дусти»	$7,7\pm0,6$	76,9±1,9	592±7,9	29,6±1,4	29,8
«AH-1»	8,2±0,7	64,3±1,6	527±8,9	26,4±1,8	15,8
HCP 05	1,33	14,9	52,72	2,71	-

Сорт «Таджикистан». Сорт «Таджикистан» выведен в результате соместной селекционной работы ученых Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан, Института садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук и Международного центра картофелевосдтва (СИП).

Сорт представляет собой индивидуальный клоновый отбор из сеянца гибрида F_1 (387521.3 x Aphrodite), выделенного нами в 2005 г.

В течение 2006—2015 годов, путем ускоренного размножения методом биотехнологии в условиях лаборатории (*in vitro*), в теплицах и в открытом, чистом от переносчиков вирусной инфекции поле (*in vivo*), в горной зоне, на высоте 2700 метров над уровнем моря, он был протестирован в селекционных питомниках.

Ускорения селекционного процесса добились микрочеренкованием пробирочных растений в условиях *in vitro*, посадкой пробирочных растений и микроклубней в условиях световой комнаты, теплицы и в открытом поле (*in vivo*), путем размножения пробирочных растений и микроклубней в условиях световой комнаты в осенне-зимний и весенний период, нам удалось в два раза сократить сроки изучения и накопления селекционного материала. Данный клон был изучен в полевых условиях разных горных районов республики (Файзабадский, Джиргитальский, Ганчинский, Муминабадский, Варзобский и др.).





Рисунок. Лист, цветок и клубни сорта «Таджикистан».

Сорт «Таджикистан» успешно прошел Государственное сортоиспытание и районирован в 2015 г. (патент № 126 от 15 апреля 2015 г.) для возделывания во всех зонах республики. Сорт высокорослый, длина стебля достигает 100-120 см, многолистный, листья темно-зеленного цвета. Формирует мало цветков, окраска цветков фиолетовая, продолжительность цветения короткая. Сорт имеет малое формирование ягод и малый их размер. Клубни имеют округло-овальную форму, красную окраску и хорошие вкусовые качества. Окраска мякоти желтая, с фиолетовым оттенком (рисунок). Глубина расположения глазков поверхностная. Окраска глазков и ростков фиолетовая. Сорт является среднепоздним. На одно растение формируется по 9–12 шт. клубней, урожайность высокая, она достигает до 35 – 40 тонн с гектара.Кожура клубней нежная, лежкость клубней при хранении хорошая. Сорт устойчив к вирусному скручиванию листьев (вирусу L), фузариозному увяданию, макроспориозу идругим, бактериальным и грибковым заболеваниям. В клубнях сорта «Таджикистан» в два-три раза больше содержится железа, столь необходимого от заболевания анемии у людей.

Таким образом, в условиях Таджикистана в течение более 20 лет балгодаря сочетания методов традиционной селекции и современной биотехнологии получены новые перспективные сорта и гибриды картофеля, а такженалажен процесс получения оздоровленного семенного материала. Для повышения эффективности селекционно-семеноводческой работы в будущем особая роль принадлежит комплексному сочетанию традиционных методов селекции картофеля с методами биотехнологии.

Список литературы

- 1. Алиев К.А. Биотехнология растений: клеточно-молекулярные основы. Душанбе, 2012.-173 с.
- 2. Джонгиров Д.О. Биологические особенности диких видов, межвидовых гибридов и сортов картофеля в горных условиях Западного Памира // Автореф. дис... к.б.н. Душанбе, 1995. 25 с.
 - 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 334 с.
- 4. Киру С.Д. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции картофеля // Сборник докладов Международной конференции Генетические ресурсы культурных растений в XX веке. Санкт-Петербург, 2009. с. 233–238.
- 5. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана. Душанбе, 2013.-190 с.
- 6. Росс X. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы. М.: Агропромиздат, 1989. 184 с.

Carli C., Khalikov D., Yuldashev F., Partoev K., Melikov K., Naimov S.// In: Abstracts Global Potato Conference, Delhi, 2008, pp. 31–32.

DOI 10.18699/GPB2020-96

Биологическое тестирование неповирусов земляники садовой на индикаторном растении *Cucumis sativus*

Огородникова О.В., м.н.с. СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия. e-mail: olesya-ogorodnikova@yandex.ru

Неповирусы мозаики арабиса (ArMV), кольцевой пятнистости малины (RRSV) и латентной кольцевой пятнистости земляники (SLRV) имеют широкий спектр хозяев и заражают несколько видов плодово-ягодных растений, и являются одними из основных патогенов земляники садовой. В качестве индикаторных растений для выявления вирусных инфекций используются травянистые индикаторные растения Chenopodium quinoa, Cucumis sativus, Phaseolus vulgaris, Catharantus roseus и другие. Для эффективности переноса вирусов из зараженных листьев земляники садовой на индикаторное растение Сиситіs sativus нами использовался фосфатный буфер. Через три недели визуальный осмотр привитых растений Сиситіs sativus выявил явное присутствие неповирусов в сортах земляники Даренка, Фея, Карусель и форма 19-1-6. Исследования проводились в 2019 году.

Ключевые слова: земляника садовая, неповирусы, травянистые растения индикаторы, фосфатный буфер.

Biological testing of strawberry neopviruses on the indicator plant *Cucumis sativus*

Ogorodnikova O.V., Junior Researcher.

SibNIIRS – Branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS Novosibirsk, Russia. e-mail: olesya-ogorodnikova@yandex.ru

Nepoviruses of arabis mosaic virus (ArMV), raspberry ringspot virus (RRSV) and strawberry latent ringspot virus (SLRV) have a wide range of hosts and infect several species of fruit plants, and are one of the main pathogens of strawberry. Herb indicator plants Chenopodium quinoa, Cucumis sativus, Phaseolus vulgaris, Catharantus roseus and others are used as indicator plants for detecting viral infections. For the efficiency of virus transfer from infected leaves of garden strawberry to the indicator plant Cucumis sativus, we used phosphate buffer. Three weeks later, a visual examination of the grafted plants of Cucumis sativus revealed a clear presence of nepoviruses in the wild strawberry varieties Darenka, Fairy, Carousel and form 19-1-6. Research was conducted in 2019.

Key words: strawberry, nepoviruses, herbaceous plants indicators, phosphate buffer.

Неповирусы принадлежат к семейству *Comoviridae*. Поражают широкий круг растений и проявляются в виде мозаики, кольцевых пятнистостей, крапчатости, и системного некроза. Вирусная инфекция данной группы часто протекает в латентной форме даже на поздних стадиях развития. Вирусы, принадлежащие к группе *Nepovirus*, переносятся почвенными нематодами *Longidorus* и *Xiphinema*, а также передается через пыльцу и семена.

На землянике садовой широко распространены следующие неповирусы: мозаики арабиса (ArMV), кольцевой пятнистости малины (RRSV), латентный кольцевой пятнистости земляники (SLRV), которые встречаются повсеместно в Европе [1].

Вирус мозаики арабиса (*Arabis mosaic virus*, ArMV) относится к роду *Nepovirus* и является одним из основных патогенов плодово-ягодных растений. Нематодный вектор: *Xiphinema diversicaudatum*, сохраняют инфекционность до 15 месяцев в почве без растений-хозяев после заражения вирусом [4, 7]. Индикаторное растение *Cucumis sativus* может реагировать на заражение хлоротичными местными поражениями на зараженных семядолях и системными полосами жилок или желтыми пятнами.

Вирус кольцевой пятнистости малины (Raspberry ringspot virus, RpRSV, RRSV) относится к роду Nepovirus. Векторами является Longidorus macrosoma и L. elongatus. На сеянцах Fragaria vesca появляются желтые пятна в течение первого года заражения, которые потом исчезают. Листья могут быть неправильной формы, развиваются хлоротичные пятна, часто с некротическим центром; нет линий или колец. Симптомы менее выражены

на листьях, выросших летом или при высоких температурах [5]. Инфицирование RpRSV наносит посадкам земляники садовой существенный экономический ущерб [1].

Вирус латентный кольцевой пятнистости земляники (Strawberry latent ringspot virus, SLRV) был отнесен к роду Nepovirus, а в дальнейшем – к Sadwavirus. Нематодный вектор: Xiphinema diversicaudatum. ArMV и SLRV передаются одним и тем же вектором, и поэтому имеют тенденцию встречаться у растений в паре [3, 6]. Аналогично, некоторые штаммы RRSV и TBRV встречаются вместе, потому что они имеют один и тот же вектор, Longidorus elongatus.

В России тестирование на присутствие неповирусов разными научными учреждениями выявило широкую распространенность их в насаждениях земляники садовой. В европейской части России выявлены следующие неповирусы у земляники: ArMV, RRSV, SLRV [8].

В коллекции земляники отдела селекции ВСТИСП неповирусы выявлены методом ИФА на 12 сортах из 19 протестированных. При этом значительно чаще регистрировали ArMV и SLRV, тогда как RRSV и TBRV отмечены лишь на отдельных растениях [8].

Неповирусы могут быть обнаружены путем механической инокуляции *Chenopodium quinoa*, *Chenopodium amaranticolor* или *Cucumis sativus*. Так же индикаторными растениями могут быть любые виды или сорта растений, высокочувствительные к одному или нескольким патогенам и проявляющие зараженность вирусами, легко диагностируемыми визуальными симптомами. Биологическое тестирование, или диагностику на индикаторных растениях, проводят в условиях климатической комнаты, теплицы или открытого грунта.

Диагностика на индикаторных растениях позволяет точно судить о наличии вируса, но не всегда может его идентифицировать. В таблице представлены наиболее распространенные методы диагностики для неповирусов, поражающих землянику.

Таблица — Методы идентификации вирусных патогенов, используемых у земляники садовой.

Патоген	Метод тестирования
Вирус мозаики ара- биса (ArMV)	ПЦР, ИФА, биологическое тестирование на травянистых растениях-индикаторах Chenopodium quinoa, C. amaranticolor, Phaseolus vulgaris, Petunia hybrida, Cucumis sativus
Вирус кольцевой пят-	ПЦР, ИФА, биологическое тестирование на травянистых рас-
нистости малины	тениях-индикаторах Nicotiana tabacum, N. Glutinosa,
(RRSV)	Chenopodium amaranticolor, Cucumis sativus
Вирус латентной	ИФА, биологическое тестирование на травянистых расте-
кольцевой пятнисто-	ниях-индикаторах Chenopodium amaranticolor, C. murale, C.
сти земляники (SLRV)	quinoa, Nicotiana rustica, N. tabacum, Petunia hybrida u ∂p.

Работа проводилась в лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН. В качестве источника предполагаемых неповирусов использовали листья земляники сортов Даренка, Фея, Карусель и форма 19-1-6. Для анализа на вирусные инфекции методом механической инокуляции были посажены семена 10 растений *Cucumis sativus*, а при появлении 4–5 листьев – проведена механическая инокуляция соком сортов земляники с использованием фосфатного буфера.

На 1 г листового материала земляники добавлялось 3 мл буфера для механической прививки. Было привито не менее двух листьев и одно растение оставлено на образец. Сразу после прививки соком с буфером листья промывались водопроводной водой. Визуальную оценку проводили через

три недели после инокуляции.





Рисунок. Симптомы инфекции, отмеченные у растения *Cucumis sativus* через 3 недели после механической инокуляции.

В результате проведенных исследований было выявлено наличие вирусных инфекции у сортов Даренка и Фея. После визуальной диагностики у сортов Даренка и Фея выявлена системная вирусная инфекция, вызванная комплексом вирусов ArMV и RRSV, так как у индикаторного растения развился системный некроз листовой пластинки (рисунок, А). А у сорта Карусель и форма 19-1-6, обнаружен только ArMV, что вызвало появление желтых пятен и осветления жилок на *Cucumis sativus* (рисунок, В). Оценена эффективность проведения диагностики непо-вирусных инфекций у земляники садовой на травянистом индикаторе *Cucumis sativus* с применением фосфатного буфера.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

Список литературы

- 1. European Handbook of Plant Diseases // Blackwell Scientific Publications. 1988. 583 p.
- 2. Gabryszewska, E. Technika in vitro metoda uwalniania roślin od fitoplazm czy też

metoda rozmnażania fitoplazm? / E. Gabryszewska, M. Kamińska // Rozmnażanie roślin in vitro: Materiały konferencji, Skier- nievice, 25 kwietnia 2001 r. – Skierniewice. – 2001. – P. 29–35.

- 3. Gall Le O. Cheravirus and Sadwavirus: Two unassigned genera of plant positivesense singlestranded RNA viruses formerly considered atypical members of the genus Nepovirus (family Comoviridae) / Gall Le O., H. Sanfacon, M. Ikegami, T. Iwanami, T. Jones, A. Karasev, K. Lehto, J. Wellink, T. Wetzel, N. Yoshikawa // Arch. Virol. 2007. Vol. 152. P. 1767–1774.
- 4. Kulshrestha S, Hallan V, Raikhy G, Adekunle OK, Verma N, Haq QMR & Zaidi AA (2005) Reverse transcription polymerase chain reaction-based detection of Arabis mosaic virus and Strawberry latent ringspot virus in vector nematodes. Current Science 89, 1759–1762.
- 5. Lister, R.M. (1970) Nematode-borne viruses as pathogens in strawberry. In: Virus diseases of small fruits and grapevines, a handbook (Ed. by Frazier, N.W.), pp. 34–36.
- 6. Tzanetakis, I.E. A virus between families: Nucleotide sequence and evolution of Strawberry latent ringspot virus / I.E. Tzanetakis, J.D. Postman, R.C. Gergerich, R.R. Martin // Virus Res. − 2006. − № 121. − P. 199–204.
- 7. Virus taxonomy // Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / eds. A.M. Q. King, M.J. Adams, E.B. Carstens, E.J. Lefkowitz. Elsevier, 2012. p. 1327.
- 8. Приходько, Ю.Н. Вирусные болезни плодовых и ягодных культур в европейской части России и современная схема производства и сертификации безвирусного посадочного материала / Ю.Н. Приходько // Промышленное производство оздоровленного посадочного материала плодовых, ягодных и цветочно-декоративных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 20–22 ноября 2001 г. М., 2001. С. 54–68.

DOI 10.18699/GPB2020-97

Особенности селекционного процесса хмеля

Осипова Ю.С., м.н.с., аспирант; Леонтьева В.В., н.с.; Иванова И.Ю., с.н.с. Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», п. Опытный, Российская Федерация. e-mail: chniish@ mail.ru

Хмель в России используется с давних времен. В диком виде он встречается повсеместно. Для создания высокопродуктивных сортов в Чувашии селекционная работа с хмелем ведется с 1981 года. Которая состоит из нескольких питомников разных лет закладки, и изучаются в плодоносящем возрасте как минимум в течение 3–5 лет, с длительностью до 15 лет.

Ключевые слова: хмель обыкновенный, коллекция, селекция, отбор, клоны.

Features of the selection process of hops

Yu.S. Osipova, Junior researcher, post-graduate student, V.V. Leontieva, research associate, I.Yu. Ivanova, senior researcher.

Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, e-mail: chniish@ mail.ru

Hops in Russia have been used for a long time. In the wild, it is found everywhere. To create highly productive varieties in Chuvashia, selection work with hops has been carried out since 1981. Which consists of several nurseries of different bookmark years, and are studied at the fruiting age for at least 3–5 years, with a duration of up to 15 years.

Keywords: common hops, collection, selection, selection, clones.

Создание сортов хмеля методом индивидуального клонового отбора из интродукционных популяций известно со второй половины XIX века. Основой этого метода является создание устойчивой во времени интродукционной популяции, характеризующейся высоким уровнем полиморфизма по основным хозяйственно ценным признакам. При этом возможен дальнейший отбор и закрепление их в вегетативном потомстве [1].

Селекционная работа с хмелем в Чувашии, начатая с 1981 года была направлена на усовершенствование селекционного процесса и создание новых высокопродуктивных сортов различного типа. Селекционный процесс состоял из нескольких последовательно выполняемых частей с длительным (10–12 лет) использованием насаждений во времени. Начальный этап селекции – сохранение и изучение мировой коллекции сортов хмеля, которая насчитывала более 250 сортообразцов практически из всех хмелепроизводящих стран мира [2]. По результатам изучения лучшие сорта различного происхождения вовлекались в селекционный процесс в качестве материнских форм для гибридизации или исходного материала для клоновой селекции.

Исходный материал для селекции в основном создавался методом гибридизации лучших сортов отечественной и зарубежной селекции. Гибридные питомники [3] закладываются гибридными сеянцами, полученными из гибридных семян от различных комбинаций скрещивания женских растений лучших сортов с различными мужскими формами. В первые годы в них проявляются как женские, так и мужские растения, последние подлежат выкорчевке. В гибридных питомниках образцы оцениваются по каждому растению отдельно Полученный материал фиксируется для характеристики каждого гибридного номера за годы их изучения. В гибридных питомниках изучалось в пределах 1,5–2 тыс. гибридных номеров. В селекционно-контрольных питомниках оценивалось около 100–150 селекционных номеров, являющихся клонами выделившихся гибридных номеров. В конкурсном сортоиспытании испытывались перспективные селекционные номера, выделившихся в селекционно-контрольных питомниках.

Селекционный процесс хмеля в усовершенствованном виде в настоящее время представляет 3-х звенную схему и состоит из гибридных, селекционно-контрольных питомников и конкурсного сортоиспытания, которые в свою очередь состоят из нескольких питомников разных лет закладки и изучаются в плодоносящем возрасте как минимум в течение 3–5 лет, конкурсное сортоиспытание — за полный цикл использования по нормативным срокам — 10 лет.

Селекционно-контрольные питомники закладываются вегетативным гибридным потомством (клонами) выделенных гибридных номеров в сравнении с 2 стандартами — первый — рекомендуется сорт Подвязный (как наиболее распространенный и стабильный), а второй — последний зарегистрированный в Госреестре. В питомниках Чувашского НИИСХ разных лет закладки оценивается 100 селекционных номеров. Учеты ведутся согласно принципам ведения клонового отбора [4], селекционные работы проводятся методом индивидуального отбора. Клоны изучаются по основным хозяйственно ценным признакам, проводится оценка на отличимость, однородность и стабильность (ООС) сортовых признаков [5]. Определяется устойчивость к основным болезням и вредителям хмеля [6]. Вес сырых шишек с одного куста определяется в фазе технической спелости, содержание альфакислот в шишках — кондуктометрическим методом [7].

Конкурсное сортоиспытание завершает оценку выделенных перспективных номеров хмеля и обычно закладывается один раз в 8-10 лет. Размножение перспективных исходных растений и клонов, полученных от них, проводятся вегетативно стеблевыми черенками, заготовленными при весенней обрезке главных корневищ.

По перспективным селекционным номерам, выделившимся в конкурсном питомнике, проводится закладка питомников оригинальных насаждений в целях получения достаточного количества посадочного материала в предстоящие годы для дальнейшего расширения площадей под будущими новыми сортами. Одновременно на этих плантациях проводится производственная оценка выделенных номеров — использование обычной производственной технологии возделывания, механизированная уборка урожая и общая производственная оценка насаждений.

Список литературы

- 1. Леонтьева В.В. Предварительные результаты выделения клонов хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) для создания новых сортов горького и ароматического типов / В.В. Леонтьева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2018. № 1 (62). С. 42–46.
- 2. Никонова З.А. Создание и сохранение коллекции хмеля обыкновенного в качестве генофонда для селекции / З.А. Никонова, З.П. Короткова // Нива Поволжья. 2017. №. 4 (45). С. 104—108.
- 3. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. М.: Колос, 1983. С. 79–82.

- 4. Белороссова, Н.В. Клоновая селекция хмеля / Н.В. Белороссова // Труды РНИХС. Вып. 1 «Культура хмеля». М.: Пищепромиздат, 1954. С. 5–38.
- 5. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Хмель (*Humulus lupulus*. L.) // Официальный бюллетень Госсорткомиссии. 2008. № 9 (139). С. 710–720.
 - 6. Либацкий, Е.П. Хмелеводство / Е.П. Либацкий. М.: Колос, 1984. 287 с.
- 7. Рекомендации по определению повреждений хмеля вредителями и болезнями и мероприятия по борьбе с ними. Киев: Урожай, 1981. С. 5–50.

DOI 10.18699/GPB2020-98

Современные реалии производства ржи и задачи селекционной науки

Пономарева М.Л., д.б.н., профессор, г.н.с.; Пономарев С.Н.*, д.с.-х.н., г.н.с. ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, г.Казань, Россия.

*e-mail: smponomarev@yandex.ru

Посевные площади ржи за последние 5 лет сократились более чем наполовину (на 1 млн га). Рассматривается значение культуры и направления интенсификации селекции в качестве здорового и профилактического источника пищи, а также ценного компонента в рационах сельскохозяйственных животных. Проведен анализ современного реестра селекционных достижений в сравнении с другими культурами. В связи с запросами современных перерабатывающих отраслей и стремлением к повышению качества жизни населения нужно ориентироваться на создание сортов разнопланового использования.

Ключевые слова: озимая рожь, селекция, сорта, урожайность, адаптивность.

Current realities of rye production and problems of breeding science

Mira Leonidovna Ponomareva, D. Sc. (Biol.), chief research; Sergey Nicolaevich Ponomarev*, D. Sc. (Agr.), chief research.

Tatar Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center of RAS, ul. Orenburgskii trakt, 48, Kazan, 420059, Russian Federation.

*e-mail: smponomarev@yandex.ru

Rye acreage has been reduced by more than half (by 1 million ha) over the past 5 years. The importance of culture and direction of breeding intensification in the quality of healthy and preventive food source, as well as valuable component in the diets of farm animals are considered. The analysis of modern Register of selection achievements in comparison with other crops is carried out. Due to the demands of modern processing industries and the desire to improve the quality of life of the population, it is necessary to focus on creating varieties of diverse use.

Keywords: winter rye, selection, varieties, yield, adaptability.

Посевные площади ржи в 2019 году составили 871,6 тыс. га, в т.ч. озимого образа жизни 95,5 % от всех посевов, яровой ржи — 0,5 %. За год по отношению к 2018 площади сократились на 11,1 %, а за 5 лет — более чем наполовину (на 1 млн га) (https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-rzhi-v-rossii-itogi-2019-goda). По отношению к началу рассматриваемого периода размеры посевов сократились на 2,76 млн га. Лидерами среди регионов РФ по объему площадей ржи в 2019 году являются Оренбургская область (18,9 %); Республика Башкортостан (13,7 %); Республика Татарстан (9,3 %); Саратовская область (7,3 %); Волгоградская область (6,4 %). Также в десятку областей со значительными площадями ржи вошли Кировская область, Удмуртская Республика, Брянская область, Алтайский край и Нижегородская область (2,2–6,0 % от ржаного клина).

Без посевов озимой ржи немыслима современная адаптивно-ландшафтная система земледелия. Озимая рожь не требует при своем производстве высоких затрат, менее требовательна к влаге, кислотности почвы и предшественникам, слабее поражается корневыми гнилями и фузариозом колоса. Озимая рожь — одна из наиболее засухоустойчивых хлебных культур, которая стабилизирует сбор зерна в годы с сильными летними засухами. Не зря наибольшие посевные площади ржи имеются в областях с резкой континентальностью климата, наиболее страдающих от аридных условий: Республики Татарстан и Башкортостан, Оренбургская, Саратовская и Волгоградская области [1].

Поэтому ориентируясь на глобальные и локальные изменения климата, большое значение приобретают сорта озимой ржи, способные с наименьшими потерями выдерживать действие абиотических и биотических стрессов, обеспечивая при этом стабильный урожай зерна высокого качества.

С давних времен ржаной хлеб из муки грубого помола для российского народа был не только продуктом питания, но и постоянным мощным профилактическим средством против ожирения, атеросклероза, ишемической болезни, нервных и онкологических заболеваний. В последние годы стремление к здоровому образу жизни находится в центре внимания, и спрос на здоровые продукты питания растет. Дефицит микроэлементов, витаминов группы В и Е, минеральных веществ выявлен практически во всех регионах страны и во всех группах населения, что непосредственно сказывается на росте сердечно-сосудистых заболеваний. Рожь обладает широким спектром защитных свойств для профилактики и лечения метаболического синдрома и сопутствующих заболеваний, в том числе болезней сердца, сахарного диабета 2 типа, дисфункций кишечника и некоторых видов рака. Последние исследования показали, что рожь снижает развитие детской астмы, способствует похудению, позволяет предотвратить образование язв и камней в желчном пузыре, оптимизировать метаболические параметры клеток [2].

Оздоровительные свойства ржи связывают, в первую очередь, с присутствием большого количества клетчатки и так называемого «комплекса ржаных волокон», представляющих собой серию различных биологически активных соединений. Этот злак содержит 73 % нерастворимых пищевых волокон, а доля растворимых волокон на 27 % выше по сравнению с другими зерновыми культурами [3]. Основными компонентами диетических волокон ржи являются арабиноксиланы, олигосахариды, лигнаны, фитаты, фенольные кислоты, алкилрезорцинолы. Зерно ржи следует использовать в максимально больших количествах при производстве здоровых и функциональных продуктов питания, обогащенных биологически активными компонентами, поскольку эти вещества защищают от многих заболеваний, связанных с питанием [4]. Необходимо более широкое использование ржи в пищевых продуктах, чтобы повысить ее роль в сбалансированном ежедневном рационе. Несколько крупных продовольственных компаний уже работают над проблемой увеличения потребления здоровой ржаной пищи. Ржаные продукты также могут быть перспективными с точки зрения создания новых продуктов, обеспечивающих экологически устойчивый источник белка (www.nordicryeforum.info). Селекция сортов ржи, богатых пищевыми волокнами, может удовлетворить эту новую социальную потребность. Кроме того, использование новейших аналитических методов, в том числе омиксных технологий, является чрезвычайно важным и, как ожидается, обеспечит крупные прорывы в исследовании ржи как полезного и профилактического источника пиши.

Важным направлением диверсификации зерна ржи, безусловно, является его использование в рационах сельскохозяйственных животных [5, 6]. Зернофуражная рожь особенно сильно востребована в областях Нечерноземной зоны, а также в Поволжье и на Урале, где эта культура традиционно возделывается, а производство зерна других кормовых культур (кукуруза, соя) невозможно по климатическим причинам [7]. Создание низкопентозановых и кормовых сортов озимой ржи — одна из приоритетных задач современной селекции. Дальнейший прогресс в расширении площадей возделывания ржи связывается с увеличением рынка сбыта и расширением направлений ее использования. Это вызвало насущную необходимость своевременной разработки новой стратегии селекционно-генетического улучшения ржи.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации на 2019 год, включено 84 сорта и гибрида озимой ржи, в том числе один кормовой (Бухтарминская) и 9 тетраплоидных (Веснянка, Влада, Жнейка, Жнивень, Пуховчанка, Сибирь, Сибирь 4, Славида, Тетра короткая). В последние годы в реестре значительно увеличилось число гибридов озимой ржи. Первые F_1 гибриды были включены в реестр $P\Phi$ в 2008 и 2009 годах — Первисток (Институт растениеводства им. В.Я. Юрь-

ева НААН Украины) и Пикассо (KWS LOCHOW GMBH). В последующее десятилетие количество F_1 гибридов озимой ржи увеличилось до десяти, большая часть из которых создана в Германии. В Государственный реестр также включены рожь многолетняя Державинская 29 (Ставропольский НИИСХ) и рожь яровая Онохойская (Бурятский НИИСХ).

Примечательно, что в реестре появились сорта нового направления использования, которые выделены в особую группу — сорта с низким содержанием пентозанов в зерне. Первые 3 таких сорта были районированы в 2016 г. — Подарок (Татарский НИИСХ), Вавиловская (ВИГРР им. Н.И. Вавилова, Тульский НИИСХ), Берегиня (ВИГРР им. Н.И.Вавилова, ФГУП «Котласское»). Следом за ними в 2018 г. были районированы еще 2 сорта — Красноярская универсальная (ВИГРР им. Н.И.Вавилова, ФИЦ «Красноярский НЦ СО РАН») и Янтарная (ВИГРР им. Н.И.Вавилова, Уральский НИИСХ). Все эти низкопентозановые сорта были созданы на исходном материале профессора В.Д. Кобылянского.

За период 2011-2019 годов сортовой реестр РФ пополнился 26 сортами и 8 гибридами озимой ржи. Однако, если учитывать современные рыночные условия и сравнивать интенсивность передачи сортов ржи с интенсивностью по другим зерновым культурам, то можно констатировать, что новых сортов ржи создается явно недостаточно из-за чего сортосмена происходит медленно, а производитель сталкивается с ограниченным выбором сортов. Например, в таких традиционных для возделывания озимой ржи регионах России, как Волго-Вятский, Средневолжский и Уральский, количество рекомендуемых для возделывания сортов ржи (7–27) уступает сортименту пшенице (52–90 сортов озимой и яровой) и ячменя (22–51 сортов). В ближайшие годы необходимо интенсифицировать селекционную работу по созданию новых конкурентоспособных сортов озимой ржи.

Таким образом, в последние годы проявляется беспрецедентная тенденция уменьшения посевных площадей озимой ржи. Главными аргументами в пользу возделывания ржи является ее уникальная социально-экономическая значимость в производстве продуктов питания, здоровья человека, агроэкосистемы и окружающей среды. В условиях глобальных изменений, происходящих в экономике, науке и технологиях, климатических флуктуаций и биополитике роль страховой культуры ржи также чрезвычайно важна. В связи с запросами современных перерабатывающих отраслей и стремлением к повышению качества жизни населения нужно ориентироваться на создание сортов разнопланового использования.

Список литературы

1. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Тагиров М.Ш. Динамика факторов производства и использования зерна ржи в Российской Федерации и Республике Татарстан // Земледелие. 2014. — №.8. — С. 6—9.

- 2. Jonsson K. et al. Rye and health-Where do we stand and where do we go? // Trends in Food Science & Technology. 2018. T.79. C.78-87.
- 3. Feng G. Rye // Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods. Springer, Singapore, 2019. P. 151–169.
- 4. Meija L., Krams I. Rye // Whole Grains and their Bioactives: Composition and Health. 2019. C. 169–208.
- 5. Зверкова З.Н. Использование зерна озимой ржи в кормлении крупного рогатого скота // Кормопроизводство. 2008. № 9. С. 24.
- 6. Аллабердин И.Л. Зерно озимой ржи в комбикормах для дойных коров // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 46–48.
- 7. Гончаренко А.А. Современное состояние производства, методы и перспективные направления селекции озимой ржи в РФ // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и производство. Уфа, 2009. С. 40–60.

DOI 10.18699/GPB2020-99

Получение и перспективы использования дигаплоидов ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.) (обзор)

Попова К.И., м.н.с., аспирант. СибНИИРС – филиал ИциГ СО РАН; НГАУ, Новосибирск, Россия. E-mail: popova.k.i@mail.ru

Ячмень обыкновенный (Hordeum vulgare L.) является важной сельскохозяйственной культурой, которая находит применение в пивоварении, используется в кормовых и продовольственных целях. Селекция ячменя в условиях Западной Сибири осложнена природно-климатическими особенностям. Для упрощения и ускорения селекционного процесса, а также для решения фундаментальных генетических задач, используют дигаплоидные формы. Такие формы ячменя могут быть получены в условиях іп vivo и іп vitro. В настоящее время, в странах Европы существует большое число дигаплоидных форм ячменя обыкновенного, которые вовлекаются в селекционные программы. Запуск подобных программ в Западной Сибири требует создание собственной базы по синтезу дигаплоидных форм ячменя.

Kлючевые слова: дигаплоид, ячмень обыкновенный, Hordeum vulgare L., in vitro, kультyра nыльников, kультyра uзолированных mиkроспор.

Obtaining and prospects for the use of digaploids of barley (*Hordeum vulgare* L.) (review article)

Popova Karina Igorevna^{1,2}
¹SibRIPP&B – branch ICG SB RAS; ²Novosibirsk State Agrarian University,

Novosibirsk, Russia. e-mail: popova.k.i@mail.ru

Barley (Hordeum vulgare L.) is an important crop that is used in brewing, used for feed and food purposes. Barley selection in Western Siberia is complicated by natural and climatic features. To simplify and accelerate the breeding process, as well as to solve fundamental genetic problems, dihaploid forms of barley are used. Dihaploid forms of barley can be obtained in vivo as well as in vitro. Currently, in Europe, there are a large number of dihaploid forms of barley (H. vulgare), which are used in breeding programs, but in Western Siberia, there is an acute shortage of such forms.

Key words: dihaploid, barley, Hordeum vulgare L., in vitro, anther culture, culture of isolated microspores.

Ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare* L.) находит широкое применение в пивоварении, используется в кормовых и продовольственных целях (получение перловой и ячневой крупы). Исследователи отмечают перспективность использования ячменя обыкновенного (*H. vulgare*) в качестве фиторемедиатора для очистки почв от тяжелых металлов, в частности от избыточного содержанияцинка [1]. Ячмень обыкновенный (*H. vulgare*) отличается большей устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды, чем пшеница и рис.

Все вышеперечисленные факты обуславливают популярность и возделывание ячменя обыкновенного во многих странах мира. По производству данной культуры в мире лидируют Россия, Канада и США [2]. Более 65 % зерна идет на кормовые цели, 6–8 % приходится на пивоварение, 15 % ячменя идет на продовольственные нужны [2].

Ячмень обыкновенный (*H. vulgare*) является диплоидным (2n=14) самоопылителем и имеет большой размер генома (> 5.1 гигабазы), что делает процесс секвенирования и картирования трудоемким [3].

Селекционный процесс многих культур, в том числе и ячменя, сопряжен с рядом трудностей, возникающих на фоне совокупности разнообразия природно-климатических условий и требований, предъявляемых к сорту [4]. Использование дигаплоидных форм ячменя, в качестве исходного материала, позволяет значительно ускорить селекционный процесс [5]. Данный факт обусловлен тем, что получаемые растения являются гомозиготными организмами, имеющими двойной набор одинаковых хромосом, и дальнейшее расщепление, соответственно исключено. При этом, стоит понимать, что применение дигаплоидных форм ячменя не исключает использование классических способов получения селекционного материала, а выступает в роли дополнительного метода создания новых перспективных форм. В особенно-

сти представляют повышенный интерес гены мужской стерильности, которые у ячменя обыкновенного находятся в рецессивном состоянии, и могут быть проявлены таким методом [6]. Также, дигаплоидные формы используются и для проведения фундаментальных генетических исследований, позволяя быстро и подробно изучить не только доминантные, но и рецессивные признаки.

Впервые гаплоид ячменя был получен в 1970 году в условиях *in vivo* в результате межвидового скрещивания ячменя обыкновенного (*H. vulgare*) и ячменя луковичного (*H. bulbosum*) [7].

Первый гаплоид из пыльников ячменя в культуре *in vitro* был получен из пыльников в 1973 году [8], затем в 1976 году из семяпочки [9] и в 1991 году из изолированных микроспор [10].

В настоящий момент, гаплоиды ячменя преимущественно получают с помощью методов *in vitro*: культура пыльников, культура изолированных микроспор; из методов *in vivo* используют элиминирование хромосом [5, 6].

Большое число гаплоидов и дигаплоидов ячменя было получено в странах Европы и в России. В России существует два сорта ярового ячменя, которые были получены с использованием дигаплоидных форм — «Эльф» и «Тандем», данные сорта, в основном, подходят для Волго-Вятского региона [11]. В Западной Сибири, в частности в Новосибирске, сорта на основе дигаплоидных форм отсутствуют, следовательно, существует потребность в создании собственных дигаплоидных форм ячменя.

Для осуществления селекционной программы требуется большое число дигаплоидных форм. При классическом подходе, минимальная потребность составляет порядка 5000 образцов. Для реализации подобной программы требуется разработка методик высопродуктивного получения дигаплоидов ячменя собственных гибридов.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ИЦиГ СО РАН (проект № 0259-2019-0011).

Список литературы

- 1. Неведров, Н.П. Использование ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare* (L.) в целях фиторемедиации / Н.П. Неведров, Е.П. Проценко, А.Е. Кузнецов // Теоретические и практические аспекты естественных и математических наук. 2012. № 1. С. 115—119.
- 2. Современные проблемы в селекции ячменя по качеству зерна / М.М. Копусь, Е.Г. Филиппов, Н.Г. Игнатьева, Н.А. Матвиевская // Известия оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 3 (3). С. 43–46.
- 3. Bennett, M.D. Nuclear DNA amounts in angiosperms / M.D. Bennett, J.B. Smith // Nature. 1976. № 491. P. 711–716.
- 4. Аниськов, Н.И. Селекция ячменя в Западной Сибири / Н.И. Аниськов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 1. С. 24–26.
- 5. *In Vivo* Haploid Production in Crop Plants: Methods and Challenges / A.Watts, V. Kumar, R. K. Raipuria, R. C. Bhattacharya // Plant Molecular Biology Reporter. 2018. № 36. P. 685–694.

- 6. Удвоенные гаплоиды ячменя и их использование в генетико-селекционных исследованиях / Я.В. Мишуткина, Я.Б. Нескородов, М.Г. Новокрещенова и др. // Современные проблемы науки и образования. -2013. № 5. С. 476-486.
- 7. Kasha, K.J. High frequency haploid production in barley (*H. vulgare* L.)/K.J. Kasha, K.N. Kao // Nature. 1970. Vol. 225. P. 874–876.
- 8. Clapham, D. Haploid Hordeum plants from anthers in vitro / D. Clapham // Z Pflanzenzücht. -1973. Vol. 69. P. 142-155.
- 9. San Noeum, L.H. Haploïdes *Hordeum vulgare* L. par culture in vitro d'ovaires non fecondés / L.H. San Noeum // Ann Amélior Plant. 1976. Vol. 26. P. 751–783.
- 10. Culture conditions for induction of green plants from barley microspores by anther culture methods / K.N. Kao, M. Saleem, S. Abrams et al. // Plant Cell Reports. 1991. Vol. 9. P. 595–601.
- 11. ФГБУ Госсорткомиссия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://reestr.gossortrf.ru/, свободный (28.02.2020)

DOI 10.18699/GPB2020-100

Отдаленная гибридизация как метод создания 000-форм ярового рапса (*Brassica Napus* L.)

Потапов Д.А., к.с.-x.н., в.н.с.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск, Россия.

e-mail: d potapov@ngs.ru

С целью создания желтосемянного материала ярового рапса были проведены скрещивания между видами родов Brassica и Sinapis. В качестве исходного материала использовали инбредные линии В. пария, желтосемянные сорта В. сатреstris, В. juncea и S. alba. Успех отдаленных скрещиваний в значительной степени определялся родственными связями видов рода Brassica согласно схеме Nagaharu U. В результате селекционной проработки этого материала созданы формы с желтой окраской оболочки семян для выведения сортов ярового рапса в условиях Западной Сибири.

Ключевые слова: селекция, яровой рапс, окраска оболочки семян, 000-формы.

Interspecific hybridization as a method for development of yellow-seeded *Brassica napus* L.

Potapov D.A., Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk, Russian Federation.

*e-mail: d potapov@ngs.ru

Crosses between species of the genera Brassica and Sinapis were carried out to obtain a yellow-seed material of Brassica napus. Inbred lines of B. napus,

yellow-seeded cultivars of B. campestris, B. juncea, and S. alba were used as initial material. The success of interspecific crosses was determined by the relationship of species of the genus Brassica according to the triangle of U. Yellow-seed forms of B. napus obtained as a result of breeding study of this material are involved in developing of new cultivars under condition of Western Siberia.

Keywords: breeding, Brassica napus, seed color, 000-forms.

Отдаленная гибридизация в роде *Brassica* является эффективным методом создания новых форм, обладающих хозяйственно важными признаками и свойствами [1]. С использованием этой процедуры был создан первый отечественный безэруковый низколиноленовый сорт ярового рапса Кубанский. Более 60 % сортов, выведенных в Японии, США и Канаде, получены в результате межвидовой гибридизации. Этот метод является неотъемлемым элементом селекционных программ, связанных с созданием ярового рапса с желтой окраской оболочки семян потому, что в пределах этого вида нет желтосемянных форм [1, 2]. Наши исследования по получению ярового рапса 000-типа привели к созданию перспективных селекционных форм, окраска оболочки семян которых проявлялась с некоторой изменчивостью [3].

С целью повышения генетической стабильности признака желтой окраски оболочки семян и улучшения некоторых хозяйственно полезных признаков у созданных светлосемянных форм ярового рапса в 2007 г. было проведено 62 комбинации скрещиваний между видами родов Brassica и Sinapis. $B.\ napus$ был представлен растениями инбредных линий, дифференцированных по основным морфобиологическим и хозяйственным признакам и свойствам; $B.\ campestris$ — сортами Янтарная, Восточная, Золотистая; $B.\ juncea$ — Славянка, Росинка, Л.№264; и $S.\ alba$ — Радуга, ВНИИМК-518, Л.№292

Из 3560 опыленных цветков образовали стручки и завязали семена 1116 цветков, что составило 31 %. Всего получено 21959 гибридных семян F_1 . Успех отдаленных скрещиваний в значительной степени определялся родственными связями видов рода *Brassica* согласно схеме Nagaharu U [4]. Так, наибольшее количество выполненных семян в стручке получено в комбинациях *B. napus* х *B. campestris* (табл. 1).

 $\it Taблица~1~-$ Результаты отдаленных скрещиваний видов семейства $\it Brassicaceae$

Комбинаци	я скрещиваний	Завязавшихся	Выполненных
9	3	стручков, %	семян, %
1	2	3	4
B. napus	B. campestris	38	61
"	В. јипсеа	30	8
"	S. alba	9	25
"	B. napus	67	75

1	2	3	4
B. campestris	B. napus	32	24
"	В. јипсеа	36	1
"	S. alba	32	16
В. јипсеа	B. napus	63	55
"	B. campestris	24	13
S. alba	B. napus	14	1

Наиболее успешные скрещивания были в тех комбинациях, где в качестве матери использовался высокохромосомный вид. При скрещивании *В. париѕ* и *В. јипсеа* наблюдался высокий процент завязывания стручков, однако практически все гибридные семена были мелкими и щуплыми. В обратных скрещиваниях — более половины гибридных семян были выполненными (табл. 1).

При скрещивании *В. париѕ* и *В. сатреѕtris*, где в качестве отцовской формы была взята сурепица, не было значительных различий по доле завязавшихся стручков и доле выполненных семян, хотя процент завязавшихся стручков был несколько выше при опылении пыльцой сорта Золотистая. Однако, если *В. сатреѕtris* использовалась как материнский родитель, то при завязывании стручков наблюдались значительные различия. Так, при скрещивании сорта Золотистая с *В. париѕ* завязалось 48 % опыленных цветков, а у сорта Восточная — всего 7, т.е. почти в 7 раз меньше. Видимо сорт Золотистая обладает более широкой генетической базой, что позволяет ему наиболее успешно скрещиваться с рапсом.

Созданные отдаленные гибриды со светлой окраской оболочки семян, были включены в селекционный процесс для доработки методом инбридинга в сочетании с отборами.

Селекционное изучение этих форм, подвергнутых давлению отбора при строгом самоопылении растений, в сравнении с черносемянными образцами показало, что среди образцов с желтой окраской оболочки семян можно отобрать линии, существенно превышающие последние по ряду хозяйственно важных признаков [3, 5]. Подтверждением этому служат результаты изучения, полученные на созданных нами желтосемянных формах ярового рапса в конкурсных питомниках в сравнении с черносемянным сортом СибНИИК 198, включенным в Госреестр, в том числе и по Западно-Сибирскому региону. В таблице 2 приведена характеристика наиболее стабильного по окраске оболочке семян желтосемянного селекционного номера СНК-32. Этот номер достоверно превышал сорт СибНИИК 198 по урожайности семян, зеленой массы, и содержанию сырого жира в семенах.

Tаблица 2 — Характеристика ярового рапса в питомнике конкурсного сортоиспытания 2019 г.

Образец		Урожай	ность, ц/га		Содержа в сем	ние жира ненах
Ооразец	семян	% к ст.	зеленой массы	% к ст.	%	± к ст.
СНК-32	20,6	125*	338	114*	45,0	2,7*
СибНИИК 198, ст.	16,5	100	297	100	42,3	0

^{* -} значимо на 5 %-ном уровне, ст. - стандарт

Таким образом, с использованием метода отдаленной гибридизации нами создан исходный материал для селекции сортов ярового рапса с желтой окраской оболочки семян в условиях Западной Сибири.

Список литературы

- 1. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Рапс (Особенности биологии, селекция в условиях Сибири и экологические аспекты использования) / Россельхозакадемия. Сиб. отдние. Новосибирск, 2009. 132 с.
- 2. Somers D., Rakow G., Prabhu V., Friesen K. Identification of a major gene and RAPD markers for yellow seed coat colour in *Brassica napus* // Genome. -2001.-V.44, Ne.-P.1077-1082.
- 3. Potapov D.A., Osipova G.M. Approaches to the efficient use and to increase the diversity of genetic resources for the development of prospective breeding materials of yellow-seeded *Brassica napus* L. for conditions of Siberia // Oilseed crops. − 2005. − V. 26. − №2. − P. 335–348.
- 4. U N. Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. // Japanese J. Bot. -1935. N. 7. P. 398-452.
- 5. Осипова Г.М., Потапов Д.А. Гибридологический анализ окраски оболочки семян у ярового рапса // Сиб. вестник с.-х. науки. 2015. № 4. С. 32–38.

DOI 10.18699/GPB2020-101

Генофонд национального банка семян полевых культур Беларуси и его использование в селекции

Привалов Ф.И.д.с.-х.н., генеральный директор; Гриб. С.И., д.с.-х.н., г.н.с.; Матыс И.С., к.с.-х.н., зав. отделом генетических ресурсов растений.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, Республика Беларусь.

e-mail: belgenbank@mail.ru

В статье освещены вопросы создания и формирования Националь-

ного банка семян генофонда хозяйственно полезных растений. Показаны результаты сохранения, изучения и использования генетических ресурсов для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов в иелях обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: генетические ресурсы растений, генбанк, коллекция, сорт, продовольственная безопасность.

Gene pool of the national bank of field crop seeds in Belarus and its use in breeding

Privalov F.I., D.Sc. in Agriculture, Director General, Grib S.I., D.Sc. in Agriculture, chief researcher, Matys I.S., Ph.D. in Agriculture, head of the Department of Plant Genetic Resources, the Research and Practical Center of the NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, the Republic of Belarus, belgenbank@mail.ru

The paper deals with the issues of establishing and forming the National bank of seeds of the gene pool of economically important plants. The results of conservation, study and use of plant genetic resources are presented for creation of new highly effective national varieties and hybrids in order to ensure food security of the country.

Key words: plant genetic resources, collection, variety, food security.

Генетические ресурсы растений являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производствапродукции растениеводства в стране, необходимы для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов, а их сохранение является основой продовольственной безопасности.

В 2000 г. в соответствии с поручением Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, разработана и начала функционировать Государственная программа «Генофонд растений». Она направлена на создание, систематизацию, поддержание и анализ растительных ресурсов в целях обеспечения национальной продовольственной, природоохранной и биологической безопасности страны. В результате сформирована Национальная коллекция генетических ресурсов растений, которая к 2019 году насчитывает более 84 тыс. образцов [1].

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» координирует работу в стране по сбору, изучению и сохранению генофонда растений, являясь ведущим научным учреждением в области растениеводства, где сконцентрирована селекция более 40 видов полевых культур. Здесь создан Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений (генбанк), который позволяет сосредоточить растительное разнообразие страны в одном месте, гарантировать относительную безопасность его сохранения, обеспечить возможность целена-

правленного изучения, расширить доступность к использованию генетических ресурсов растений для отечественных и зарубежных ученых. В основу его формирования положены следующие принципы: сохранение подлинности образца семян; поддержание жизнеспособности и генетической целостности образца; физическая сохранность коллекции; пополнение и использование зародышевой плазмы; обеспечение информации; активное управление генным банком [2].

Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» включен в Государственный реестр научных объектов, национального достояния Республики Беларусь (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924).

Коллекционный фонд ресурсов растений, сохраняемый в генбанке насчитывает более 43,0 тысяч коллекционных образцов 47 культур, 356 родов, 702 видов, включает активную (11824 образцов) и национальную базовую коллекцию, которая охватывает генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные коллекционные образцы — 9547 образцов, целевые признаковые, стержневые коллекции и коллекционные образцы не имеющих аналогов в мире, коллекцию семян исходного образца — 19718 шт.

В генбанке на хранении находится семенной материал генетических ресурсов зерновых (пшеница озимая, пшеница яровая, рожь озимая, тритикале озимое, тритикале яровое, ячмень яровой, овес яровой) – 8955 образцов из 73 стран мира, зернобобовых (горох посевной, горох полевой (пелюшка), вика посевная яровая, люпин желтый, люпин узколистный, бобы кормовые) – 3208 образцов из 46 стран мира; крупяных (гречиха, просо и просовидные) −728 образцовиз 25 стран мира; кормовых − 2932образцов из 35 стран мира; масличных (рапс озимый, рапс яровой, редька масличная, сурепица озимая, горчица белая) – 1192 образцов из 23 стран мира; сахарной свеклы (Beta vulgaris L.) –281 образец; лена (Linum L.) – 909 образцов. Коллекция дикорастущих хозяйственно полезных растений (в том числе диких родичей культурных растений), представленная 1069 образцами семян природных популяций, которые относятся к 62 семействам, 285 родам, 475 видам. В их числе 89 редких видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. В относительном выражении наибольший удельный вес в генбанке составляют образцы зерновых культур – 45,0 %. Зернобобовые составляют 16,0 % коллекционного фонда, масличные (крестоцветные) -6.0 %, крупяные -4.0 %, кормовые -15,0 % и прочие культуры -14 %. Семенные коллекции по своему географическому происхождению включают коллекционные образцы 73 стран мира, 46 % коллекционных образцов белорусского происхождения [3].

Коллекции семян генетических ресурсов включают в свой состав: селекционные сортообразцы (линии) и сорта: с высокой степенью проявления

отдельных ценных признаков; эффективным сочетанием комплекса признаков; донорскими свойствами; ценные самоопыляемые линии с высокой комбинационной способностью; образцы с генетическими маркерами отдельных признаков; ценные константные образцы с измененным набором хромосом; мутантные образцы с явным отличием от исходного материала по отдельным признакам или их сочетаниям; образцы с ценными признаками, перенесенными из других видов, родов путем отдаленной гибридизации, генной инженерии и другими методами; ценные аллоплазматические линии; образцы природных популяций диких родичей культурных растений, хозяйственно ценных и редких видов растений.

Информационная система. С целью повышения надежности и системного учета, коллекционных образцов в генбанке создана система компьютерного учета коллекционногоматериала — информационная система (ИС) «Генофонд растений Беларуси», которая обеспечивает оптимальное размещение и оперативный поиск образцов в хранилище генбанка, в "полевых коллекциях", мониторинг состояния семян и вегетирующих коллекционных образцов; отбор образцов по хозяйственно-биологическим характеристикам, быстрый и удобный обмен информацией между учреждениями системы генетических ресурсов растений Республики Беларусь и учреждениями за рубежом. Информационная система включает в себя базы данных: интродукционной, паспортной, признаковых, родословных, семенного фонда национального хранилища и другие [6].

Международное сотрудничество. За прошедшие 20 лет обеспечено участие Республики Беларусь в деятельности международной сети по генетическим ресурсам растений. Осуществлено научное сотрудничество с ФАО, Международным институтом генетических ресурсов растений «Bioversity International». Разработан Договор о сотрудничестве в области сбора, сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений, наоснове которого осуществляется долгосрочное научное партнерство с ведущими селекционными центрами и международными генетическими банками, налажена работа по обмену генофондом и информацией с 145 зарубежными учреждениями [4]. Республика Беларусь, присоединилась к Конвенции о биологическом разнообразии, участница Европейской кооперативной программы по генетическим ресурсам растений, Интегрированной системы банков генов Европы «AEGIS», Нагойского протоколарегулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного их использования на справедливой и равной основе. В рамках международного проекта белорусскими учеными совместно с экспертами Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) разработан проект Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь на 2020–2035 гг.

Резульматы использования. Коллекции генбанка активно используются как источники признаков для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. За период 2000—2019 годы с использованием генофонда коллекций в РУП «Научнопрактический центр НАН Беларуси по земледелию» создано 269 сортов (зерновых, зернобобовых, кормовых и масличных культур), только в 2019 году передано в Государственное сортоиспытание 34 сорта, 20 сортов включены в Государственный реестр сортов.

Таким образом, коллекции семянНационального генбанка, являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства продукции растениеводства в Республике Беларусь, первоосновой создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов, а их сохранение и эффективное использование способствует обеспечению продовольственной безопасности страны.

Список литературы

- 1. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [идр.]. Минск: Четыречетверти, 2019. 452 с.
- 2. Руководство поформированию, сохранению и изучению коллекций генетических ресурсов растений в генетическом банке семян: методические рекомендации / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс, [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Минск, 2018. 51 с.
- 3. Matys I. The national bank of plant genetic resources of Belarus // Plant breeding: Science for agricultural development: International Scientific Conference / Akademija, Kedainiai distr., Lithuania, 19–20 June, 2017. P. 22.
- 4. Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь // Страновой доклад. редкол.: Ф.И. Привалов (гл ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. Минск, 2016. 137 с. (6).

DOI 10.18699/GPB2020-102

Реализация генетического потенциала сортов пшеницы в разреженных посевах

Расулов Б.Р., к.с.-х.н., доцент кафедры основы агрономии и продовольственная безопасность.

Дангаринский государственный университет, город Дангара, Республика Таджикистан. e-mail: b.rasulov@mail.ru

В статье рассматривается роль густоты стояния растений в

реализации потенциальной продуктивности сортов мягкой пшеницы Добпый и Навруз в условиях Республики Таджикистан. Утсановлено, большая роль разреженных посевов на формирование наибольшего количества продуктивных стеблей у одного растения, а также элементов продуктивности колоса. Коэффицент продуктивной кустистости сортов пщеницы при норме высева 50 ит./м² семян достигает 4,46-4,56, а масса зерна одного колоса -1,5-1,83 г.

Ключевые слова: пшеница, сорт, густота стояния, выживаемость, масса колоса, кущение, продуктивность, урожайность.

Realization of genetic potential of wheat varieties in clean and combined crops

Rasulov Bakhtiyor Rahmonberdievich, Dangara State University, Dangara city, Republic of Tajikistan.

The article discusses the role of the density of plant standing on the realization of potential productivity of soft wheat varieties Dobpyy and Navruz in the conditions of the Republic of Tajikistan. The large role of sparse crops in the formation of the largest number of productive stems in one plant, as well as elements of ears productivity. The coefficient of productive tillering production of the wheat varieties at a sowing rate of 50 pcs/m² of seeds reaches 4.46–4.56, and the grain weight of one ears is 1.5–1.83 g.

Keywords: wheat, variety, thicknesses of standing, survival, weight of ears, tillering, productivity, yield.

Эколого-генетические конкурентоспособности исследования генотипов являются необходимым и перспективным направлением при определении стратегии адаптивной интенсивного селекции И растениеводства, разработке теории селекции, создании агротехники и в других практически важных областях селекции растений. Как известно, наличие одной черты может лимитировать возможный диапазон развития другой и генотип определяет пределы, в которых возможна его индивидуальная изменчивость, так как любой цикл пластичен и зависит от взаимодействия наследственности организма со средой его обитания [1].

Для налаживания эффективного производства пшеницы и увеличения урожайности этой культуры в Республике Таджикистан необходимо разработать перспективные пути и методы увеличения продуктивности растений при различных условиях возделывания. Следовательно, важно глубоко изучать биологию растений в полевых условиях, факторы их жизни, а также генетику количественных признаков растений в условиях изменения климата.

Согласно В.А. Драгавцева и др. [2] при изучении адаптивных норм

реакции растений, т.е. конкурентных взаимоотношений, применяются различные способы и методы, целью которых является выявление потенциального уровня продуктивности и создания устойчивого растениеводства. Большой интерес представляет также изучение взаимодействия генотип-среда, которое отражает колебания условий окружающей среды, которые в большинстве случаев являются непредсказуемыми и поэтому могут препятствовать реализации потенциальной продуктивности сорта.

Целью настоящих исследований являлось изучение генетического потенциала двух сортов мягкой пшеницы — Навруз и Добрый при различных нормах высева семян (50, 100 и 150 шт./м²) в отдельных и совместных посевах. Использованные нормы высева соответствуют расчету 0.5; 1.0 и 1.5 миллиона всхожих семян на 1 га. При этом коэффициент выживания растений составляет у сорта Добрый 70—76 %, у сорта Навруз 71—82 %.

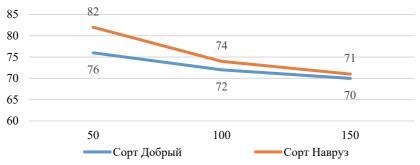


Рисунок 1. Коэффициент выживание растений у сортов пшеницы в зависимости от нормы высева семян (%)

Коэффициенты общей и продуктивной кустистости у сортов пшеницы в совместных агрофитоценозах, кроме густоты стояния растений, зависят и от компонентов смеси. В связи с этим при различном значении коэффициента общей кустистости растений продуктивная кустистость не меняется. Так у сорта Добрый при норме высева 50 шт./м² общая кустистость варьирует от 4,3 до 4,9 стеблей на одно растение, а продуктивная кустистость оказалась не изменной (4,2). У сорта Навруз при норме высева 100 шт./м² в чистом посеве коэффициент общей кустистости составлял 3,8, а в совместном посеве с сортом Юна этот показатель возрастал до 4,3 стеблей, в то время как коэффициент продуктивной кустистости растений у обоих вариантах оказался одинаковым и равным 3,0 стебля на одно растение (табл. 1).

 $Таблица\ 1$ — Коэффициенты кущения у сортов пшеницы в зависимостиот нормы высева семян (среднее за 1997—2000 гг.)

Сорт	Норма высева, шт./м ²	Число растений, шт./м ²	Общее кущение, шт./м ²	Общее число стеблей, шт./м ²	Продуктивное кущение, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²
	50	38,3±4,1	5,23±0,4	207±38,4	4,46±0,77	179±47
Добрый	100	73,3±9,5	3,96±0,0	283,6±42,5	3,13±0,41	233±46,6
	150	107±15,0	2,53±0,3	269±52,0	2,13±0,32	237,3±51,2
	50	40,6±2,3	5,7±1,5	232±60,3	4,56±1,03	188±50,8
Навруз	100	77,7±1,45	4,1±0,9	318,3±78,7	3,53±0,87	272,3±70,2
	150	100,7±15,4	3,5±1,0	362,3±119,7	2,7±0,76	292±94,3

При разреженных посевах (50 шт./м²) из 38 выживших растений у сорта Добрый в полевых условиях сформировалось 207 стеблей, в том числе 179 продуктивных стеблей. Эти показатели у сорта Навруз были несколько больше, что составило, соответственно, 232 и 188 стеблей (табл. 1) По мере увеличения нормы высева семян закономерно возрастало число общих и продуктивных стеблей на 1 м^2 у обоих сортов пшеницы.

Большой интерес представляет генетический потенциал изученных сортов по коэффициенту общей и продуктивной кустистости, что при низкой норме высева семян (50 шт./m^2) достигает $5,23 \text{ и } 4,46 \text{ у сорта Добрый и } 5,7 \text{ и } 4,56 \text{ у сорта Навруз, соответственно. Эти данные свидетельствуют о том, что в полевых условиях каждое растение может формировать <math>5-6$ стеблей, в том числе 4-5 продуктивных.

Таким образом, максимальное количество продуктивных стеблей формировалось при норме высева 150 шт./м² семян (1,5 млн/га), что у сорта Навруз при коэффициенте продуктивного кущения 2,7 достигало 292 колосоносных стеблей. На формирование оптимального числа продуктивных стеблей (число колосоносных стеблей) большое влияние оказывает густота стояния растений. Кроме того, этот показатель зависит от генетической природы сорта, структуры почвы и т.д. Известно также, что уменьшение густоты стояния растений оказывает отрицательное влияние на взаимосвязь между числом общих и продуктивных стеблей на единицу посевной площади.

В полевых условиях норма высева семян оказала большое влияние на реализации генетического потенциала сортов пшеницы по признакам продуктивности колоса. При этом важное значение имеют и генетические особенности самого сорта. Так, масса колоса у сорта Добрый составляет 2,23–2,56 г, у сорта Навруз 1,8–2,06 г, имея снижение при нормах высева 100 и 150 шт./м² семян. Такое изменение характерно и для массы зерна одного

колоса (табл. 2).

Таблица 2 – Биомасса признаков продуктивного стебля у сортов пшеницы в

зависимости от нормы высева семян (среднее за 1997–2000 гг.)

	Норма	Масса кол	поса, г	Масса зерна одно	ого колоса., г.
Сорта	высева семян, шт./м ²	среднее арифметическое	коэффициент вариации	среднее арифметическое	коэффициент вариации
Добрый	50	2,56±0,37	25,16	1,83±0,28	26,7
	100	2,23±0,24	38,6	1,6±0,17	18,7
	150	2,23±0,08	6,77	1,56±0,03	3,72
Навруз	50	2,06±0,23	19,26	1,5±0,25	29,06
	100	1,8±0,19	18,6	1,3±0,25	33,5
	150	1,8±0,06	24,2	1,3±0,24	32,2

При перерасчете массы зерна с единицы площади ($\rm M^2$) можно наблюдать непосредственное влияние густоты стояния растений на формирование урожая зерна пшеницы (рис. 2). Графическое изображение двух показателей продуктивности – число продуктивных стеблей (ЧПС) и масса зерна ($\rm M3$) с 1 $\rm M^2$ показывает стабильное и сходное их возрастание по мере увеличения густоты стояния растений у изученных сортов пшеницы Добрый и Навруз.

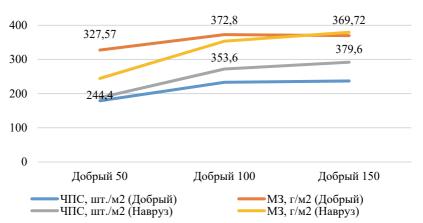


Рисунок 2. Соотношение числа продуктивных стеблей и массы зерна на еденицу площади (1m^2) .

Таким образом, результаты исследований показывают прямую зависимость реализации генетического потенциала продуктивности сортов пшеницы при разреженных посевах. Даже несмотря на значительно низкую

густоту стеблестоя по отношению к рекомендованной в производстве норме (5 млн. всхожых семян на 1 га) можно получить хороший урожай за счет реализации потенциальной продуктивности колоса у интенсивных сортов.

Список литературы

- 1. Бигон М. Экология / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд // Ч. 2. –М., 1989. С. 7.
- 2. Драгавцев В.А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В.А. Драгавцев, Р.А. Цильке, Б.Г. Рейтер // Новосибирск: Наука, 1984.-230 с.
- 3. Драгавцев В.А. Генетика количественных признаков растений в решении селекционных задач: Автреф. дис....доктор биол. наук. М.: Инст-и общей генетики АН СССР, 1984. 33с.

DOI 10.18699/GPB2020-103

Действие нанополимерных препаратов на активность ферментов в проростках семян пшеницы и сои

Рашидова Д.К.* I , д.с.-х.н., с.н.с., Амантурдиев Ш.Б. 2 , к.с.-х.н., докторант. I НИИССАВХ, Ташкент, Узбекистан:

В статье приводятся результаты анализа активности ферментов и содержания белка в проростках пшеницы и сои, семена которых обработаны нанополимерными препаратами. Наночастицы хитозана индуцировали активность ферментов — пероксидазы и полифенолоксидазы, а также увеличивали общее содержание белка в прорастающих семенах. Повышенная активность ферментов подтверждается снижением содержания белка в прорастающих семенах. Физиологические и биохимические исследования показывают, что наночастицы хитозана усиливают рост проростков пшеницы и сои, а также устойчивость к патогенам за счет более высокой активности пероксидазы.

Ключевые слова: семена, проростки, ферменты, белки, сорт, нанополимерные препараты, хитозан, пшеница, соя.

Effect of nanopolymer preparation on the activity of enzymes on seedlings of wheat seeds and soybean

Rashidova Dilbar Karimovna, Doctor of Agricultural Sciences Cotton Breeding, Seed Production and Agritechnologies Research Institute e-mail:Etoile111@yandex.ru Tashkent, Uzbekistan; Amanturdiev Shavkat Balkibayevich Tashkent State Agrarian University,

²ТашГАУ, Ташкент, Узбекистан.

^{*}e-mail: Etoile111@yandex.ru

doctorant Tashkent, Uzbekistan.

The article presents the results of analyzes of enzyme activity and protein content on wheat and soybean seedlings, seeds treated with nanopolymer preparations. Chitosan nanoparticles induced enzyme activity – peroxidase and polyphenol oxidase, and also increased the total protein content in germinating seeds. Increased enzyme activity is confirmed by a decrease in protein content in germinating seeds, respectively. Physiological and biochemical studies show that chitosan nanoparticles enhance the growth of wheat and soybean seedlings, as well as resistance to potogens due to higher peroxidase activity.

Key words: seed, sprout, enzyme, protein, variety, nano-polymer preparations, chitosan, wheat, soybean.

Ферменты — биологические катализаторы белковой природы, обладающие высокой специфичностью, т.е. ускоряющие течение определенных биохимических реакций и играющие важнейшую роль в процессах обмена веществ. Изучение ферментов и механизма их действия — одна из основных проблем биологической химии. Активность ферментов в растениях непостоянна и зависит от вида и органа растений, времени суток, температуры и влажности, при которой выращиваются растения, условий питания и от ряда других факторов. В зависимости от изменения активности ферментов изменяется интенсивность и направленность биохимических процессов, что в конечном счете приводит к изменению величины урожая и химического состава растений.

Применение нанополимерных препаратов в сельском хозяйстве является предметом интенсивных исследований и разработок. Положительные результаты применения различных наноматериалов способствовали дальнейшему использованию этой технологии. Большинство наноматериалов, используемых в сельском хозяйстве для выращивания и защиты растений, основаны на металлах [1]. Наноматериалы на основе биополимера, имеющие определенные исключительные характеристики, такие как биоразлагаемость и биосовместимость, могут быть использованы в сельском хозяйстве. Хитозан, аминополисахарид, полученный из хитина, используется в различных областях, включая сельское хозяйство [2]. Кроме того, было начато изучение преимущества нанотехнологических инноваций для изучения синтеза различных наночастиц на основе хитозана [3–8]. Более ранние результаты были исследованы в *in vitro*. Исследования *in vivo* показали существенное влияние наноматериалов на основе хитозана на рост и защиту растений. [6, 7, 9–11].

Ферменты широко распространены в животных и растительных клетках, участвуют в фотосинтезе, энергетическом обмене, в трансформации пероксидов и веществ, чужеродных организму. Нами в лабораторных условиях была изучена активность некоторых ферментов в семидневных проростках семян пшеницы и сои. $\it Taблица 1$ — Определение активности ферментов в проростках семян пшеницы сорта Дустлик, обработанных различными полимерными нанопрепа-

ратами

			1,		В	% к контро	олю
Nº	Варианты	Пероксидаза, мг/кг	Полифенол-ок- сидаза, мг/кг	Белки	Пероксидаза	Полифенол- оксидаза	Белки
1	Контроль	12,66	6,77	53,17	-	-	-
2	Далброн (эталон)	5,52	3,85	88,22	46,6	56,9	165,9
3	УЗХИТАН (эталон)	6,39	3,61	88,62	50,4	53,3	166,7
4	ПМКСи ²⁺ : Ад	7,31	3,92	86,65	57,7	57,9	163,0
5	ПМКСи ²⁺ : Ag	6,77	3,75	98,47	53,5	55,4	185,2
6	Купрумхит	8,46	4,06	78,77	66,8	60,10	148,1
7	НаноАХЗ	10,05	5,08	63,02	79,4	75,0	118,5
8	НаноХЗ	7,18	3,31	90,59	56,7	48,9	170,4
9	Сукцинат	9,76	4,74	59,08	77,1	70,0	111,1

Полученные данные (табл. 1) показывают, что активность ферментов пероксидазы проявила себя в контрольном варианте и составила 12,66, что в 2 и более раза выше, чем у семян, обработанных Далброн 5,52 и УЗХИТА-Ном. В семенах пшеницы положительно влияют на активность пероксидазы препараты НаноАХЗ 10,5 и Сукцинат — 9,76.

Наибольшая активность фермента полифенолоксидазы имели проростки контрольных семян 6,77, а наименьшую активность семена обработанные НаноАХЗ, УЗХИТАН, ПМКСи²⁺:Ад в различном соотношении.

По активности белков семена контрольного варианта имели наименьшую активность 53,17. А наибольшую активность имели семена обработанные $\Pi M K C u^{2+} A g - 98,74$ и нанохитозан -90,59.

Таблица 2 – Определение активности ферментов в семидневных проростках семян сои сорта Селекта-302, обработанных различными нанопрепаратами

	•		си-	•	В %	6 к контр	олю
No	Варианты	Пероксидаза, мг/кг	Полифенол-окси- даза, мг/кг	Белки	Пероксидаза	Полифенол- оксидаза	Белки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Контроль	6,65	2,98	106,34	-	-	-
2	Узгуми (эталон)	13,90	3,93	55,14	209,0	131,9	51,8
3	УЗХИТАН (эталон)	4,94	2,40	165,42	74,3	80,5	155,6
4	ПМКСи ²⁺ : Ад	6,49	2,82	106,34	97,6	94,6	0

1	2	3	4	5	6	7	8
5	ПМКСи ²⁺ : Ад	6,77	2,65	118,16	101,8	88,9	111,1
6	Хитозан	5,92	2,06	118,1	89,0	69,1	111,1
7	Нанохитозан	7,89	3,42	86,65	118,6	112,8	81,5
8	Аскорбатхитозан	11,85	2,26	157,54	178,2	75,8	148,1
9	НаноАХЗ	8,46	3,62	70,89	127,2	121,5	66,7

Данные (табл. 2) показывают, что наибольшая активность фермента пероксидазы обнаружена в варианте, где семена сои обработаны Узгуми — 13,90, что более чем в 2 раза выше контрольного варианта. Также выше контрольного варианта оказались проростки семян, которые обработаны УЗХИ-ТАНом, Хитозаном, Нанохитозаном и ПМКСи $^{2+}$:Аg (в различном соотношении).

Активность фермента полифенолоксидазы также наблюдалась в более высокой степени у семян, обработанных Узгуми 3,93, а в самой низкой – у семян, обработанных Хитозаном 2,06, или в 1,9 раза меньше.

По активности белков наименьшее количество обнаружено в семенах, обработанных Узгуми – 55,14, что почти в 3 раза меньше чем у семян, обработанных УЗХИТАНом – 165,42 и почти в 2 раза ниже обработанных Аскорбатхитозаном, хитозаном, ПМКСи²⁺:Ag.

Списоклитературы

- 1. Vinod Saharan, Kumaraswamy R.V., Ram Chandra Choudhary, SaritaKumari, Ajay Pal, Ramesh Raliya, and PratimBiswasJ. Cu-Chitosan Nanoparticles Mediated Sustainable Approach to Enhance Seedling Growth in Maize by Mobilizing Reserved Food. Agric. Food Chem.2016, p. 1–30.
- 2. Dzung, N.A.; Khanh, V.T.P.; Dzung, T.T. Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. CarbohydratePolymers 2011, 84, 751–755.
- 3. Brunel, F.; El Gueddari, N. E.; Moerschbacher, B. M. Complexation of copper (II) with chitosan nanogels: Toward control of microbial growth. Carbohydrate Polymers 2013, 92, 1348–1356.
- 4. Jaiswal, M.; Chauhan, D.; Sankararamakrishnan, N. Copper chitosan nanocomposite: synthesis, characterization, and application in removal of organophosphorous pesticide from agricultural runoff. Environmental Science and Pollution Research 2012, 19, 2055–2062.
- 5. Chandra, S.; Chakraborty, N.; Dasgupta, A.; Sarkar, J.; Panda, K.; Acharya, K. Chitosan nanoparticles: A positive modulator of innate immune responses in plants. Scientific Reports 2015.
- 6. Saharan, V.; Sharma, G.; Yadav, M.; Choudhary, M. K.; Sharma, S.; Pal, A.; Raliya, R.; Biswas, P. Synthesis and *in vitro* antifungal efficacy of Cu-chitosan-nanoparticles against pathogenic fungi of tomato. International Journal of Biological Macromolecules 2015, 75, 346–353.
- 7. Xing, K.; Shen, X.; Zhu, X.; Ju, X.; Miao, X.; Tian, J.; Feng, Z.; Peng, X.; Jiang, J.; Qin, S. Synthesis and *in vitro* antifungal efficacy of oleoyl-chitosan nanoparticles against

plant pathogenic fungi. International Journal of Biological Macromolecules 2016, 82, 830-836.

- 8. Tan, C.; Xie, J.; Zhang, X.; Cai, J.; Xia, S. Polysaccharide-based nanoparticles by chitosan and gum arabic polyelectrolyte complexation as carriers for curcumin. Food Hydrocolloids 2016, 57, 236–245.
- 9. Van, S. N.; Minh, H. D.; Anh, D. N. Study on chitosan nanoparticles on biophysical characteristics and growth of Robusta coffee in green house. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 2013, 2, 289–294.
- 10. Saharan, V.; Mehrotra, A.; Khatik, R.; Rawal, P.; Sharma, S.; Pal, A. Synthesis of chitosan based nanoparticles and their *in vitro* evaluation against phytopathogenic fungi. International Journal of Biological Macromolecules 2013, 62, 677–683.
- 11. Manikandan, A.; Sathiyabama, M. Preparation of Chitosan nanoparticles and its effect on detached rice leaves infected with Pyriculariagrisea. International Journal of Biological Macromolecules 2016, 84, 58–61.

DOI 10.18699/GPB2020-104

Статус и вариабельность серы (S и N:S) в зерне сортов яровой мягкой пшеницы

Савин Т.В. 1 *, к.б.н.; Абугалиева А.И. 2 , д.б.н., профессор; Чакмак И. 3 , профессор. ^{1}TOO «Карабалыкская СХОС», пос. Научное, Казахстан;

²ТОО КазНИИЗиР», Алмалыбак, Казахстан;

³Сабанчи Университет, Стамбул, Турция.

*e-mail: savintimur 83@mail.ru

Статус серы (содержание серы и соотношение N:S) детерминирован генотипически (сорт) и зависит от условий региона возделывания. Выявлены регионы и сорта дефицитные и критичные по содержанию серы, что влияет на формирование качества зерна яровой пшеницы.

 $\mathit{Ключевые}$ слова: Cepa , $\mathit{N:S}$, качество зерна, сортовой генофонд, яровая пшеница.

S and N:S in the grain quality classification in spring wheat cultivars

Savin T.V., PhD, Karabalyk Research Station LPP, savintimur_83@mail.ru Abugalieva A.I. prof., Kazakh research Institute of Agricultural Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan

Chakmak I, prof, Sabanchi University, Istanbul, Turkey.

Sulfur status (sulfur content and N: S ratio) is genotypically determined (type) and depends on the conditions of the cultivation region. Identified regions and varieties deficit and reviews of sulfur content, which affects the quality of spring wheat grain.

Sulfur, N: S, grain quality, varietal gene pool, spring wheat.

Известно, что питательный режим пшеницы серой (S) оказывает важное влияние на хлебопекарные свойства муки, через существенную роль дисульфидных связей в обеспечении функциональности клейковины. Значение S-S связей связано со свойствами упругости и эластичности и балансом формирования S-бедных белков (ω -глиадины, BMC-глютенины) и S-богатых (α , γ -глиадины и HMC-глютенины), в том числе на уровне глиадиновых биотипо [цит 1].

Потребность пшеницы в сере не так велика: порядка 20 кг S/га для среднего урожая 8 т/га. В ряде работ показан статус S (содержание S и соотношение N:S) как важного фактора влияющего на хлебопекарные качества муки. В то же время A.R.Wooding et. al. [цит 1] считают, что для хлебопекарных свойств N:S=12,5:1 является оптимумом, а при >13:1 требуются дополнительные затраты на перемешивание теста. Структурно 1 часть S требует 15 частей N. Если S в дефиците вследствие применения N удобрений, аккумуляция непротеиновых компонентов, таких как амиды приводит к увеличению N:S к более чем 15:1. Сравнение суммарного N и S и белкового N:Sпозволяет получить полезную информацию о питательном балансе между N и S в растениях и использовать в диагностике статуса S. Отмечена тенденция, что со временем уменьшается содержание S (1992–1993 – 1,35 мг/г, 1981–1982 – 1,72 мг/г) и N:S возрастает с 12:1 и до 16:1. Содержание S в лимите на втором месте после N (например, на севере Германии). Критически дефицитным считается содержание S 1,2 мг/г и 17:1 (N:S) [цит 1].

Цель исследований: определить статус S (содержание S и соотношение N:S) в зерне коммерческих и перспективных сортов пшеницы в яровосеющих регионах Казахстана.

Материал и методы исследований: зерно 1550 образцов сортов яровой мягкой пшеницы различного происхождения, испытываемые в Казахстане.

Полевые методы и методы отбора проб, согласно ГОСТ 13586.3-83; содержание протеина — ГОСТ 10846-91. Содержание S в зерне и в муке определены методами атомной адсорбции и спектральным: индуктивно плазменно-атомной эмиссионной спектрометрии (ICPAES) на базе Сабанчи Университета г.Стамбул, Турция.

В Казахстане ранее изучены коммерческие и перспективные сорта озимой мягкой пшеницы со спектром изменчивости серы (1005-1818 мг/кг) в зерне в зависимости от сорта и региона, и соотношения N:S18,6:1 до 20,9:1 на фоне диких сородичей и гибридов с ними [1], в сравнительном плане с пшеницами Средней Азии. По яровой мягкой и твердой пшенице изучены синтетики на фоне диких сородичей и сортов , дигаплоидные линии популяции CSxSQ [2] в условиях Юго-востока и в сети КАСИБ в условиях 4-ех регионов Казахстана.

Известно, что качество белка зависит от содержания S-S связей и в целом содержания серы. Анализ DH-линий позволил выявить повышенное содержание S (более 2000 мг/кг) в сравнении с районированными сортами яровой пшеницы в Казахстане. Причем, выявлены линии стабильно формирующие высокий уровень S (DH-9; DH-54) во всех условиях и DH-128 в условиях богары. Вклад генетического фактора на формирование S в зерне достигает 94 %.

Яровые синтетики отличались широким диапазоном изменчивости содержания серы в зерне в повышенном фоне (1740–2506 мг/кг) для Казахстанская р/с х T. timopheevii и практически для всех гибридов с T. timopheevii (2443 мг/кг) и T. militinae (2275 мг/кг) [1].

Анализ сортового генофонда по содержанию \bar{S} в зерне яровой мягкой пшеницы выявил варьирование от 1179 мг/кг до 2359 мг/кг для сорта Павлодарская 93 в условиях Алгинского ГСУ, ЗКО.

Регионы дифференцированы по содержанию S в зерне на группы: 1) с высоким содержанием серы в минимальных, максимальных и средних значениях: Сырымский (1634—2176 мг/кг); Шалакынский (1530—2021 мг/кг); Зеленовский (1544—1943 мг/кг); Жана-Аркинский (1518—2021 мг/кг), Павлодарский (1541—1954 мг/кг); 2) с низким содержанием серы в регионах Мартукский (1179—1653 мг/кг при срднем 1376 мг/кг); Каркаралинский (1291—1537 мг/кг) при среднем 1360 мг/кг); Иртышский (1273—1594 мг/кг при среднем 1400 мг/кг) и Новопокровский (1249—1691 мг/кг при среднем 1435 мг/кг).

Абсолютно максимальными значениями выше 2000 мг/кг содержанием серы выделяются сорта: Павлодарская 93, Казахстанская раннеспелая, Актюбе 39, Лютесценс 32, Саратовская 29. Абсолютно минимальные значения характерны для сортов Вера, Бражинская, Карабалыкская 92, Саратовская 55, Целинная 26 и Алтайская 60 (табл. 1).

Tаблица 1 — Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы по содержанию S в зерне и его изменчивости в зависимости от условий и репродукции

	OB				Доля	геноти	пов с с	одержан	нием S
Сорт	Число образцов	min	max	среднее	> 2000	1999- 1800	1799- 1600	1599- 1400	1399- 1200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Астана	9	1369	1986	1728	-	33,0	45,0	11,0	11,0
Алтайская 50	2	1654	1862	1758		50,0	50,0	-	-
Алтайская 60	4	1299	1648	1472	-	ı	25,0	50,0	25,0
Бражинская	3	1228	1545	1413	•	ı		67,0	33,0
Bepa	3	1232	1454	1378	-	-	-	67,0	33,0
Карабалыкская 92	6	1284	1574	1396	•	ı		50,0	50,0
Казахстанская раннеспелая	18	1348	2021	1651	6,0	11,0	44,0	33,0	6,0
Лютесценс 32	5	1495	1964	1800	-	60,0	20,0	20,0	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Павлодарская 93	9	1270	2359	1692	22,0	11,0	11,0	34,0	22,0
Саратовская 29	18	1278	2021	1615	6,0	11,0	33,0	28,0	22,0
Саратовская 55	6	1250	1640	1460	-	-	17,0	50,0	33,0
Целинная 26	7	1260	1710	1473	-	-	29,0	29,0	42,0

Критичность и дефицит серы в зерне рассматривается по соотношению с азотом: это соотношение 17:1 до 19:1 и более. Дифференциация регионов затруднительна по данным ГСИ, т.к. в испытании задействованы разные сорта.

В отдельных географических точках максимальные значения N:S превышают порог дефицита для некоторых сортов: это Есильский (19,8:1); Щучинский (19,9:1) и Костанайский ГСУ.

В диапазон критичного значения N:S (17-19:1) попадают регионы Новопокровский (60 % всех генотипов в этой точке); Камышинский (57 %); Шортандинский (50 %); Щучинский (36 %); Рузаевский (25 %); Жаксынский (29 %).

Таким образом, по соотношению N:S (17-19:1) к критичным по содержанию S можно отнести Нопокровский, Камышинский, Шортандинский и Щучинский ГСУ, в условиях которых зерно 43–60 % сортов отличаются дефицитом серы. Для Новопоровского ГСУ это согласуется с данными по содержанию S в зерне. Для Иртышского, Каркаралинсколго и Мартукского, минимальные значения S (1200 мг/кг) являются не критичными, т.к. соотношения N:S находится в оптимуме до 17:1.

Сорта с максимальным значением N:S выше чем 19:1 в данном испытании это: Росинка 3, Омская 24 (19,9:1); Омская 18 (19,8:1); Карабалыкская 90 (19,2); Дарина (18,8:1) и Казахстанская 19 (18,5:1). Последние 2 сорта характеризуются высокой долей генотипов с дефицитом серы по минимальным и средним значениям (табл. 3). Достаточно высокая доля генотипов с дефицитом серы формируется для сортов Шортандинская 95 улучшенная (40 %); Росинка 3 и Любава (25 %); Лютесценс 694 (33 %); Карабалыкская 90 (29 %) и Кенжегали (31 %).

Таблица 2 — Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы по содержанию N:S в зерне и его изменчивости в зависимости от условий и репродукции

Comm	Число		*** ***		Доля	генотипо:	в с N:S
Сорт	образцов	mın	max	среднее	13-15	15,1-17,0	17,1-19,0
1	2	3	4	5	6	7	8
Дарина	7	17,0	18,8	17,9	-	14	86
Карабалыкская 90	17	14,2	19,2	16,1	6	65	29
Казахстанская 19	4	16,7	18,5	17,6	-	25	75
Кенжегали	3	15,0	18,0	16,4	33	33	34
Любава	12	13,9	18,3	15,7	50	25	25
Омская 18	20	13,3	19,8	15,5	40	40	20

1	2	3	4	5	6	7	8
Омская 24	9	14,7	19,9	16,2	22	67	11
Росинка 3	8	14,4	19,9	16,2	25	50	25
Шортандинская 95 улучшенная	5	15,0	17,5	16,3	20	40	40

Выводы. Содержание серы и соотношение N:S детерминировано генотипически и зависит от условий региона возделывания. Выявлены регионы и сорта дефицитные и критичные по содержанию серы, что влияет на формирование качества зерна яровой пшеницы. Соответственно, применение удобрений для улучшения качества зерна и муки должно учитывать специфичность генотипа, среды и их взаимодействия в рамках разработки сортовых технологий [3].

Список литературы

- 1. Abugalieva A., Savin T., Chakmak I., Kozhakhmetov K., Chudinov V., Morgunov A. Grain mineral composition of introgressive wheat-wild forms in breeding of spring wheat on the nutritional properties // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan, series of Agricultural sciences. Vo., N.1. 2019. P. 27–38.
- 2. Абугалиева А.И., Абугалиева С.И., Кворри С.А., Туруспеков Е.К., Чакмак И., Савин Т.В., Ганеев В.А. Содержание Fe, Zn и S в зерне популяции дигаплоидных линий мягкой пшеницы Chinese spring x SQ1 // Вавиловский журнал генетики и селекции. − 2012. − Т. 16. − № 4/2. − С. 894–901.
- 3. Hrivna L., Kotkova B., Buresova L. Effect of sulphur fertilization on yield and quality of wheat grain // Cereal Research Communications. 2015. 43: 344–352.

DOI 10.18699/GPB2020-105

Изучение исходного материала сортообразцов чечевицы в условиях Алматинской области

Сайкенова $A.Ж.^{1*}$, м.н.с.; Кудайбергенов М.С. 1 , д.б.н., г.н.с.; Дидоренко С.В. 1 , к.б.н., зав. отделом зернобобовых культур; Сайкенов Б.Р. 2 , к.с.-х.н., профессор. ^{1}TOO «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», с. Алмалыбак, Республика Казахстан;

²Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан.

*e-mail: alma.arai@mail.ru

В статье приведены результаты изучения 35 зарубежных и отечественных сортов и сортообразцов чечевицы в условиях Алматинской области. Приводятся данные по фазам развития и признакам продуктивности чечевицы. Также выделены образцы по хозяйственно-ценным признакам и свойствам, которые можно использовать в селекционных программах.

Ключевые слова: чечевица, трансферт, сортообразец, сорт, урожайность.

The study of the legal variety initial material in the conditions of the Almaty region

¹ Saikenova A.Zh. Junior Researcher, ¹Kudaibergenov M. S. Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, ¹Didorenko S.V. Candidate of Biological Sciences, The head of department of leguminous crops, ²Saikenov B.R. Candidate of Agricultural Sciences, Professor.

¹ LLP "The Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing", v.Almalybak, Kazakhstan, alma.arai@mail.ru

²Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan.

The article presents the results of a study of 35 foreign and domestic varieties and varieties of lentils in the conditions of the Almaty region. Data are provided on the phases of elaberation and signs of lentil productivity. Samples were also highlighted for economically valuable traits and properties that can be used in breeding programs.

Key words: lentils, transfer, variety sample, variety, productivity.

Для Юго-Восточного региона Республики большую перспективу на ряду с пшеницей, сахарной свеклой, кукурузой, соей и др., может иметь ценная бобовая культура чечевица — культура разностороннего использования (пищевого, кормового и технического). Ценность этой культуры заключается еще в том, что она легче переносит временный недастаток влаги, чем другие бобовые культуры. Внедрение чечевицы в производство является частью диверсификации. По количеству белка чечевица занимает второе место после сои и превышает по данному показателю горох, нут, фасоль [1, 2].

Как зерновая бобовая культура чечевица обладает способностью в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать азот воздуха, вовлекая его в биологический круговорот [3].

Чечевица не накапливает в себе вредных и токсичных элементов нитратов, радионуклидов. Благодаря этому чечевица, выращенная в любой точке земного шара, может считаться экологически чистым продуктом [4].

К числу основных недостатков современных сортов чечевицы относятся низкая нестабильная урожайность, недостаточная технологичность (низкостебельность), низкое прикрепление нижних бобов, полегаемость, чувствительность к гербицидам, неравномерность созревания, растрескивание бобов и осыпание семян [5].

В связи с этим, главная роль в расширении ареала возделывания чечевицы принадлежит селекции, т.е. созданию новых высокопродуктивных сортов, устойчивых к стрессовым факторам среды, с хорошим качеством продукции. А успех селекционных исследований главным образом зависит от

изучения и подбора исходного материала для создания новых форм. Целью данного исследования является трансферт и экологическое изучение, лучших высокоурожайных, устойчивых к стрессовым факторам среды с хорошим качеством продукции отечественных и зарубежных сортов и сортообразцов чечевицы.

В качестве материала исследований подобраны 35 лучших зарубежных сортообразцов чечевицы (России, Украины, Канады, Таджикистана, Сирии, Эквадора, Турции, Армении, Болгарии, Германии) (19 крупносемянных и 16 мелкосемянных сортов и сортообразцов чечевицы).

Опыт заложен 20 марта 2019 г. по методике Б.А. Доспехова, рандомизированно, размер делянки 10 м² [6]. Через каждые 5 номеров стандартный сорт Веховская для крупносеменных и Павлодарская для мелкосеменных сортообразцов чечевицы. Фенологические наблюдения и оценку осуществляли в соответсвии с «Методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур» [7]. Анализ элементов продуктивности проводился по методике изучения коллекции зернобобовых культур (высота растения, высота прикрепления нижнего боба, количество боковых ветвей, количество бобов с растения, масса с растения, масса 1000 семян) [8]. Уборка проводилась прямым комбайнированием.

Изучены фенологические фазы развития в условиях неполивного стационара ТОО «КазНИИЗиР». Всходы отмечены 4 апреля, всходы были дружные, от посева до всходов 14 дней. Фаза полного цветения отмечалась с 30 мая по 5 июня, что составило от всходов до цветения 56–62 дней. Фаза налива бобов отмечена с 9 июня по 13 июня. Фаза созревания с 28 июня по 8 июля. Вегетационный период колебался от 86 до 96 дней.

В ходе исследования были изучены основные хозяйственно-ценные признаки отечественных и зарубежных сортоообразцов чечевицы: продолжительность вегетационного периода, высота растений, высота прикрепления нижних бобов, количество бобов с растения, масса 1000 семян (таблица).

 $\it Tаблица\ 1$ — Характеристика отечественных и зарубежных сортоообразцов чечевицы по хозяйственно — ценным признакам

№	Наименование образца	Высота, см	Высота прикрепления , нижнего боба, см	Кол-во боковых ветвей, см	Кол-во продуктивных узлов, шт.	Кол-во бобов растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
				,	V	,	0	,
			носемяні		v	,		,
1	Веховскаястандарт		l .		12,5	25,3	2,6	64,9
1 2	Веховскаястандарт Аида	Круп	носемяни	ње		•		
1 2 3		Круп 44,3	носемяни 23,6	ные 4,4	12,5	25,3	2,6	64,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	4605	44,4	22,0	3,9	19,9	39,1	3,4	60,0
6	Шырайлы	39,1	17,9	3,4	21,3	38,4	2,0	60,0
7	Роза	39,6	22,4	4,4	19,0	37,7	2,7	66,5
8	Лугочанка	37,2	18,7	3,6	22,3	37,6	2,5	56,5
9	39230	35,3	13,8	3,9	17,4	37,3	2,5	62,0
10	Светлая	36,4	17,0	5,0	19,1	35,1	2,7	65,0
11	538	42,6	17,2	3,9	19,4	35,0	2,1	44,5
12	Рауза	39,3	14,1	3,7	22,4	34,4	3,4	58,0
13	LC04600068L	36,0	19,9	4,7	18,6	31,0	2,7	60,0
14	894	32,6	15,0	5,1	15,9	30,1	2,8	38,0
15	LC046000103L	40,6	18,6	4,1	13,7	26,4	2,7	71,0
16	LC046000156L	37,6	18,7	3,9	13,7	25,1	2,5	67,0
17	39212	40,4	16,7	4,9	12,0	21,1	2,0	59,0
18	LC046000150L	39,0	21,6	4,6	9,0	10,6	1,1	68,7
19	LC046000246L	43,4	24,8	3,8	9,0	10,6	1,1	68,2
		Мел	косемянн	ые				
20	Павлодарская стандарт	32,7	15,8	4,3	24,7	46,7	2,3	34,3
21	Степная	42,0	20,6	2,6	36,4	65,0	4,1	24,0
22	Вайсрот	37,8	18,1	2,9	25,3	55,9	3,1	28,5
23	Уаис Роуд	37,6	21,2	4,1	26,8	55,7	2,8	30,0
24	2030	40,5	18,4	3,7	27,6	53,7	3,1	22,0
25	K-184	40,4	19,4	4,4	24,6	51,4	2,6	24,5
26	K-244	38,8	16,1	4,1	26,7	49,4	2,6	24,0
27	2789	44,4	18,6	3,1	24,4	46,3	2,3	29,0
28	Д-31	33,6	16,3	3,5	20,4	44,7	2,8	35,0
29	Крапинка	26,5	10,1	4,2	22,6	42,2	3,3	34,5
30	Канадская красная	33,9	17,6	4,6	25,3	39,6	2,1	33,0
31	907	37,4	16,1	3,4	17,4	34,6	1,9	25,0
32	LC04600064L	40,4	20,4	4,2	17,0	32,4	1,8	23,5
33	Таджикская	35,4	14,3	4,0	18,9	31,1	2,3	31,5
34	2037	42,4	19,8	3,0	15,2	27,3	2,2	28,5
35	1460	38,4	18,6	5,4	13,9	25,7	2,0	30,0

По результатам структурного анализа по высоте растений выделились следующие крупносемянные сортообразцы: 4605-44,4 см, LC046000246L – 43,4 см, 538-42,6 см, а по мелкосемянным образцам: 2789-44,4 см, 2037-42,4 см, Степная – 42,0 см, 2030-40,5 см, K-184-40,4 см, LC04600064L – 40,4 см, K-244-38,8 см, 1460-38,4 см, Вайсрот –37,8 см, Уайс Роуд – 37,6 см, 907 – 37,4 см, Таджикская – 35,4 см.

По высоте прикрипления нижних бобов среди крупносемянных, можно выделить: LC046000246L - 43,4 см, Po3a - 22,4 см, 4605 - 22,0 см, LC046000150L - 21,6 см, Анфия - 20,8 см, 840 - 20,2 см, а в мелкосемянной группе: Уайс Роуд - 21,2 см, Степная - 20,6 см, LC04600064L - 20,4 см. По количеству бобов с растения превосходили стандарт среди крупносемянных:

Аида, Анфия, 840, 4605, Шырайлы, Роза, Лугочанка, 39230, Светлая, 538, Рауза, LC04600068L, 894, LC046000103L, а среди мелкосемянных: Степная, Вайсрот, Уаис Роуд, 2030, K-184, K-244.

По массе 1000 семян сортообразцы чечевицы разделили на 2 группы: крупносемянные (38,0–71,0 г) и мелкосемянные (22,0–35,0 г). По массе 1000 семян среди крупносемянных выделились: LC046000103L, LC046000150L LC04600068L, LC046000246L, LC046000156L, Posa, Светлая, 840, 39230, Анфия, Аида, 4605, а в группе мелкосемянных: Д-31, Крапинка.

Список литературы

- 1. Лузина З.А. Каталог справочник мировой коллекции ВИР / Под ред.Н.Р. Иванова. Л., 1964. Вып.20. 108 с.
- 2. Татаринцев А.И. Современное состояние и перспективы возделывания чечевицы // Научные труды ВНИИЗБК. Орел, 1966. Т.1. С. 19–26.
- 3. Шевцова Л.П., Марухненко А.И. Зерновая и симбиотическая продуктивность чечевицы на черноземах южных в зависимости от бактериальных препаратов и микроэлементов // Материалы международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения 2011». Саратов: Издательство «Кубик», 2011. С. 70—73.
- 4. Рынок чечевицы России в 2011–2013 гг., январе-марте 2014 года [Электронный ресурс], Режим доступа: http://www.stgetman.narod.ru/checheva.html.
- 5. Сорокин С.И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье: 06.01.09 «Растениеводство»: дисс. на соиск. учен.степ, д-ра с.-х. наук / Станислав Иванович Сорокин. Саратов, 2009. С. 439.
 - 6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.
- 7. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынцев С.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указ. // СПб: ВИР, 2010. С. 142.
- 8. Корсаков Н.И., Макашева Р.Х., Адамова О.П. Методика изучения коллекции зернобобовых культур // Л.: ВИР, 1968. С. 175.

DOI 10.18699/GPB2020-106

Результаты изучения коллекции голозерного ячменя в условиях Предгорной зоны Алматинской области

Сариев Б.С., д.б.н.; Абугалиева А.И., д.б.н., профессор; Баймуратов А.Ж., к.с.-х.н.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алмалыбак, Казахстан.

*e-mail: kazniizr@mail.ru

В настоящее время в Казахстане практически отсутствуют сорта тонкопленчатого и голозерного ячменя. В связи с этим особую актуальность приобретает создание тонкопленчатых и голозерных сортов ячменя

с высоким уровнем урожайности, и особое значение приобретает создание технологий селекционного процесса на базе использования методов смежных биологических дисциплин по направлениям.

Ключевые слова: голозерный ячмень, коллекция, стандарт, продуктивность, зерно, качество.

Results of studying the collection of holosair barley under conditions of the foothill zone of the Almaty region

Sariev B.S., Doctor of Biological Sciences, Abugalieva A.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Baimuratov A.Zh., Candidate of Agricultural Sciences LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing", Almalybak, Kazakhstan, kazniizr@mail.ru

Currently, in Kazakhstan there are practically no varieties of thin-film and bare-grain barley. In this regard, the creation of naked barley varieties with a high level of yield is of particular relevance and the creation of breeding process technologies based on the use of methods of related biological disciplines in areas of particular importance.

Key words: naked barley, collection, productivity, grain, quality.

В Казахстане ячмень является второй культурой по площади посева после пшеницы. Получение высокой продуктивности ячменя связано созданием новых инновационных сортов ячменя. Изменяющиеся климат и условия хозяйствования требуют от селекционеров постоянного поиска новых селекционных источников. Широкое использование в синтетической селекции имеют выделенные исходные формы по биологическим, хозяйственно ценным и качественным показателям, что позволяет создавать новые высокопродуктивные сорта ячменя, отвечающие требованиям производства и перерабатывающей промышленности.

Целью работы является выделение новых генетических источников голозерного ячменя для создания высокоурожайных, адаптивных для конкретной зоны и пластичных для широкого ареала возделывания.

В настоящее время в Казахстане практически отсутствуют сорта тонкопленчатого и голозерного ячменя. Крупяная промышленность обеспечивается в основном сортами пленчатых форм, в связи с чем она несет огромные затраты на удаление пленки, что сдерживает в определенной мере ее производительность и рентабельность. Зерно голозерного ячменя является чрезвычайно ценным продуктом диетического питания. Оно содержит комплекс биологических активных ингредиентов, имеющих эффективную протекторную функцию против трех самых смертоносных болезней современной цивилизации: сердечнососудистых заболеваний, сахарного диабета и рака внутренних органов. Существующие на сегодня немногочисленные голозерные сорта ячменя инорайонного происхождения, не адаптированные к условиям Казахстана, не приспособлены давать высокую урожайность. В

связи с этим создание новых высокопродуктивных, с высоким качеством зерна сортов голозерного ячменя адаптированных для условий зерносеющих регионов Казахстана, имеет большую перспективу не только для обеспечения пищевой и комбикормовой промышленности Республики, но и для экспорта.

Придавая большое значение вышеизложенному, отдел селекции зернофуражных культур ТОО «КазНИИЗиР» с 2017 по 2019 годы начал проводить изучение особенностей голозерного ячменя в условиях Юго-Востока Казахстана.

Стратегическое преимущество голозерного ячменя заключается в том, что у голозерного ячменя зерно не покрыто пленкой и, подобно зерну пшеницы, легко отделяется при обмолоте от жесткой оболочки, в отличие от пленчатого ячменя. Отделение пленки при изготовлении продуктов из зерна пленчатого ячменя приводит к существенным потерям полезных для организма веществ, содержащихся в оболочке зерна, зародыше, алейроновом и субалейроновом слоях, которые при технологической обработке теряются вместе с поверхностной пленкой.

Материал и методика. Для пищевых и крупяных целей в 2017–2019 годы в условиях предгорной зоны Алматинской области изучены 100 образцов коллекции голозерного ячменя по биологическим, хозяйственно-ценным признакам и качественным показателям.

Полевые опыты заложены на поливном фоне стационара отдела ТОО «КазНИИЗиР» по методике Доспехова (1985 г.) [1] и ГКСИСК РК (2002 г.) [2]. Изучение, фенологические наблюдения и оценка коллекции голозерного ячменя проводилась по методике ВИР [3] и международного классификатора СЭВ рода *Hordeum* L. [4]. Оценка на устойчивость в естественных условиях проведена по методике Кривченко [5].

Структурный анализ растений проведен по методике Доспехова (1985 г.) [1]. Определение засухоустойчивости сортообразцов проводилось по морфологическим тестам. Морфологическим тестом засухоустойчивости у зерновых культур принято считать длину последнего междоузлия: чем длиннее последнее междоузлие, тем выше засухоустойчивость изучаемого сортообразца.

Изучение биохимического состава зерна осуществлено по методам: содержание азота — методом Къельдаля, содержание протеина пересчетом на 6,25. Содержание крахмала — поляриметрическим методом, в том числе и на БИК-основе [6, 7].

Результаты и их обсуждение. В результате полевых и лабораторных исследований мировой коллекции голозерного ячменя в условиях предгорной зоны Алматинской области получены следующие данные:

В течение трех лет изучения коллекции голозерного ячменя на есте-

ственном фоне на поражаемость головневыми болезнями (пыльная и твердая) у всех изучаемых образцов в фазу колошения и полной спелости не обнаружены головневые болезни.

По биологическим признакам выделены сортообразцы голозерного ячменя — по длине вегетационного периода 20 образцов (87–95 суток); по высоте растений 21 образец (100,0–107,0 см).

Одним из морфологических тестов засухоустойчивости является длина последнего междоузлия. По данному показателю выделено 12 образов (27,0–35,0 см).

По хозяйственно-ценным показателям выделены — по продуктивной кустистости 54 образца (3,0—4,0 шт.); по числу зерен в колосе у двурядных форм 20 образцов (28,0—35,0 шт.), у шестирядных форм 33 образца (70,0—104,0 шт.); по массе 1000 зерен — 11 образцов (50,0—54,0 г).

По качественным показателям – по содержанию протеина и крахмала в зерне – $11\,$ образцов.

На основе комплексной оценки по биологическим свойствам, хозяйственно-ценным признакам и качественным показателям выделены следующие сортообразцы голозерного ячменя в качестве перспективных исходных форм для практической селекции (табл. 1, 2).

Таблица 1 — Характеристика перспективных образцов коллекции голозерного ячменя по биологическим свойствам в среднем за три года (2017—2019 гг.)

			Биол	огическ	ие св	ойств	a	
Каталог	От всходов до кущения, сутки	От кущения до трубкования, сутки	От трубкования до колошения, сутки	От колошения до полного созревания, сутки	Вегетационный пе- риод, дни	Высота растения, см	Длина последнего междоузлия, см	Тип колоса
Tyto/Bichy2000	13	16	30	32	87	80,5	19,5	двуряд.
Shenmai No.3//Penco	11	16	29	35	87	83,0	24,5	двуряд.
Rekla60/Bichy2000	12	16	27	38	90	67,5	16,0	двуряд.
Nackta/HJA A33	16	13	29	37	90	87,5	26,0	двуряд.
H00008006	11	16	29	37	90	94,5	25,5	двуряд.
6B89.2027/3/Legasy	12	17	31	35	90	83,2	17,4	шестиряд.
Limon/Bichy2000	11	16	30	36	89	85,0	16,0	шестиряд.
Penco/Chevron-Bar	14	16	30	35	90	95,0	24,5	шестиряд.
Nackta/HJA A33 FNC1	13	16	28	35	87	81,5	25,5	шестиряд.
H97034002	12	16	29	36	89	88,5	21,0	шестиряд.
H98026036	16	13	29	35	89	80,0	19,0	шестиряд.

Таблица 2 – Характеристика перспективных образцов коллекции голозерного ячменя по количественным признакам и качественным свойствам в

среднем за три года (2017–2019 гг.)

		Хозя	яйствені призн	но-ценн іаки	ые	Качественн затели	
Каталог	Продуктивная кустистость, пт.	Длина колоса, см	Число зерен в колоске, шт.	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка в зерне, %	Содержание крахмала в зерне, %	
Tyto/Bichy2000	d 7	3,0	10,0	30,5	51,9	16,3	61,4
Shenmai No.3//Penco	d 23	3,5	8,7	24,0	51,6	16,8	60,4
Rekla60/Bichy2000	d 37	4,0	8,0	23,0	52,1	13,2	63,2
Nackta/HJA A33	d 54	2,5	13,5	32,0	47,8	12,8	65,3
H00008006	d 64	3,5	12,5	33,0	48,2	14,3	63,9
6B89.2027/3/Legasy	d 16	2,5	8,3	60,0	48,3	13,5	64,1
Limon/Bichy2000	d 44	2,0	8,0	60,0	48,3	14,5	62,7
Penco/Chevron-Bar	d 48	3,5	7,5	69,5	48,0	13,8	63,1
Nackta/HJA A33 FNC1	d 57	2,5	9,0	68,0	48,1	12,9	63,6
H97034002	d 58	3,5	8,5	71,0	47,9	11,3	64,8
H98026036	d 59	3,0	9,5	72,0	48,3	13,1	64,7

По данным таблиц 1 и 2, где дана характеристика по биологическим свойствам, хозяйственно-ценным признакам и качественным показателям у 11 образцов голозерного ячменя, которые отличаются по положительным признакам биологических свойств, хозяйственно-ценным признакам и качеству зерна.

Выводы. Согласно данным таблицы 1, выделенные сортообразцы голозерного ячменя относится к среднеспелым формам. Длина вегетационного периода составляет 87–90 дней.

По высоте растений они не превышают более 67,5–95,0 см, что характеризует их устойчивость к полеганию. Они по длине последнего междоузлия относятся к засухоустойчивым формам.

По данным таблицы 2, выделенные сортообразцы показали высокую продуктивную кустистость от 2,0 до 4,0 стеблей. По числу зерен в колосе двурядные имели от 23,0 до 33,0 зерен, а у шестирядных – от 58,0 до 72,0 зерен. По массе 1000 зерен – от 47,8 до 52,1 г. Совокупность всех этих количественных признаков характеризует высокую зерновую продуктивность исследованных сортов.

По содержанию белка в зерне у выделенных образцов варьирование составило от 11,3 до 16,8 %.

Использование вышеуказанных сортообразцов в программах гибридизации позволит создавать новые высокопродуктивные сорта голозерного ячменя, отвечающие требованиям пищевой и комбикормовой промышленности.

Список литературы

- 1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.
- 2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Алматы: КПР МСХ РК, 2002. С. 339.
- 3. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы. Л.: тип. ВИР, 1973. С. 33.
- 4. Комплексная программа по селекции ячменя для зоны деятельности Восточного селекцентра "Арпа" // Методические рекомендации. Алма-ата, 1983. 36 с.
 - 5. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. Л., 1983. 53 с.
- 6. Кривченко В.И. Оценка сортообразцов на устойчивость к видам головни. Л.: Наука, 1987. С. 107.
- 7. Савин В.Н., Абугалиев И.А., Абугалиева А.И. Аналитические исследования в растениеводстве // Доклады РАСХН. 1998. № 2. С. 13–15.
- 8. Williams P., El-Haramein F.J., Nakkoue B., Rihawis. Crop quality evalution methods and quidelines. Aleppo, 1988. 145 p.

DOI 10.18699/GPB2020-107

Подбор пар для адаптивной селекции картофеля в меняющихся природно-климатических условиях

Сафонова А.Д., Батов А.С.*, Гуреева Ю.А., Орлова Е.А. СибНИИРС — филиал ФГБНУ ФИЦ ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск. *e-mail: alexandr-batov@mail.ru

Представлены характеристики двадцати сортообразцов отечественной и зарубежной селекции различных групп спелости по продуктивности за 2016—2019 гг., устойчивости к основным заболеваниям, ягодообразованию от самоопыления и фертильности пыльцы.

Ключевые слова: картофель, сорт, продуктивность, ягодообразование, фертильность, гибридизация.

Pair matching for adaptive potato breeding in changing natural-climatic conditions

Safonova A.D., Batov A.S., Gureeva Yu.A., Orlova E.A. Siberian Research Institute of Plant Cultivation and Breeding – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk. The characteristics of twenty varieties of domestic and foreign selection of different ripeness groups are presented. The studies were conducted in 2016–2019. Studies were conducted on productivity, resistance to major diseases, berry production from self-pollination and pollen fertility.

Key words: potato, variety, productivity, berry formation, fertility, hybridization.

В условиях нарастающих колебаний природно-климатических условий: раннее или затяжное таянье снега, повышенное выпадение осадков на протяжении всего вегетативного периода или наоборот минимальная влаго-обеспеченность, сопровождающаяся знойными суховеями, требует от картофелеводов Западно-Сибирского региона не только соответствующей агротехники возделывания, но и использование наиболее урожайных и адаптивных сортов [1]. К новым современным отечественным сортам картофеля, установились высокие требования, на фоне экспансии импортных сортов, обладающих высокой продуктивностью, выравненностью клубневого урожая куста и поверхностными глазками клубня [2, 3]. Задача отечественных селекционеров, используя имеющиеся в стране генетический банк культурных и диких видов, опираясь на работы по предселекции и пирамидированию генов с использованием молекулярно-генетических маркеров [4], создать новые сорта не уступающие зарубежным.

Целью исследования является подбор ценных родительских форм из коллекционного питомника, для гибридизации и получения новых сортов, адаптиванных к условиям условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

Место и условия проведения исследований. Работа по всестороннему изучению сортов коллекции картофеля в объеме 250 образцов велась в 2016—2019 гг. проводились на опытном поле СибНИИРС — филиала ИЦиГ СО РАН по методике ВИР [5].

Предшественником был сидеральный или чистый пар. Перед ручной посадкой проводили перепашку с последующей нарезкой борозд. Количество растений в делянке 10–15, повторность однократная. Площадь посадки и уход общепринятые для данной местности.

В годы проведения исследований метеорологические условия в период вегетации имели значительные различия (табл. 1). В 2016, 2017 и 2019 годы наблюдались наиболее благоприятные условия для роста и развития растений картофеля, о чем свидетельствует величина гидротермического коэффициента (ГТК Селянинова Г.Т.) за май–август, в данные годы увлажнение было оптимальное.

Таблица 1 – Гидротермический коэффициент, 2016–2019 гг.

Год	Май-Август	Май	Июнь	Июль	Август
2016	1,06	1,17	0,52	0,64	0,12
2017	1,70	1,10	0,97	0,86	0,43
2018	2,06	6,50	1,29	0,67	0,27
2019	1,37	1,90	0,44	0,89	0,25

Примечание: увлажнение оптимальное, если ГТК =1-1.5; избыточное – ГТК более 1.6; недостаточное – ГТК менее 1; слабое – ГТК менее 0.5.

В 2018 году ГТК за вегетационный период составил 2,06, это говорит о том, что увлажнение было избыточное. В мае была холодная затяжная весна, а количество осадков выпало на 218 % выше многолетней нормы, поэтому данный месяц являлся самым влажным в годы исследования (ГТК=6,50).

В результате данной работы были отобраны 20 сортов для создания родительского питомника (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность отобранных образцов

№ п/п	Сорт	2016г	2017г	2018г	2019г	Средняя	Cv
			ранние			•	
1	Винетта	910	1080	1210	1220	1105	13,1
2	Жуковский ранний	1238	1375	1175	840	1157	19,6
3	Ломоносовский	1444	1086	1100	1370	1250	14,7
4	Любава	1766	1336	950	1050	1276	28,6
5	Люкс	1300	1400	1300	1200	1300	6,2
6	Регги	1130	1250	1350	1260	1248	7,2
		сре	еднеранні	ие			
7	Гала	1082	1075	1050	1600	1202	22,1
8	Ильинский	1950	1860	1150	1550	1628	22,2
9	Кемеровчанин	1700	1314	1300	1240	1389	15,1
10	Кузнечанка	1350	1354	917	920	1135	22,0
		сре	еднеспель	ie			
11	Великан	1319	1288	1200	1480	1322	8,8
12	Вымпел	1211	1256	1175	690	1083	24,3
13	Дебрянск	1115	1740	1000	940	1199	30,7
14	Гусар	1650	1830	1200	1390	1518	18,3
15	Лазарь	900	1080	520	690	798	30,6
16	Наяда	1080	1190	680	960	978	22,4
		сре	днепоздн	ие			
17	Зарево	1130	1500	980	1230	1210	18,0
18	Никулинский	1642	1213	1000	1110	1241	22,6
			поздние				
19	Белорусский 3	1460	1550	1220	1260	1373	11,5
20	Танго	994	970	800	700	866	16,2

Средняя урожайность выбранных сортов варьировала от 798 г/куст у Лазаря до 1628 г/куст у Ильинского. У ранних сортов наблюдали наиболее стабильную продуктивность в годы исследования, что подтверждается коэффициентом вариации. Совокупность однородная у всех исследуемых образцов.

Отобранные сорта имеют высокую устойчивость к основным заболеваниям, проявляющихся в условиях Новосибирской области (табл. 3). Устойчивость к раку картофеля имеют все образцы. К золотистой картофельной нематоде (ЗКН) устойчивы 35 % сортов. К альтернариозу устойчивость достигает от 5 до 9 баллов. Горизонтальная устойчивость к фитофторозу в эпифитотийный год достигала от 3 до 9 баллов. Вертикальная устойчивость (по клубням) у большинства отобранных образцов средняя и выше средней.

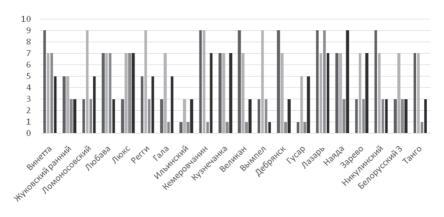
Таблица 3 – Устойчивость сортов для получения новых генетических форм

No				Устойчивос			C
<u>№</u> п/п	Сорт	D	DIGII	A	Фитоф	торозу	Сохранность, 2017 %
11/11	-	Раку	3KH	Альрнариозу	лист.	клуб.	2017 %
				ранние			
1	Винетта	+	+	7	6	9	90
2	Жуковский раний	+	+	5	3	7	82
3	Ломоносовский	+	-	8	3	7	76
4	Любава	+	-	7	3	7	95
5	Люкс	+	+	7	3	5	73
6	Регги	+	-	7	3	3	84
			cp	еднеранние			
7	Гала	+	+	5	3	7	93
8	Ильинский	+	-	7	3	3	42
9	Кемеровчанин	+	-	7	7	5	56
10	Кузнечанка	+	-	5	7	9	98
			cp	еднеспелые			
11	Великан	+	-	7	7	8	93
12	Вымпел	+	+	5	3	7	60
13	Дебрянск	+	-	9	7	8	70
14	Гусар	+	+	7	9	5	78
15	Лазарь	+	-	7	5	7	90
16	Наяда	+	+	7	7	7	90
			сре	нднепоздние			
17	Зарево	+	-	7	7	7	80
18	Никулинский	+	-	7	7	8	90
	_			поздние			
19	Белорусский 3	+	+	8	3	8	90
20	Танго	+	-	7	7	7	90

Устойчивость отобранных сортов объяснима наличием диких видов в их родословной. Жуковский ранний имеет: S. and S. dimissum, S. vernei. Ломоносовский: S. dimissum, S. stoloniferum, S. and S. and S. stoloniferum, S. and S. stoloniferum, S. dimissum, S. phureja. Лазарь — S. dimissum, S. and genum, S. leptostigma. Наяда — S. dimissum, S. stoloniferum, S. vernei, S. phureja, S. and genum, S. tuberosum. Зарево — S. dimissum, S. and genum, S. leptostigma. Никулинский — S. chacoense. Белорусский S. S. acaule.

Устойчивость к фитофторозу передают: дикие виды картофеля $S.\ dimissum,\ S.\ andigenum,\ S.\ vernei,\ S.\ phureja.$ Устойчивость к раку передают: $S.\ andigenum,\ S.\ chacoense,\ S.\ vernei,\ S.\ tuberosum.$ Устойчивость к нематоде передают: $S.\ vernei-$ устойчив ко всем видам (галловой, стеблевой, цистообразующей), $S.\ chacoense$ (к стеблевой и цистообразующей). Устойчивость к Y-вирусу передают: $S.\ stoloniferum,\ S.\ chacoense,\ S.\ dimissum;\ к\ X-$ вирусу передают $S.\ acaule,\ S.\ andigenum.$ Устойчивость к вирусу скручивания — $S.\ stoloniferum,\ S.\ chacoense,\ S.\ Phurej\ [5–8].$

Также все отобранные образцы имели хорошее ягодообразование, что позволяет использовать их для гибридизации (рисунок).



■2016 ■2017 ■2018 ■2019

Рисунок. Ягодообразование 2016-2019 гг.

Выводы. Выбранные нами сорта для гибридизации обладают высокой продуктивностью, адаптивностью, полевой устойчивостью к основным заболеваниям, высоким процентом сохранности в эпифитотийные годы развития фитофтороза. Эти качества переданы дикими видами картофеля.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

Список литературы

- 1. Черемисин А.И., Дергачева Н.В.Характеристика коллекции сортов картофеля по раннеспелости в условиях Лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 10. С. 35–37.
- 2. Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н. и др. Актуальные проблемы и приоритетные направления картофелеводства // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.
- 3. Логинов Ю.П., Казак А.А., Кендус К.А. и др. Урожайность и качество сортов картофеля отечественной селекции в условиях Тюменской области // Эколого-географическое испытание новейших сортов картофеля для внедрения в производство. Всероссийская научно-практическая конференция. 25 июля 2018 г., Сыктывкар, 2018. С. 59–64.
- 4. Журавлева Е.В., Кабунин А.А., Кабунина И.В. Аспекты организации селекции и семеноводства картофеля в России проблемы и возможные пути их решения // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 10. С. 5–10.
- 5. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / Киру С.Д., Костина Л.И., Трускинов Э.В. и др. Санкт-Петербург: ГНУ ГНЦ ВИР РФ, 2010. 27 с.
- 6. Симаков Е.А., Яшина И.М., Склярова Н.П. Селекция картофеля в России: общие тенденции и достижения // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 7. С. 6–11.
- 7. Костина Л.И., Косарева О.С. Генеалогия отечественных сортов картофеля: монография / Л.И. Костина, О.С. Косарева СПб: ВИР, 2017. 72 с.
- 8. Картофель России Том I селекция, семеноводство, сертификация / Под ред. А.В. Коршунова // М., 2003. 412 с.
- 9. Горбатенко Л.Е. Виды картофеля Южной Америки (Экология, география, интродукция, систематика, селекционная значимость): монография / Л.Е. Горбатенко СПб: ВИР, 2006. 456 с.

DOI 10.18699/GPB2020-108

Повышение эффективности селекции картофеля на улучшение питательной ценности клубней

Симаков Е.А., д.с.-х.н., проф., зав. отделом экспериментального генофонда, Митюшкин Алексей.В., к.с.-х.н., зав. лаб. селекции сортов для переработки, Журавлев А.А., с.н.с., Митюшкин Александр.В., с.н.с., Гайзатулин А.С., н.с., Салюков С.С., н.с., Овечкин С.В., н.с., Семенов В.А., н.с.

 $\Phi \Gamma E H Y В Сероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г.Лорха, Красково, Московская область, <math>P\Phi$. e-mail:vniikh@mail.ru

В статье представлены результаты изучения эффективности использования более 70 гибридов-беккроссов в качестве доноров комплекса хозяйственно ценных признаков при реализации важнейших направлений се-

лекции на основе оптимальных вариантов гибридизации и отбора селекционно ценных генотипов для улучшения питательной ценности клубней картофеля. Идентификация генотипов, сочетающих крахмалистость и урожайность, отмечена только на уровне средней популяционной, совпадающей со средней крахмалистостью родителей. Результативность отбора
низкокрахмалистых форм значительно выше, поскольку снижение уровня
проявления признака не имеет отрицательной корреляции с урожайностью.
Установлена высокая корреляционная связь (+0,897) содержания белка в
клубнях родительских форм со средней белковостью потомства, что подтверждает наличие контроля этого признака аддитивно действующими
полигенами. Использование выделенных сортообразцов в качестве доноров
комплекса хозяйственно полезных признаков позволяет ускорить селекционный процесс и сократить затраты на создание новых сортов картофеля с
улучшенной питательной ценностью клубней.

Ключевые слова: картофель, селекция, питательная ценность, крахмалистость, белковость.

Increasing the efficiency of potato breeding to improve the nutritional value of tubers

E.A. Simakov, A.V. Mityushkin, A.A. Zhuravlev, A.V. Mityushkin, A.S. Gaizatulin, S.S. Salukov, S.V. Ovechkin, V.A. Semenov.

Lorch potato research Institute, Kraskovo, Moscow region, Russia, E-mail:vniikh@mail.ru.

The article presents the results of studying the effectiveness of using more than 70 hybrids-backcrosses as donors of a complex of economically valuable traits in the implementation of the most important areas of breeding on the basis of optimal hybridization options and selection of valuable genotypes to improve the nutritional value of potato tubers. Identification of genotypes that combine starchiness and productivity is only measured at the level of the average population, which coincides with the average starchiness of the parents. The effectiveness of selecting low-starch forms is much higher, since the decrease in the level of manifestation of the trait does not have a negative correlation with productivity. A high correlation was established (+0.897) of the protein content in tubers of parent forms with the average protein content of the offspring, which confirms the presence of control of this feature by additive acting polygens. The use of selected varieties as donors of a complex of economically useful features allows to speed up the selection process and reduce the cost of creating new varieties of potatoes with improved nutritional value of tubers.

Key words: potato, breeding, nutritional value, starch content, protein content.

Широкому распространению картофеля по всем континентам способствует высокая питательная ценность клубней, обусловленная содержанием комплекса веществ, столь необходимых для здорового питания человека: крахмала, полноценного белка, небелковых соединений (свободные аминокислоты и амиды), органических кислот, сахара, минеральных веществ, витаминов, жиров и липидов [1, 2]. Поэтому в последние годы селекционные программы по картофелю осуществляются с учетом новых требований потребителей, связанных с необходимостью улучшения качества питания в жизни человека — снижения калорийности пищи и повышения содержания биологически активных веществ [3]. В этой связи целью настоящего исследования является привлечение новых доноров в качестве компонентов интрогрессивной гибридизации для получения селекционного материала с комплексом хозяйственно полезных признаков, определяющих конкретное целевое использование вновь создаваемых сортов картофеля.

Условия, материал и методы исследований. В качестве исходного материала использовали гибриды-беккроссы, полученные от диких и культурных видов картофеля (S. chc., S. vrn., S. sto., S. dms., S. adg.) с генами иммунитета к вирусам Х и У, полевой устойчивостью к фитофторозу и комплексом важнейших хозяйственно полезных признаков. В процессе исследований изучено более 2000 гибридных популяций от скрещиваний беккроссов высоких поколений с селекционными сортами различного происхождения. Селекционные питомники закладывали в соответствии с методикой ВНИИКХ (2006) на экспериментальной базе «Пышлицы» Шатурского района Московской области. Крахмалистость определяли по удельному весу, фракционный состав крахмальных гранул - безмикроскопным методом, а содержание белка в клубнях оценивали рефрактометрически. Генетический анализ гибридных популяций по хозяйственно полезным признакам осуществляли в первом клубневом поколении, выращивая не менее 100 генотипов. Экспериментальные данные подвергали математической обработке с использованием пакета прикладных программ «ПК AB-Stat.V-1.1.».

Результаты исследований. При оценке крахмалистости клубней в гибридных популяциях картофеля, проведенной в разные по метеоусловиям годы установлено, что амплитуда ее варьирования в популяциях в 2018 г., благоприятном для формирования признака, составляла 14,5–22,3 % (табл. 1). В неблагоприятных условиях для образования крахмала (избыточная влажность, слабая солнечная инсоляция, низкие температуры) широта варьирования признака резко уменьшалась, а нижняя граница изменчивости признака составляла 8,9 %.

Таблица 1 – Изменчивость крахмалистости клубней в гибридных популя-

циях картофеля в различных условиях вегетации

Происхождение гибридной популяции	Испытано гибридов, шт.	Средняя крахмалистость, % (X±Sx)	Пределы варьирования, % (min-max)	Коэффициент ва- риации, % (Сv)	Отобрано гибридов с крахмалистостью > 17 %
	2	2018 г.			
Фрителла х Зарево	162	19,2±0,82	16,2-27,6	29,35	43,1
Кребелла х Адретта	142	17,3±0,61	14,7-20,4	25,70	29,2
Адретта х Инноватор	168	18,1±0,54	15,9-21,2	24,36	30,4
Никулинский х Зарево	184	18,8±0,78	15,6-22,3	26,13	36,2
Фрителла х Адретта	172	17,5±0,64	14,5-22,0	28,71	41,0
	2	2019 г.			
88.16/20 х Зарево	154	14,0±0,75	10,9-18,4	19,11	20,8
Нида х Сатурна	175	15,3±0,48	12,2-18,2	18,75	21,4
1977-76 х Зарево	172	16,2±0,49	12,8-18,8	16,41	24,6
Сантана х Инноватор	153	14,9±0,36	11,4-17,7	20,72	22,9
946-3 х Журавинка	144	13,5±0,29	8,9-16,9	25,81	18,1
HCP _{0,05}		0,72			

Одновременно выявлено, что накапливающие скрещивания высококрахмалистых родителей между собой существенно повышают уровень этого признака в потомстве, однако отрицательная корреляция с урожайностью ограничивает результативность отбора ценных рекомбинантов. Поэтому наиболее эффективным методом повышения средней популяционной является подбор высококрахмалистых родительских форм, отличающихся генетической отдаленностью, при котором перекомбинация высокой крахмалистости и урожайности осуществляется за счет трансгрессивного рекомбиногенеза.

При селекции на повышенную крахмалистость по результатам оценки гибридов с высоким уровнем признака (19–21 %) установлено, что некоторые из них характеризовались крупными крахмальными зернами (>60 мкм), доля которых составляла более 50 % (табл. 2). Это обусловливает возможность целенаправленного отбора генотипов с высоким качеством крахмала, учитывая важность картофельного крахмала в повседневном питании человека.

 ${\it Таблица}\ {\it 1}-{\it О}$ ценка высококрахмалистых гибридов по размеру крахмальных

гранул

Происхождение	Крахма- листость,	Содерж	Содержание крахмальных гранул по фракциям, %					
гибридов	%	≥ 60 мкм	40-59 мкм	≤ 39 мкм				
Кребелла х Адретта	19,2	50,6	37,1	12,3				
Фрителла х Адретта	19,8	52,4	38,2	9,4				
Адретта х Инноватор	20,2	55,7	36,7	7,6				
Никулинский х Зарево	20,8	60,2	31,6	8,2				
Фрителла х Зарево	21,1	61,5	31,1	7,4				
HCP _{0,05}	0,59							

Однако, для диетических целей наиболее эффективно использовать низкокрахмалистые сорта, которые существенно снижают риск включения углеводов в рацион питания. Селекция в направлении низкой крахмалистости осуществляется значительно легче по сравнению с селекцией высококрахмалистых генотипов, поскольку снижение уровня проявления признака не имеет отрицательной корреляции с урожайностью. Отбор низкокрахмалистых форм необходимо проводить в оптимальных условиях для формирования признака и оценивать потенциал отобранного генотипа по верхней границе крахмалонакопления.

При селекции на повышение содержания белка в клубнях установленадовольно значительная изменчивость признака в зависимости от условий вегетации и генотипических особенностей гибридных популяций, варьирующая от 0.8 до 3.2 % (табл. 3).

Таблица 3 – Изменчивость содержания белка в клубнях гибридных популя-

ций картофеля (2018 г.)

Происхождение гибридных популяций	белка	жание в клуб- роди-	эидов,	о гибридов, содержание потомства, от потом от потомства, от потом от п					м белково-			
		ских м, %	о гибр									более
	\$	70	Испытано гибридов шт.	Среднее с белка в кл бридного % (X±Sx)	Коэффициент вариации, % (менее 1,0	1,00-1,39	1,40-1,79	1,80-2,19	2,20-2,59	2,60-2,99	3,00 и бо.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Русский сувенир х Накра	1,9	2,0	100	1,93±0,04	20,9	1	6	17	20	30	22	4
Памяти Рогачева х Ни- кулинский	1,6	2,0	102	1,63±0,04	22,7	8	10	29	35	17	3	-
Антонина х Василек	1,9	2,0	101	1,92±0,05	26,5	7	5	9	27	23	19	11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Крепыш х Накра	1,1	1,5	105	1,53±0,06	28,5	18	17	28	22	11	9	1
Ирбитский х Фрителла	1,0	1,5	104	1,21±0,03	24,5	28	39	21	7	5	4	-
Фрителла х Накра	2,2	2,0	100	1,47±0,04	29,9	12	26	32	15	8	3	4
Матушка х Никулин- ский	2,5	2,0	100	2,38±0,04	16,7	-	3	2	5	17	34	39
Василек х Свитанок Киевский	2,5	1,5	100	1,73±0,04	23,1	2	9	28	33	18	6	4
HCP _{0,05}				0,48								

Полученные данные показывают, что за счет естественного мейотического рекомбиногенеза в гибридных популяциях возможно увеличение белковости клубней у гибридов в крайних классах вариационного ряда до 3,5–3,9 %, что выше содержания белка в клубнях современных сортов на 1,5–1,9 %. Следует подчеркнуть, что поскольку частота встречаемости гибридов с повышенным содержанием белка невысокая, необходимо оценить 2–4 поколения гибридов от накапливающих скрещиваний при использовании отобранных генотипов в новых циклах гибридизации.

Выводы. В результате использования гибридов-беккроссов, созданных на основе интрогрессии ценных генов от диких и культурных видов (S. chc., S. vrn., S. sto., S. dms., S. adg.) в качестве доноров комплекса хозяйственно полезных признаков в скрещиваниях с селекционными сортами, выделены генотипы с высокой крахмалистостью, крупной фракцией крахмальных гранул и повышенным содержанием белка в клубнях. При скрещивании сортообразцов с крахмалистостью 18–19 % в потомстве отмечено трансгрессивное расщепление по крахмалистости, характеризующееся появлением как положительных (высококрахмалистых), так и отрицательных (низкокрахмалистых) генотипов. Среди гибридов с высокой крахмалистостью клубней выявлены образцы, содержащие более 50 % крупных крахмальных гранул (>60 мкм), обусловливающих высокое качество крахмала. При оценке гибридных популяций по белковости клубней установлено увеличение уровня признака у генотипов в крайних классах вариационного ряда до 3,5-4,9 %, что превышает среднее содержание белка контрольных образцов на 1,5–1,9 %. Использование выделенных сортообразцов в качестве доноров комплекса хозяйственно полезных признаков позволяет ускорить селекционный процесс и сократить затраты на создание новых сортов картофеля с улучшенной питательной ценностью клубней.

Список литературы

1. Horton D. La Papa: Produccion, comercializacion y programas / D. Horton // Copublication of the Internacional Potato Center.-Lima: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 2002. – p. 1–270.

- 2. Haase N.U. Veränderungen der Inhaltsstoffe von Speisekartoffeen durch Lagerung und Verarbeitung / N.U. Haase // Kartoffelbau. 2002. v.53. № 7. p. 284–289.
- 3. Шпаар Д. Картофель (выращивание, уборка, хранение) $\overline{/}$ Д. Шпаар // М.: ООО «ДЛВ Агродело», 2007. 457 с.

DOI 10.18699/GPB2020-109

Влияние марганца на всхожесть и линейный рост корневой системы ячменя разных сортов

Симонова О.А. 1* , к.с.-х.н., н.с.; Симонов М.В. 2 , к.т.н., доцент; Товстик Е.В. 2 , к.б.н, доцент.

¹ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия;

²ФГБОУ ВО Вятский государственный университет, г. Киров, Россия<u>.</u> *e-mail: simolga07@gmail.com

В статье приведены результаты исследования влияния ионов марганца (II) в концентрациях 30,0; 60,0 и 90,0 мг/л на растения ячменя. Растения выращивали в водной культуре в течение 7-ми суток. Оценивали 6 сортов ячменя, в том числе 5 из коллекции лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Установлено, что исследованные дозы марганца не оказали значимого влияния на прорастание семян. В тоже время с увеличением концентрации марганца в среде для выращивания растений ячменя произошло закономерное уменьшение длины корней. Районированные сорта ячменя, по сравнению со стандартным сортом Белгородский 100, по параметру длина корней и значениям индекса длины корней (ИДК) оказались более устойчивы к исследуемому стрессовому фактору.

Ключевые слова: марганец, стресс, ячмень, всхожесть, длина корня, устойчивость.

Influence of manganese on germination and linear growth of root system of barley of different varieties

Simonova O. A., candidate agricultural sciences, scientific worker, Federal Agricultural Research Center of North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov, Russia, simolga07@gmail.com; SimonovM. V., candidate of technical sciences, associate professor, Vyatka State University, Kirov, Russia; TovstikE. V., candidate of biology, associate professor, Vyatka State University, Kirov, Russia tovstik2006@inbox.ru

The article presents the results of a study of the effect of manganese(II) ions in concentrations of 30.0, 60.0 and 90.0 mg/l on barley plants. The plants were grown in water culture for 7 days. 6 barley varieties were evaluated, including 5

from the collection of the laboratory of selection and primary seed production of Federal Agricultural Research Center of North-East. It was found that the studied doses of manganese did not have a significant effect on seed germination. At the same time, with an increase in the concentration of manganese in the medium for growing barley plants, there was a natural decrease in the length of the roots. Zoned barley varieties, in comparison with the standard variety Belgorod 100, were more resistant to the studied stress factor in terms of the root length parameter and the values of the root length index (IDC).

Key words: manganese, stress, barley, germination, root length, resistance.

До настоящего времени селекция продолжает быть одним из наиболее доступных и эффективных способов создания новых сортов [1] Создаваемые сорта, в силу все возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду, должны быть устойчивыми к неблагоприятным факторам и почвенным стрессам. На дерново-подзолистых почвах Волго-Вятского региона такими факторами, прежде всего, являются повышенная кислотность и высокое содержание алюминия в почве [2]. Наряду с природными факторами, значительное влияние на развитие сельскохозяйственных культур оказывает загрязнение почвы тяжелыми металлами, особенно в условиях повышенной кислотности [3].

Одной из стратегически важных сельскохозяйственных культур является ячмень. Он наиболее чувствителен к почвенным стрессам, что обусловлено слаборазвитой корневой системой данного растения и низкой способностью к хелатообразованию [4]. Существует несколько параметров оценки устойчивости сельскохозяйственных культур к абиотическим факторам. Известно, что корневые системы играют значительную роль в успешном развитии растения и могут служить экспрессной информацией об их реакции на действие стрессоров [5–7]. Еще одним важным показателем металлоустойчивости растений может рассматриваться их всхожесть.

Объекты и методы. Объектами исследования служили растения ячменя сортов: 346-09; 12-29-11; Фермер 198-12; Форвард; Бионик из рабочей коллекции лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, а также Белгородский 100.

Семена ячменя выращивали в водной культуре: на дистиллированной воде (контроль) в течение семи суток. В качестве стрессового воздействия использовали ионы марганца (II) в концентрациях: 30,0; 60,0; и 90,0 мг/л действующего вещества (д. в.) для марганца. Элемент в среду вносили в виде соли: $MnSO_4 \times H_2O$.

Оценку устойчивости растений ячменя проводили по всхожести, длине корней и по соотношению длины корней в опыте и контроле (ИДК – индекс длины корней).

Результаты и обсуждение. В результате проведенного опыта было

выявлено, что марганец не оказал значительного влияния на прорастание семян ячменя (таблица). У двух сортов Белгородский 100 и 346-09 достоверного отличия всхожести семян в вариантах опыта по сравнению с контролем не было выявлено. По литературным данным, процесс прорастания семян является довольно устойчивым к действию тяжелых металлов [8, 9]. Однако, у сортов Фермер 198-12, 29-11 и Бионик наблюдалось изменение всхожести семян при внесении в среду для выращивания растений максимальной дозы марганца (90 мг/л). При этом у сорта Фермер 198-12 было зафиксировано снижение данного параметра по отношению к контролю (86,20 %), а у 29-11 и Бионик, напротив, повышение (112,50 и 106,43 % соответственно). Несмотря на то, что при высоких концентрациях марганец может оказывать токсическое действие на развитие живых организмов, в тоже время он является биогенным элементом.

Таблица - Параметры устойчивости сортов ячменя к повышенным концен-

трациям марганца

	Доза	Bexe	ожесть	Длина корня		
Сорт марганца, мг/л		Значения, %	% к контролю	Значения, см	идк	
	0	88,9±5,6		15,7±0,4		
Гангама намуй 100	30	86,9±1,0	97,75	13,2±0,3*	84,08	
Белгородский 100	60	93,9±3,0	105,62	12,2±0,1*	77,71	
	90	93,9±0	105,62	11,5±0,3*	73,25	
	0	87,9±3,5		17,0±0,1		
346-09	30	88,9±5,6	101,14	16,7±0,6	98,24	
340-09	60	83,8±4,0	95,34	15,7±0,3*	92,35	
	90	85,9±7,1	97,72	14,6±0,5*	85,88	
	0	81,8±6,3		16,1±0,5		
Форвард	30	74,7±3,6	91,32	16,5±0,2	102,48	
	60	70,7±4,4*	86,43	15,4±0,3*	95,65	
	90	83,8±4,4	102,44	13,1±1,1*	81,37	
	0	94,9±2,7		15,8±0,5		
Damaran 100 12	30	85,9±2,7*	90,52	17,4±0,1*	110,13	
Фермер 198-12	60	92,9±2,0	97,89	14,5±0,7*	91,77	
	90	81,8±6,3*	86,20	12,8±0,6*	81,01	
	0	80,8±7,9		14,4±0,3		
29-11	30	94,9±1,0*	117,45	14,2±0,2	98,61	
29-11	60	87,9±3,5	108,79	13,4±0,1*	93,06	
	90	90,9±1,7*	112,50	12,1±0,3*	84,03	
	0	77,8±3,6		15,4±0,3		
Енопи	30	70,7±5,3	90,87	14,9±0,4	96,75	
Бионик	60	79,8±4,0	102,57	14,2±0,3*	92,21	
П*	90	82,8±1,0*	106,43	13,4±0,4*	87,01	

Примечание: * – значения в опыте достоверно отличаются от контроля.

В отличие от параметра всхожесть семян, оценкалинейного роста растений по развитию корневой системы позволила установить токсический эффект всех исследуемых доз марганца в варианте опыта с сортом Белгородский 100 (таблица). В этом случае отмечали закономерное уменьшение длины корней с увеличением концентрации исследуемого элемента в среде для выращивания растений. У остальных исследуемых в опыте сортов ячменя минимальная концентрация ионов марганца (II) не оказала достоверного влияния на линейный рост корней. Исключение составил сорт Фермер 198-12, для которого был установлен стимулирующий эффект (ИДК составил 110,13 %) данной дозы марганца (таблица).

По уровню устойчивости к повышенным концентрациям марганца все исследуемые сорта, согласно работе Navacode с соавт. [10], можно отнести к группе устойчивые (ИДК выше 65 %). Тем не менее, сорт Белгородский сорт имел более низкие значения ИДК (от 73,25 до 84,08) по сравнению с районированными сортами.

Таким образом, оценка устойчивости сортов ячменя позволила установить, что ионы марганца(II) в дозах 30,0; 60,0; 90,0 мг/л не оказывают выраженного действия на всхожесть семян и напротив, ингибируют линейный рост корневой системы проростков. Однако, несмотря на то, что в результате воздействия исследуемого стрессового фактора длина корней ячменя снизилась, но, по расчетным значениям ИДК, исследуемые сорта отнесены к группе устойчивых. Исключение составил сорт Белгородский 100, который и по длине корней и по ИДК, оказался менее устойчивым, по сравнению с районированными сортами ячменя.

Список литературы

- 1. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья / Н.А. Родина. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
- 2. Шихова Л.Н. Сезонная динамика кислотности естественной и мелиорированной дерново-подзолистой почвы / Л.Н. Шихова, Е.М. Лисицын // Плодородие. -2014. -№ 6 (81). C. 40–41.
- 3. Небольсин А.Н. Известкование почв (результаты 50-летних полевых опытов). / А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина. СПб.: ГНУ ЛНИИСХ Россельхозакадемии, $2010.-254~\rm c.$
- 4. Щуплецова О.Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе / О.Н. Щуплецова, И.Н. Щенникова // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике. 2019. № 180 (1). С. 82–88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-82-88.
- 5. Palta J.A. Crop root system behaviour and yield preface / J.A. Palta, J.C. Yang // Field Crops Res. -2014. Vol. 165. P. 1-4. DOI: 10.1016/j.fcr.2014.06.024.
- 6. Raza A. Wheat root selections for sustainable production / A. Raza, M. Imtiaz, W. Mohammad // Sustainable Agriculture Reviews. 2015. Vol. 18. P. 295–315. DOI: 10.1007/978-3-319-21629-4_10.
 - 7. Лисицын Е.М. Показатели развития корневых систем в эдафической селекции

ячменя / Е.М. Лисицын // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2018. — № 2 (26). — С. 66—71. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10019.

- 8. Shah K. Cadmium elevates level of protein, amino acids and alters activity of proteolytic enzymes in germinating rice seeds / K. Shah, R.S. Dubey // Acta Physiol. Plant. 1998. V. 20, N. 2. P. 189–196.
- 9. Холодова В. П. Адаптация к высоким концентрациям солей меди и цинка растений хрустальной травки и возможность их использования в целях фиторемедиации / В.П. Холодова, К.С. Волков, В.В. Кузнецов // Физиология растений. -2005. Т. 52, № 6. С. 848-858.
- 10. Navacode S. A genetic analysis of aluminium tolerance in cereals / S. Navacode, A. Weidner, R. K. Varshney, U. Lohwasser, U. Scholz, M.S. Roder, A. Borner // Agric. Conspec. Sci. 2010. V. 75. No. 4. P. 191–196.

DOI 10.18699/GPB2020-110

Урожайность сортов овса в контрастных гидротермических условиях Приобской лесостепи

Сотник А.Я., к.с.-х.н., в.н.с., Костикова И.В., н.с.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции — филиал Института цитологии и генетики СО РАН, Новосибирская область, пос. Краснообск.

*e-mail: sibniirs@bk.ru

Исследования проводили в СибНИИРС — филиале ИЦиГ СО РАН в 2006—2019 гг. Материалом исследований явились 3 сорта овса селекции Сиб-НИИРС: Новосибирский 5, Новосибирский 88, Ровесник из питомника сибирского генофонда. Цель исследования — оценить сорта овса по способности формировать урожай в контрастных гидротермических условиях Приобской лесостепи Новосибирской области. Показано, что при распределении условий года на группы недостаточно использование только показателя ГТК за период развития растений. Отмечена сортовая специфичность по реализации потенциала урожайности в разных гидротермических условиях. Сорт Новосибирский 88 относится к интенсивному типу, а сорт Новосибирский 5 — к экстенсивному типу.

Ключевые слова: овес, сорт, гидротермический коэффициент, урожайность.

Yield varieties yield under contrast hydrothermal conditions of the forest steppe of the Ob region

Sotnik A.YA. Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher Kostikova I.V., Researcher

Siberian Research Institute of Plant Production and selection – branch of the Institute of Cytology and Genetics of the SB RAS, Novosibirsk Region, Krasnoobsk.

e-mail: sibniirs@bk.ru

The study was carried out at SibRIPP&B – branch ICG SB RAS in 2006–2019. The research material was 3 varieties of oats from SibNIIRS selection: Novosibirsk 5, Novosibirsk 88, the same age as the nursery of the Siberian gene pool. The analysis of yield and the main economically valuable traits of oats were carried out to determine the reaction of genotypes by their formation in years, contrasting in hydrothermal conditions (SCC). Varietal specificity was noted for the realization of the yield potential in different hydrothermal conditions. Variety Novosibirsk 88 is of the intensive type, and variety Novosibirsk 5 is of the extensive type. When distributing the conditions of the year into groups, it is not enough to use only the SCC indicator for the period of plant development.

Key words: oats, variety, hydrothermal coefficient, productivity.

Один из главных вопросов сельскохозяйственного производства — стабилизация производства зерна по годам вне зависимости от изменения погодных условий. Решение этой проблемы в значительной степени зависит от использования генотипов с высоким потенциалом продуктивности [1, 2], устойчивых к действию абиотических и биотических стрессоров региона [3]. Почвенно-климатические условия зоны возделывания оказывают решающее влияние и на реализацию потенциальной продуктивности сорта.

Цель исследования – оценить сорта овса по способности формировать урожай в контрастных гидротермических условиях Приобской лесостепи Новосибирской области.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле СибНИИРС, расположенном на расстоянии 5 км от р. п. Краснообск Новосибирского района Новосибирской области. Период изучения — с 2006 по 2019 гг. Агротехника при проведении опыта — общепринятая для зоны. Посев проводили сеялкой ССФК 7. Площадь делянки 2 ${\rm M}^2$, срок сева — преимущественно вторая декада мая. Норма высева — 5,5 млн. всхожих семян на гектар.

Материалом исследований явились 3 сорта овса селекции СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН: Новосибирский 5, Новосибирский 88, Ровесник из питомника демонстрационного сибирского генофонда. Сорта включены в группу сортового районирования при Государственном сортоиспытании по Новосибирской области [4]. Изучение сортов проводилось в соответствии с методическим указанием по изучению мировой коллекции ячменя, овса [5].

Метеорологические условия по данным метеорологической станции п. Огурцово в годы проведения исследований значительно различались по температурному фактору и по количеству осадков. Гидротермический коэффициент за период май — август (ГТК), показывающий соотношение количества осадков и суммы эффективных температур варьировал по годам от 0,59 до 3,17. Количество осадков по годам так же изменялось в широких пределах (за май-июнь от 35 до 173 %; за три месяца от 23 до 281 %).

Статистический анализ проведен по методике Б.А. Доспехова [6] с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Offise Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.Для определения реакции сортов овса по формированию элементов продуктивности в контрастных гидротермических условиях, все года распределены на две группы по гидротермическому коэффициенту за период май—август. В первую группу вошли 2007, 2009, 2013, 2015, 2017, 2018 и 2019 гг., ГТК которых были в пределах 1,42-1,94. В эти годы за май и июнь выпадало 99 % (2009 г.) — 135 % (2007 г.) от нормы осадков, а самые крайние показатели отмечены в 2019 г. — 81 % и в 2018 г. — 173 %. В этой группе выделяется 2013 г. не типичным ГТК (3,17), который был обусловлен снижением температуры воздуха на 2 градуса относительно среднемноголетних данных, и большим количеством осадков за май-август (161 % от нормы).

Во вторую группу вошли 2006, 2008, 2010, 2011, 2012, 2014 и 2016 гг., в которых ГТК был менее 1,42. В эти годы за май и июнь выпадало 35 % (2012 г.)—88 % (2008 г.) осадков от нормы, только в 2006 г. — 116 %. Эти годы можно охарактеризовать как относительно, и как сильно засушливые. Необходимо отметить, что условия 2011 и 2016 гг. характеризовались весенней и летней засухой, за май—июнь выпало только 65 и 76 % осадков от нормы, однако сорта в эти годы сформировали высокую урожайность благодаря равномерному распределению влаги по декадам.

В неблагоприятные годы недостаток влаги и высокие температуры воздуха в течение весенне-летнего периода значительно ускорили созревание растений и отрицательно сказались на зерновой продуктивности сортов.

По продолжительности вегетационного периода исследуемые сорта относятся к среднеранней группе спелости. Вариабельность продолжительности периода всходы — восковая спелость в обеих группах была незначительной, что обусловлено реакцией генотипов (таблица).

 $\it Tаблица$ — Сравнительная характеристика сортов овса по элементам урожайности

Группа годов по ГТК	Сорт	Период всходы – восковая спелость, $(x \pm Sx)$ суток, $V\%$	Число продуктивных стеблей, $(x \pm Sx)$ шт/м², V %	Вес зерна с метелки, (х ± Sx) г, V %	Урожай- ность, $(x \pm Sx)$ Γ/M^2 , V %
1	2	3	4	5	6
°,42	Новосибирский 5	74,1 ± 1,6 V = 5 %	530 ± 30* V = 12 %	$1,3 \pm 0,1$ V = 25 %	766 ± 88 V = 28 %
Годы с ГТК ≥ 1,42	Новосибирский 88	75,7 ± 1,6 V = 5 %	470 ± 33 V = 12 %	1.4 ± 0.1 V = 22 %	815 ± 66 V = 20 %
I ITI	Ровесник	75,8 ± 1,5 V = 5 %	467 ± 50 V = 13 %	1,4 ± 0,2 V = 27 %	775 ± 79 V = 25 %

1	2	3	4	5	6
°,42	Новосибирский 5	68.4 ± 1,9 V = 7 %	450± 26 V = 16 %	1.0 ± 0.1 V = 27 %	574 ± 67 V = 29 %
Годы с TK < 1,42	Новосибирский 88	68.4 ± 1,9 V = 7 %	427± 22 V = 19 %	1,1 ± 0,1 V = 34 %	489 ± 69 V = 32 %
I	Ровесник	70.6 ± 1.9 V = 7 %	394± 26 V = 31 %	1.0 ± 0.1 V = 23 %	523 ± 73 V = 34 %

^{*} в годы с ГТК $\geq 1,42$ – разность между сортами существенна при P= 0,99.

Продуктивность метелки и урожайность сортов в годы с повышенным и в годы с пониженным ГТК показали значительную степень рассеивания данных, что обусловило не существенную разность между группами. При распределении условий года на группы недостаточно использование только показателя ГТК за период развития растений, т. к. в некоторые годы с пониженным ГТК, но с равномерным распределением осадков, сорта формировали повышенную урожайность. В некоторые годы с более высоким ГТК формировалась пониженная урожайность, из-за не своевременного выпадения осадков.

Сортовые различия по формированию урожайности в разных условиях так же не существенны. Тем не менее сорт Новосибирский 88 имел наиболее высокий показатель средней урожайности в годы с Γ TK \geq 1,42, а в годы с Γ TK < 1,42 показывал наименьшую урожайность, что характеризует его как сорт интенсивного типа, реализующего свой потенциал в благоприятных условиях развития растений. Сорт Новосибирский 5 имел наиболее высокий показатель средней урожайности в годы с Γ TK < 1,42, а в годы с Γ TK \geq 1,42 показывал наименьшую урожайность, что характеризует его как сорт экстенсивного типа, сохраняющего свой потенциал в годы с засухой.

Выводы:

- 1. Отмечена сортовая специфичность по реализации потенциала урожайности в разных гидротермических условиях. Сорт Новосибирский 88 относится к интенсивному типу, а Новосибирский 5 к экстенсивному типу.
- 2. При распределении условий года на группы недостаточно использование только показателя ГТК за период развития растений.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-C-01.

Список литературы

- 1. Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России -2011. -№ 3. С. 14–22.
- 2. Сотник А.Я. Продуктивность и адаптивность сортов овса в условиях Приобской лесостепи // Сиб. Вестн. с.-х. науки. 2017. № 1 С. 38–44.
- 3. Баталова Г.А. Методология создания продуктивных, эколгически устойчивых сортов овса пленчатого / Г.А. Баталова, С.Н. Шевченко, Е.М. Лисицын, М.В. Туля-

- кова, И.И. Русакова, В.А. Железникова, Т.П. Градобоева // Российская сельскохозяйственная наука. -2017.- № 6.- C. 3-6.
- 4. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур по Новосибирской области на 2019 год / Филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Новосибирской области Минист.сельск. хоз. РФ. Новосибирск. 2019. 148 с.
- 5. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ГНУ ВИР Россельхоза-калемии. 2012. 63 с.
- 6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) Б.А. Доспехов. 6-е изд., стер. М.: ИД Альянс, 2011.-352c.

DOI 10.18699/GPB2020-111

Молекулярно-генетическая характеристика образцов озимой мягкой пшеницы в связи с селекцией на устойчивость к полеганию

Сычева Е.А. 1* , Бондаревич Е.Б. 1 , Соловей Л.А. 1 , Шимко В.Е. 1 , Гордей С.И. 2 , Дубовец Н.И. 1

¹Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь;

² Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино, Республика Беларусь.

*e-mail: E.Sycheva@igc.by

Изучены кариотипы и аллельное состояние генов короткостебельности Rht-B1, Rht-D1 и Rht8 у 32 сортов и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы. Установлено, что 6 образцов содержат в кариотипе транслокацию 1RS.1BL, у 4 образцов выявлена делеция 5BS.5BL-del. В проанализированном селекционном материале преобладали (37,5 %) растения с генотипом Rht-B1a, Rht-D1a, Rht8b. В 18,8 % случаев присутствовал генотип Rht-B1b, Rht-D1a, Rht8b, с одинаковой частотой 9,4 % встречались генотипы Rht-B1a, Rht-D1a, Rht8a / Rht-B1a, Rht-D1b, Rht8a / Rht-B1a, Rht-D1b, Rht8b. Генотипы Rht-B1a, Rht-D1a, Rht8c и Rht-B1a, Rht-D1b, Rht8j выявлены у 6,3 % образцов.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, устойчивость к полеганию, ДНК-маркеры, кариотип, С-бэндинг.

Molecular Genetic Characteristics of Winter Wheat Varieties and Lines in Connection with Breeding for Lodging Resistance

SychevaE.A.¹, Bondarevich E.B.¹, Solovey L.A.¹, Shimko B.E.¹, Gordey S.I.², Dubovets N.I.¹

¹Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus; ²Scientific and Practical Centre for Arable Farming, Zhodino, Republic of Belarus.

The karyotypes and allelic status of Rht-B1, Rht-D1and Rht8 genes were studied in 32 winter wheat varieties and breeding lines. It was found that 6 samples contain the 1RS.1BL translocation in the karyotype and 5BS.5BL-del deletion was identified in 4 f samples. Plants with the Rht-B1a, Rht-D1a and Rht8b genotype predominated in the analyzed breeding material (37.5%). In 18.8% of cases, the Rht-B1b, Rht-D1a and Rht8b genotype was present. With the same frequency of 9.4%, Rht-B1a, Rht-D1a, Rht8a / Rht-B1a, Rht-D1b, Rht8b genotypes were observed. Rht-B1a, Rht-D1a, Rht8c and Rht-B1a, Rht-D1b, Rht8j genotypes were detected in 6.3% of samples.

Key words: winter wheat, lodging resistance, DNA markers, karyotype, C-banding.

Введение. В селекции мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию основным направлением работы является использование генов короткостебельности. У *Triticum aestivum* L. идентифицировано более 20 генов, оказывающих влияние на формирование высоты растения [1], из них в селекции широко используются гены *Rht-B1*, *Rht-D1* и *Rht8*. Для этих локусов выявлены серии множественных аллелей, контролирующих разную степень снижения высоты растения [2–5]. Поскольку гены короткостебельности и их аллели различаются по силе воздействия на развитие растения и влиянию на формирование хозяйственно-ценных признаков, целесообразно проведение узконаправленной селекции сортов и подбор наиболее пригодных для конкретных условий культивирования *Rht* -генов и генотипов.

В статье представлены результаты кариотипирования сортов и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы и ДНК-типирования у них генов короткостебельности в связи с селекцией на устойчивость к полеганию в Республике Беларусь.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужила коллекция из 16 сортов разного экологического происхождения (Капылянка, Влади, Ода, Канвеер, КВС Малибу, Балитус, Тобак, Проспер, Кубус, Фамулус, Балатон, Побак, Августина, Гирлянда, Этюд, Александр) и 16 селекционных образцов озимой мягкой пшеницы, отобранных в НПЦ НАН Беларуси по земледелию по результатам полевых оценок перезимовки, устойчивости к болезням и урожайности. Для определения геномной структуры экспериментального материала был использован метод дифференциального окрашивания хромосом по Гимза (С-бэндинг) [6]. Выявление аллельного состояния генов короткостебельности *Rht-B1*, *Rht-D1* и *Rht8* проводилось с использованием праймеров в модификации Zhang X. et al. [7].

Результаты исследований. Принимая во внимание тот факт, что в

селекции пшеницы широко используется отдаленная гибридизация, для эффективного планирования селекционной работы большое значение имеет точная информация о хромосомном составе образцов. В ходе исследования установлено, что большинство образцов (21 из 32 образцов) рабочей коллекции озимой пшеницы характеризуются геномной структурой AABBDD (2n=42) без структурных перестроек и замещений хромосом. Сорта озимой пшеницы Влади, Августина, Гирлянда и Этюд, а также селекционные образцы ПСИ 17-6 и ПСИ 18-35 содержат в кариотипе в дисомном состоянии пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL. Образцы ПСИ 17-11, ПСИ 17-26 и сорта КВС Малибу и Проспер несут в дисомном состоянии делецию 5ВS.5BL-del. Селекционный образец 084-40/4-11 является неоднородным по хромосомному составу и содержит растения как без хромосомных перестроек, так и с хромосомной аберрацией 5ВS.5BL-del. в моносомном состоянии.

Анализ коллекции по аллельному составу гена Rht-B1 показал, что 6 образцов (Александр, Побак, Тобак, КВС Малибу, ПСИ 17-6, ТИТ-18) содержат в гомозиготном состоянии мутантный аллель Rht-B1b, обуславливающий снижение высоты растения. Остальные образцы являются гомозиготными по дикому аллелю Rht-B1a. Для гена Rht-D1выявлено 2 аллеля – a и b, при этом мутантный аллель короткостебельности Rht-D1b присутствовал в генотипе 8-ми проанализированных образцов пшеницы (Ода, Канвеер, Проспеер, Кубус, ПСИ 17-26, ПСИ 18-32, ЭтW1, ПСИ 18-22). Для изучения аллельного состояния гена Rht8 был использовансцепленный с ним микросателлитный локус Хдумт261. В ходе фрагментного анализа полученных продуктов ПЦР было установлено, что в исследованном селекционном материале присутствуют пять типов аллелей локуса Хдим 261-164 п.н., 174 п.н., 190 п.н., 192 п.н., 196 п.н. Аллель Rht8a (фрагмент 164 п.н.), способствующий увеличению высоты растений на 3-4 см, обнаружен у 6 селекционных образцов. Аллель Rht8b (174 п.н.), не оказывающий влияния на целевой показатель, выявлен у большинства исследованных образцов (у 23 из 32 образцов). Коммерчески значимый аллель Rht8c (192 п.н.), также как аллель Rht8j (196 п.н.), присутствовал у 2-х образцов.

В ходе анализа не выявлено селекционных образцов с комбинациями в генотипе нескольких коммерчески значимых аллелей короткостебельности. В проанализированном селекционном материале с наибольшей частотой (37,5 %) встречался генотип с комбинацией аллелей *Rht-Bla*, *Rht-Dla* и *Rht8b*. В 18,8 % случаев присутствовал генотип *Rht-Blb*, *Rht-Dla*, *Rht8b*, с одинаковой частотой 9,4 % встречались генотипы *Rht-Bla*, *Rht-Dla*, *Rht8a* / *Rht-Bla*, *Rht-Dlb*, *Rht8a* / *Rht-Bla*, *Rht-Dlb*, *Rht8a* / *Rht-Bla*, *Rht-Dlb*, *Rht8b*. Генотипы *Rht-Bla*, *Rht-Dla*, *Rht8c* и *Rht-Bla*, *Rht-Dlb*, *Rht8j* выявлены у 6,3 % образцов. Преобладание в селекционном материале образцов с аллелями *Rht8b* и *Rht8a* может быть связано с влиянием аллельного состава гена *Rht8* не только на высоту

растений, но и на их морозо- и зимостойкость [8]. Поскольку основным критерием при формировании рабочей коллекции сортов и селекционных образцов озимой пшеницы являлась хорошая перезимовка, а специфика погодных условий года способствовала проведению «жесткого» отбора образцов, то растения с аллелем Rht8c, характеризующиеся наименьшей устойчивостью к негативным факторам перезимовки, могли не пройти отбор.

Заключение. В ходе проведенного молекулярно-цитогенетического анализа получена точная информация о хромосомном составе включенных в исследование сортов и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы, которую необходимо учитывать при анализе эффектов генов короткостебельности на устойчивость к полеганию, а также при разработке схемы гибридизации. В результате молекулярного анализа не выявлено селекционных образцов с комбинациями нескольких коммерчески значимых аллелей короткостебельности в генотипе. Проведенные исследования позволяют предположить, что отбор по уровню перезимовки может способствовать закреплению в селекционном материале аллеля *Rht8b*, ассоциированного, повидимому, с лучшей зимостойкостью в условиях Беларуси. Это подтверждает важность целенаправленного подбора наиболее эффективных для региона возделывания сочетаний аллелей короткостебельности.

Список литературы

- 1 McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Somers D.J., Appels R. and Devos K.M. Catalogue of Gene Symbols for Wheat. 2012.
- 2 Peng, J.R. 'Green Revolution' Genes Encode Mutant Gibberellin Response Modulators / J.R. Peng, D.E. Richards, N.M. Hartley, G.P. Murphy, K.M. Devos, J.E. Flintham // Nature. 1999. V. 400. P. 256–261.
- 3 Divashuk, M.G. Identity of the *Rht-11* and *Rht-B1e* Reduced Plant Height Genes / M.G. Divashuk, A.V. Vasilyev, L.A. Bespalova, G.I. Karlov // Russian Journal of Genetics. 2012. V. 48(7). P. 761–763.
- 4 Korzun, V. Genetic analysis of the dwarfing gene Rht8 in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / V. Korzun, M. Roder, M. Ganal, A.J. Worland // Theoretical and Applied Genetics. 1998. V. 96. P. 1104–1109.
- 5 Liu, Y. Allelic variation, sequence determination and microsatellite screening at the XGWM261 locus in Chinese hexaploid wheat (Triticum aestivum) varieties / Y. Liu, D. Liu, H. Zhang, J. Wang, J. Sun, X. Guo, A. Zhang // Euphytica. 2005. V. 145. P. 103–112.
- 6 Badaeva E.D., Badaev N.S., Gill D.S. *et all*. Intraspecific karyotype divergence in Triticum araraticum (Poaceae) // Plant Syst Evol. 1994. Vol. 192. No 1. P. 117–145.
- 7 Zhang, X., Yang, S., Zhou, Y.,He, Z., Xia, X. Distribution of the *Rht-B1b*, *Rht-D1* and *Rht8* reduced height genes in autumn-sown Chinese wheats detected by molecular markers / X. Zhang [et al.] // Euphytica. 2006. Vol. 152, №1. P. 109–116.
- 8 Эффекты аллелей гена *Rht8* по агрономическим признакам у озимой мягкой пшеницы в условиях степи юга Украины / В.И. Файт [и др.] // Цитология и генетика. -2007. T.41, № 2. C.30–36.

Перспективы культивирования партенокарпической яблони

Терлецкий В.К. 1* к.б.н., доцент; Решетюк О.В. 2 к.б.н., доцент.

 1 Луцкий институт развития человека Университета «Украина», Луцк, Украина;

²Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича, Черновцы, Украина.

*e-mail: filipter@rambler.ru

Описаны результаты культивирования партенокарпической яблони «Буковинка» на Украинском Полесье (Волынская область). Рекомендованы способы размножения этой яблони прививками и окулировками. Обоснованы перспективы распространения «Буковинки» в северных широтах, где существуют трудности опыления плодовых.

Ключевые слова: партенокарпия, плодоводство, прищепа, подщепа.

The prospects of parthenocarpal apple-tree's cultivation

Terletsky V. candidate of biological science, docent of Lutsk man development institute at University "Ukraine" (Lutsk, Ukraine)

Reshetjuk O. candidate of biological science, docent of Cherniwetsky National University (Cherniwtsy, Ukraine).

There are results of parthenocarpal apple-tree's cultivation at Ukrainian Polissya described (Vohlyn region). The authors have recommended the methods of this apple-tree reproduction by grafting and spotting. The prospects of parthenocarpal apple-tree spreading in north latitudes havebeen motivated, where are existing difficulties with fruits pollination.

Key words: parthenocarption, fruit-growing, slip-engraft, bud-engraft.

Партенокарпические формы встречаются как естественные мутации у плодовых, когда плоды образуются не в результате оплодотворения, а саморазвитием цветоложа. В частности, у *Malus domestica* Borkh. они известны как сорты «Чудачка» и «Матрешка», в Белорусии – «Дарунак» (вегетативная партенокарпия) [3]. Есть партенокарпические яблони и в Украине, хотя они мало изучены и редко культивируются в практике садоводства. Вместе с тем использование партенокарпических форм в селекции является чрезвычайно перспективным направлением садоводства, учитывая не только биологическую уникальность партенокарпии, а и ее высокие потенциальные возможности, в первую очередь, их стойкость против вредителей и болезней, а также полную независимость от насекомых опылителей [1–3]. Последнее крайне важно для северных регионов, где климатические условия создают

для садоводства дополнительные сложности (отсутствие опылителей, неблагоприятные погодные условия в период цветения плодовых и т.д).

Изучали на протяжении 2001–2019 гг. партенокарпическую яблоню *М. domestica* буковинского происхождения (Черновицкая область), которую культивировали в условиях Полесья (Волынская область). Материнское дерево произрастало на частном садовом участке (г. Сторожинец Черновицкой области) еще в начале прошлого века, а позднее (в 90-х годах) оно погибло. Размножали партенокарпическую яблоню, названную нами «Буковинка», прививками в 2 срока: весенними черенками в апреле и летними почками в августе (окулировкой). Для подщеп использовали дички *М. domestica*. В обоих случаях процент приживания прищеп оказался достаточно высоким и составил соответственно 90 и 86 %. Таким образом, размножение партенокарпической яблони «Буковинки» обычными для садоводства методами не составляет особенных трудностей для распространения этого перспективного сорта в культуре.

Анализ хода роста «Буковинки» показал достаточно стабильные показатели годичных приростов, на которых мало сказывались местные экстремальные зимние температуры, которые в отдельные годы понижались до -25—30 °С. Сорт «Буковинка» не страдает от изменчивости погодных условий (суровые зимы, ранневесенние заморозки, засуха и т.д.) и, что особенно важно, от отсутствия насекомых-опылителей. По показателям приростов экспериментальные экземпляры «Буковинки» существенно превышают большинство местных сортов *М. domestica*, которые произрастают рядом (в среднем, на 8—16 %). Кроме того, в сравнении с ними «Буковинка» совсем или почти совсем не поражается вредителями и болезнями, в частности тлей, долгоносиками, плодожорками, мучнистыми грибами, паршой, раком. Эти особенности партенокарпической яблони особенно ценны для практического садоводства в условиях Полесья.

Первое цветение прищеп наблюдается на второй год после прививки (в отдельных случаях единичное распускание цветков -1–3 шт./пог. м побега — можно получить уже в первое лето). Эти цветки имеют своеобразную для партенокарпических видов M. domestica, структуру. Они полностью лишены лепестков и пестиков. Цветок окружен только чашелистиками, которые образуют своеобразную форму «чашечки». Такая структура цветка послужила причиной народного названия «Буковинки»: «Яблоня, которая не иветет, а плодоносит».

Цветки «Буковинки» появляются в пазушных соцветиях по 1–3 шт., но на протяжении первых 3–4 лет после прививки плодов они не образуют и осыпаются. Эта особенность характерна прищепам, кроме которых на подщепах сохраняются побеги материнского сорта или другие генерирующие прищепы. Мы это явление считаем биологическим «тяготением» подщепы к

более прогрессивному плодоношению путем опыления и полового оплодотворения цветков на побегах, которые сохранили эту способность типичных цветковых растений. Если подобных побегов на подщепе нет, плодоношение «Буковинки» наступает раньше.

«Буковинке» также не присуща способность повторного цветения в августе-сентябре, которое в отдельные благоприятные годы можно наблюдать у яблонь местных сортов. Следует отметить, что повторное цветение у местных сортов M. domestica Волынской области не заканчивается плодоношением, в отличие от такого же явления у $Rubus\ idaeus\ L$. и других представителей семейства Rosaceae, а потому оно не имеет существенного значения для плодоводства.

Первые плоды на ветках «Буковинки» образуются на 5–6 год после прививки. Сначала они единичные, размером не более 7–8 см в диаметре. Плоды созревают в конце июля – в начале августа. Они имеют характерную пестро-розовую окраску поверхности, сладкие на вкус и ароматные. Следует отметить, что на срезе плода проявляются типичные признаки партенокарпии: полное отсутствие семян и окруженных пленками семенных камер. Плоды «Буковинки» хорошо сохраняются на протяжении осени и не теряют при этом высоких вкусовых качеств.

В последующие годы интенсивность плодоношения «Буковинки» резко возрастает и в возрасте 15–20 лет достигает 6–8 пл./пог.м (110–140 кг/дерево). Плодоношение этого сорта достаточно стабильно и не уменьшается больше чем на 10–15 % в экстремальные по погодным условиям годы. Одновременно увеличиваются размеры плодов до 10–12 см в диаметре и улучшаются их качественные характеристики.

Выводы. Партенокарпическая яблоня *Malus domestica* сорта «Буковинка» целиком перспективна для широкого внедрения ее в культуру плодоводства не только в условиях Прикарпатья (Буковины), а и в более северных широтах Полесья Украины. Ее положительные особенности (стойкость при значительных перепадах температур и экстремальных изменениях погоды, стойкость против вредителей и болезней, высокое качество плодов и независимость плодоношения от наличия насекомых-опылителей) свидетельствуют о перспективности распространения сорта «Буковинки» в культуре садоводства, что крайне важно для более северных широт, где активность насекомых-опылителей существенно ограничена.

Список литературы

- 1. Гюльмагометова Ш.А. Использование медоносных пчел для формирования урожая яблони в адаптивно-ландшафтной технологии плодоводства Республики Дагестан. Автореф. диссерт. канд.сельхоз.наук. / Ш.А. Гюльмагомедова. Ставрополь: 2004. 20 с.
- 2. Козлов Н.Е. оценка перспективности плодовых сортов яблони по содержанию флавоноидов в генеративной сфере цветков. Автореф. дисссерт. канд.сельхоз.наук. /

H.Е. Козлов. – Мичуринск: 2012. – 23 с.

3. Седов Е.Н. Программы, методы, приемы селекции яблони, их развитие и совершенствование. / Е.Н. Седов. // Вавиловский журнал генетики и селекции. - Т.17, №3, 2013.- С.487-498.

DOI 10.18699/GPB2020-113

Исследование мутагенного эффекта фосфемида на генотипах ячменя по полевой всхожести семян и разнообразию мутаций

Тетянников Н.В. 1 , к.с.-х.н., н.с.; Боме Н.А. 2 , д.с.-х.н., профессор; Вайсфельд Л.И. 3 , главный специалист.

¹ΦГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», Москва, Россия, tetyannikovnv@ya.ru;

 2 ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тюмень, Россия, bomena@mail.ru;

³Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской Академии наук, Москва, Россия, liv11@yandex.ru.

В статье показана возможность использования химического мутагена фосфемида для расширения генотипического разнообразия ячменя. Определена реакция изучаемых образцов на обработку мутагеном по полевой всхожести семян. Получены мутантные популяции, различающиеся по частоте и спектру мутаций. Выделены перспективные формы ячменя, которые могут быть использованы в качестве исходного материала в селекционных программах.

Ключевые слова: ячмень, индуцированные мутации, мутационная селекция, ценный признак, химический мутаген.

Research of the mutagenic effect of phosphemide of barley genotypes on field germination of seeds and the variation of mutations

Tetyannikov N.V.¹, Bome N. A.², Weisfeld L.I.³.

¹All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia.

²University of Tyumen, Tyumen, Russia.

³Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

In article was presented the possibility of using of the chemical mutagen phosphemide for expansion of the genotypic diversity of barley. The reaction of the studied samples to treatment with a mutagen on the field germination of seeds was determined. Mutant populations differing in the frequency and spectrum of mutations were obtained. Promising forms of barley that can be used as starting material in breeding programs were highlighted.

Keywords: barley, induced mutations, mutational selection, utility character, chemical mutagens.

Роль индуцированного мутагенеза в селекции сельскохозяйственных культур достаточна велика. Использование мутагенных агентов обеспечивает расширение генетической изменчивости количественных признаков растений, за счет образования новых неизвестных аллелей, способствующих созданию ценного исходного материала для селекции [1, 2].

Согласно сведениям, приведенным Jankowicz-Cieslak J. и др. (2017), ячмень занимает второе место, после риса по числу официально зарегистрированных мутантных сортов (свыше 280). Отмечается, что применение химических мутагенов дает больший выход полезных мутаций, чем применение физических факторов [3]. При этом наибольший результат наблюдается в улучшении морфологических признаков и биологических свойств, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, увеличении качества и продуктивности растений [4].

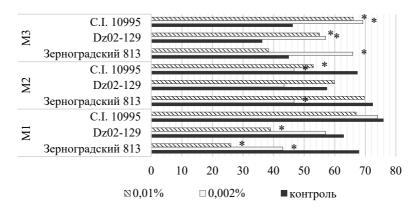
В настоящее время развитие мутационной селекции связано с поиском новых агентов, обладающих высокой мутагенной активностью, и изучением специфичности их действия на различные сельскохозяйственные культуры. Для ячменя таким мутагеном является фосфемид (ди-(этиленимид)пиримидил-2-амидофосфорной кислоты).

Материал и методы исследования. С целью изучения мутагенного эффекта фосфемида нами были отобраны три образца ячменя по результатам комплексной оценки в коллекционном питомнике, различавшихся по принадлежности к ботанической разновидности и эколого-географическому происхождению: Зерноградский 813 (к-30453, Россия, var. erectum), Dz02-129 (к-22934, Эфиопия, var. nigripallidum), С.І. 10995 (к-30630, Перу, var. sinicum). Сухие семена обрабатывали водным раствором мутагена в концентрациях 0,002 % ($2\cdot10^{-3}M$) и 0,01 % ($1\cdot10^{-2}M$), при экспозиции 3 часа, с последующим промыванием в проточной водопроводной воде в течение 40 мин. Контролем служили семена, выдержанные в дистиллированной воде.

Полевое исследование (2016—2018 гг.) проведено на экспериментальном участке биостанции «Озеро Кучак» Тюменского государственного университета. Почва окультуренная дерново-подзолистая, супесчаная. Количество семян каждого образца — 300 шт. В первом поколении (M_1) высевали по 25 семян (повторность 4-кратная); во втором (M_2) и третьем (M_3) поколениях — семьями по 20 шт. на делянках с учетной площадью 1 M_2 .

Результаты и их обсуждение. Информативным критерием реакции ячменя на мутагенную обработку является полевая всхожесть семян. В первом поколении (M_1) в контроле этот показатель у сорта Зерноградский 813 составил 68,0 %, Dz02-129-63,0 %; С.І. 10995-76,0 %. Достоверное снижение всхожести отмечено у сорта Зерноградский 813 на 42,0 %, а также у Dz02-129 на 24,0 % в опытном варианте с концентрацией 0,01 %. Образец

С.І. 10995 существенных различий с контролем не продемонстрировал (рисунок).



Полевая всхожесть семян, %.

Примечание: *- различия достоверны при сравнении с контролем при P<0,05. Рисунок. Влияние различных концентраций фосфемида на полевую всхожесть семян ячменя в трех мутантных поколениях (M_1 , M_2 , M_3).

Схожая тенденция в опытных вариантах прослеживалась и во втором поколении (M₂), так достоверные различия с контролем отмечены у образца из Перу при двух концентрациях и у сорта Зерноградский 813 при концентрации 0,002 %. В M₃ при прорастании семян в крайне неблагоприятных условиях получены низкие показатели всхожести в контроле (Зерноградский 813 – 45,0 %; Dz02-129 – 36,3 %, C.I. 10995 – 46,3 %). В вариантах с фосфемидом отмечено статистически значимое увеличение всхожести у сорта Зерноградский 813 при концентрации 0,002 % (на 20,9 %), у образцов из Эфиопии и Перу при двух концентрациях (на 18,7–22,9 %). Полученные данные позволяют предположить о повышении толерантности растений мутантных популяций к стресс-факторам в результате жесткого отбора под действием мутагена.

Частота и спектр индуцированных мутаций имеет прямое практическое значение при использовании химических мутагенов в селекционной работе. Всего нами было проанализировано 3031 растений, в том числе 2870-из семян, обработанных фосфемидом, относящихся к 286 семьям (потомство отдельных растений M_1). Начиная с поколения M_2 отбирали растения с видимыми отличиями от исходных форм, общий процент которых составил 7,2%. В варианте с концентрацией 0,002% отобрано 100 растений (6,9%), варианте 0,01%-117 (8,2%), по семьям -21,0% и 18,2%, соответственно. Среди образцов максимум изменений отмечен у С.І. 10995 (44,6%) семей или

48,9 % растений).

В поколении М2 в широком спектре наряду с нежелательными признаками (изменения в строении колоса, булавовидность, ветвистость, искривления остей и выступа колосового стержня), выделены формы, перспективные для селекционного использования (раннеспелые, низкорослые, устойчивые к полеганию, с восковым налетом на соломине, крупноколосые); также в ряде семей обнаружены мутации, связанные с изменением ботанической разновидности, окраски колоса и остей. Стоит обратить внимание на специфичность в индуцировании различных типов мутаций в зависимости от генотипа и концентрации раствора мутагена. Только у образца С.І. 10995 (var. sinicum) наблюдалось появление других разновидности (var. pallidumu var. nutans); в варианте с 0,01 % обработкой отобрано 19,7 % растений, при 0,002 % – 2,0 %. Изменение окраски колоса и остей, в сочетании с интенсивным восковым налетом на соломине отмечено только у образца Dz02-129 (к-22934, var. nigripallidum), что предположительно может объясняться мутацией в гене Blpl, отвечающим за черную окраску зерновки. В работе О.Ю. Шоевой с соавторами показано, что доминантные аллели Blpl.b (B), Blpl. Mb (B^{mb}) , Blpl.g (B^g) способны определять насыщенный черный, темный и серый цвет зерновки [5]. Изменениями в строении колоса характеризовались 12 растений из 10 семей сорта Зерноградский 813. У многих мутантов, отобранных в M_2 , наблюдалась константность в проявлении признаков в M_3 .

Заключение. Таким образом, на основании полученных данных, можно заключить, что специфичность фенотипического проявления индуцированных мутаций связана с генотипическими особенностями образцов ячменя, оказывающих влияние на мутационную изменчивость. Показана зависимость полевой всхожести семян в M_1 и M_2 от концентрации мутагена. В M_3 семена мутантных популяций в отличие от контрольных, были более устойчивы к температурному и водному стрессам, и обеспечили относительно высокую полевую всхожесть. Высокая концентрация фосфемида 0,01% способствовала большему выходу растений с изменениями. Максимальным числом изменений, выявленных в M_2 и подтвержденных в M_3 , характеризовался С.І. 10995 (к-30630), низкой мутабильностью отличался сорт Зерноградский 813 (к-30453).

Списоклитературы

- 1. Oladosu Y. Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review / Y. Oladosu, M.Y. Rafii, N. Abdullah, G. Hussin, A. Ramli, H.A. Rahim, G. Miah, M. Usman // Biotechnology & Biotechnological Equipment, Vol. 30 (1), 2016. Pp. 1–16, DOI: 10.1080/13102818.2015.1087333.
- 2. Raina A. Role of Mutation Breeding in Crop Improvement Past, Present and Future / A. Raina, R.A. Laskar, S. Khursheed, R.Amin, Y. R. Tantray, K. Parveen, S. Khan // Asian Research Journal of Agriculture, №2 (2), 2016. Pp. 1–13.
- 3. Jankowicz-Cieslak J. Mutagenesis for Crop Breeding and Functional Genomics / J. Jankowicz-Cieslak, C. Mba, B.J. Till // Biotechnologies for Plant Mutation Breeding, 2017.

- Pp. 3-21. DOI: 10.1007/978-3-319-45021-6 1.
- 4. Jankowicz-Cieslak J. Chemical Mutagenesis of Seed and Vegetatively Propagated Plants Using EMS / J. Jankowicz-Cieslak, B.J. Till // Current Protocols in Plant Biology, Vol. 1 (4), 2016. Pp. 617–635. DOI: 10.1002/cppb.20040.
- 5. Шоева, О.Ю. Гены, контролирующие синтез флавоноидных и меланиновых пигментов ячменя / О.Ю. Шоева, К.В. Стрыгина, Е.К. Хлесткнина // Вавиловский журнал генетики и селекции, №22 (3), 2018. С. 333–342.

DOI 10.18699/GPB2020-114

Результаты изучения новой низкопентозановой популяции озимой ржи в условиях Красноярского края

Тимина $M.A.^{*l}$, к.с.-х.н., в.н.с.; Кобылянский $B.Д.^2$, д.б.н., г.н.с.; Солодухина $O.B.^2$, д.б.н., в.н.с.

¹Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Красноярск, Россия;

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург, Россия.

*e-mail: marina3912@mail.ru

В условиях Красноярского края изучены хозяйственные и биологические свойства новой низкопентозановой популяции озимой ржи (селекционный номер 51/14). Образец 51/14 продемонстрировал хорошую зимостойкость, превосходит районированные сорта по продуктивности, отличается укороченной прочной соломиной, высокой устойчивостью к полеганию, повышенной крупностью зерна. В 2019 году образец 51/14 принят на Государственное испытание с названием Арга.

Ключевые слова: озимая рожь, водорастворимые пентозаны, продуктивность, зимостойкость, устойчивость к полеганию.

Results of studying a new low-pentosan population of winter rye in the conditions of Krasnoyarsk Region

M.A. Timina¹, V.D. Kobylyansky², O.V. Solodukhina²

¹Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the SB of the RAS", Krasnoyarsk, Russian Federation.

²N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources, Sankt-Petersburg, Russian Federation.

In the conditions of the Krasnoyarsk region, the economic and biological properties of the new low-pentosan winter rye population were studied (selection

number 51/14). Sample 51/14 showed good winter hardiness, exceeds the zoned varieties in terms of productivity, differs in shortened strong straw, high resistance to lodging, increased grain size. In 2019, sample 51/14 was accepted for state testing with the name Arga.

Key words: winter rye, water-soluble pentosans, productivity, winter hardiness, lodging.

Селекционная работа с озимой рожью в Красноярском НИИСХ направлена на получение сортов, сочетающих в себе высокую урожайность с зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и хорошим качеством зерна. В настоящее время совместно с Федеральным исследовательским центром Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова реализуется проект по созданию сортов озимой ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов (ВРП) в зерне. Благодаря улучшенному биохимическому составу зерно таких сортов может использоваться как в пищевой, так и в комбикормовой промышленности. В 2018 году в Государственный реестр селекционных достижений был включен сорт Красноярская универсальная с содержанием ВРП 0,5-0,8 %. Красноярская универсальная характеризуется высокой продуктивность, зимостойкостью, устойчивостью к полеганию, хорошими хлебопекарными качествами и высокой энергетической ценностью зерна [1]. В результате дальнейших селекционно-генетических исследований на основе донора низкого содержания водорастворимых пентозанов и короткостебельности создан образец (селекционный номер 51/14) с содержанием ВРП менее 1 %. Цель данного исследования – изучить хозяйственные и биологические свойства новой низкопентозановой популяции в почвенно-климатических условиях Красноярского края.

При создании новой популяции использовали метод внутрипопуляционных накопительных и парных скрещиваний [2]. Полученный материал изучали в селекционном севообороте Красноярского НИИСХ в зоне открытой лесостепи по раннему пару. Почва участка — чернозем выщелоченный. Норма высева — 5 млн. всхожих зерен на гектар, площадь делянки 18 м². Повторность — четырехкратная. Посев осуществляли сеялкой СКС-6-10, уборку — комбайном «Сампо-500». Фенологические наблюдения и оценку номеров проводили согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [3]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы SNEDEKOP [4].

Объектом исследования служили перспективный номер озимой ржи 51/14 и сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений по Восточно-Сибирскому региону: Енисейка, Синильга, Красноярская универсальная. Стандартный сорт — Енисейка.

Годы исследования различались по температурному режиму, количеству и распределению осадков, что позволило оценить материал по устойчивости к различным факторам среды. Условия перезимовки и весенне-летнего периода в 2017 году были в целом благоприятными для возделывания культуры. Ливневые дожди во второй и третьей декаде июля 2017 года повлияли на устойчивость растений ржи к полеганию. В 2018 году перезимовка проходила в сложных условиях. В третьей декаде января среднесуточная температура воздуха составляла -35 °C, в течение двух дней температура опускалась до -40 °C. В 2019 году условия перезимовки были благоприятными, в мае в период отрастания и закладки колоса наблюдался дефицит осадков.

Самая высокая урожайность за годы исследований была зафиксирована в 2017 году, самая низкая — в 2019. В 2017 году средняя урожайность по опыту составила 40,6 ц/га, стандарта — 38,5 ц/га, в 2018 — 38,8 ц/га и 38,5 ц/га, в 2019 — 35,7 ц/га и 34,4 ц/га соответственно. Перспективный номер 51/14 обеспечил достоверные прибавки урожайности в 2017 и в 2019 годах, в 2018 — находился на уровне стандарта. В среднем за три года урожайность номера составила 40,5 ц/га, что на 3,4 ц/га превышает стандарт (табл. 1). Красноярская универсальная в 2017 году достоверно превышала стандарт, в остальные годы находилась на его уровне. Сорт Синильга формировал одинаковую со стандартным сортом Енисейка урожайность за все годы исследования.

 $\it Tаблица~1$ — Урожайность образцов озимой ржи. Красноярский НИИСХ, 2017—2019 гг.

6	Урожайность, ц/га						
Сорт, образец	2017	2018	2019	среднее			
Енисейка, стандарт	38,5	38,5	34,4	37,1			
Синильга	38,6	38,3	33,8	36,9			
Красноярская универсальная	42,5	38,9	35,8	39,1			
51/14	42,8	39,7	38,9	40,5			
HCP ₀₅	2,4	2,5	2,4				

Исследования показали, что популяция 51/14 успешно прошла перезимовку в условиях открытой лесостепи Красноярского края, в том числе в неблагоприятном по метеоусловиям 2018 году. В среднем за три года зимостойкость номера составила 4,9 балла (табл. 2).

Таблица 2 – Агробиологическая характеристика образцов озимой ржи. Крас-

ноярский НИИСХ, 2017–2019 гг.

	Сорт, образец						
Показатель	Енисейка, стандарт	Синильга	Красноярская универсальная	51/14			
Зимостойкость, балл	5,0	5,0	5,0	4,9			
Устойчивость к полеганию, балл	4,7	4,5	4,9	5,0			
Высота растений, см	110	130	115	100			
Число продуктивных стеблей, шт./м ²	487	417	492	489			
Число зерен в колосе, шт.	46,0	48,7	49,8	57,1			
Масса 1000 зерен, г	25,5	25,3	28,4	29,9			

Устойчивость к полеганию — один из важнейших показателей, определяющий ценность сортов озимой ржи. Проявление данного признака во многом зависит от высоты растений. Популяция 51/14 — самая низкорослая из изученных сортов (высота растений 100 см). За все годы исследований устойчивость к полеганию номера 51/14 составила 5 баллов. Наиболее четко преимущество новой популяции проявилось в 2017 году. На фоне ливневых дождей с сильным ветром в период полной спелости устойчивость к полеганию составила: Енисейка — 4 балла, Синильга — 3,5 балла, Красноярская универсальная — 4,5 балла, 51/14 — 5 баллов.

Анализ элементов структуры урожая показал, что популяция 51/14 по плотности продуктивного стеблестоя находится на одном уровне со стандартом, существенно превосходя его по озерненности колоса и крупности зерна.

Таким образом, новая низкопентозановая популяция (селекционный номер 51/14) успешно зимует в условиях открытой лесостепи Красноярского края. В 2017 и 2019 годах популяция существенно превысила стандарт по урожайности, в 2018 году продуктивность нового номера находилась на уровне стандарта. Популяция 51/14 отличается укороченной прочной соломиной, превосходит районированные сорта по устойчивости к полеганию, озерненности колоса и крупности зерна. В 2019 году номер 51/14 принят на Государственное испытание с названием Арга.

Список литературы

- 1. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Тимина М.А., Плеханова Л.В., Количенко А.А., Ломова Т.Г. Новый сорт озимой ржи Красноярская универсальная // Достижения науки техники АПК. Т. 33. № 7. С. 13–16.
- 2. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Лунегова И.В., Новикова С.П., Хлопюк М.С., Макаров В.И. Создание низкопентозановой ржи и возможности ее использования на корм животным // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178. Вып. 1. С. 31–40.

- 3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.Колос. 1985. 269 с.
- 4. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: ГУПРПО СО РАСХН. 2004.162 с.

DOI 10.18699/GPB2020-115

Исходный материал для селекции озимой пшеницы в Удмуртской Республике

Торбина И.В. к.с.-х.н., с.н.с.

Удмуртский НИИСХ – филиал ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (Удм-ФИЦУрО РАН); Ижевск, Россия.

e-mail: torbinaiv@udman.ru

Целью данных исследований явилось изучение набора образцов озимой пшеницы из Коллекции генетических ресурсов растений ВИР по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выделение наиболее адаптивных сортов для условий Удмуртской Республики. Значительное колебание урожайности озимой пшеницы по годам предопределяет важность селекции в регионе на повышение устойчивости генотипов к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды. Показатель уровня и стабильности изучаемых сортов (ПУСС) коллекционного питомника по урожайности определяли по методике Э.Д. Неттевича (1985). Выявлены сорта, в среднем за 2016 и 2017 гг., обеспечившие урожайность 310—395 г/м², прибавка ихк стандарту Московская 39 составила 11—42 %. Это сорта STH-346 (Польша), Lyubava odes'ka, Ukrainka odes'ka, Tsyghanka (Украина), Sjuita, Uzljot, Fantazija, Ehlegija (Белоруссия). Показатель уровня стабильности (ПУСС) отмеченных сортообразцов составил 121—533 % к стандарту.

Ключевые слова: озимая пшеница, коллекция генетических ресурсов растений ВИР, селекция, стабильность урожайности, хозяйственно-ценные признаки.

Source material for winter wheat breeding in the Udmurt Republic

Torbina I.V., Udmurt Rechearch Institute of Agriculture branch of Udmurt Federal rechearch center of the Ural office of the RAS; Izhevsk, Russia.

The purpose of these studies was to study a set of samples of winter wheat from the Collection of plant genetic resources (VIR) on a complex of economically valuable traits and to identify the most adaptive material to grow in the conditions

of the Udmurt Republic. A significant variation in winter wheat yield over the years determines the importance of breeding in the region to increase the resistance of genotypes to adverse biotic and abiotic environmental factors. The indicator of the level and stability of the studied varieties (PUSS) of the collection nursery was determined by the method of E. D. Nettevich (1985). Identified varieties that on average in 2016 and 2017 provided a yield of 310–395 g/m², their increase to the Moscow 39 standard was 11–42 %. These are varieties STH-346 (Poland), Lyubava odes'ka, Ukrainka odes'ka, Tsyghanka (Ukraine), Sjuita, Uzljot, Fantazija, Ehlegija (Belarus). The indicator of the stability level (PUSS) of the noted samples was 121–533 % of the standard.

Keywords: winter wheat, collection of plant genetic resources (VIR), breeding, yield stability, economic valuable characteristics.

Озимая пшеница принадлежит к числу наиболее ценных и высокоурожайных, но требовательных к условиям возделывания культур. В структуре посевных площадей Удмуртской Республики доля озимой пшеницы была незначительна, в 2005–2018 гг. колебалась от 0,2 до 2,1 %, а площадь посева от 1,8 до 24,5 тыс.га [3]. Значительное колебание урожайности озимой пшеницы по годам [2] предопределяет адаптивную направленность селекции в регионе. Базой исходного материала для решениязадач селекции в Удмуртском НИИСХ служит Коллекция генетических ресурсов растений ВИР.

Цель исследований — изучить по комплексу хозяйственно-ценных признаков набор образцов, пополнивших в последние годы коллекцию озимой мягкой пшеницы, и выявить наиболее ценные образцы для селекции культуры в Удмуртской Республике.

Изучение 46 образцов озимой пшеницы проводили в 2015-2016 и 2016–2017 гг. Посевы располагали на опытном поле института. Закладку полевых опытов, наблюдения и учеты проводили согласно Методике государственного сортоиспытания (1989) и методическим указаниям «Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале» (1999). Посев осуществляли на делянках площадью 1,0 м² по занятому (клевер, однолетние травы) пару в первой декаде сентября сеялкой СР-1. Норма высева 4 млн. шт. всхожих семян на 1 га. Убирали образцы по мере созревания вручную. Почва опытного участка хорошо окультуренная дерново-подзолистая среднесуглинистая, слабокислая, со средним содержанием гумуса, очень высоким содержанием подвижного фосфора, высоким – обменного калия. Существенность разницы полученных данных между вариантами опытов устанавливали по t-критерию [4]. Показатель уровня и стабильности урожайности сорта получали умножением средней урожайности сорта, выраженной в % к стандарту, на индекс стабильности. ПУСС сорта выражали в % к стандарту. Индекс стабильности рассчитывали путем деления средней урожайности сорта в ц/га на коэффициент вариации урожайности [1].

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались условиями перезимовки. Теплая, с частыми оттепелями зима 2015—2016 гг. привела к значительному изреживанию посевов. Перезимовка сортов была очень низкой (0–10 %, у стандарта – 6 %). Однако ранний сход снега с полей (10 апреля), теплый и дождливый апрель, теплый май способствовали отрастанию растений и интенсивному весеннему кущению. Формирование и налив зерна проходили в условиях достаточного увлажнения (июнь ГТК 1,4). В 2016—2017 сельскохозяйственном году зима была довольно холодной и многоснежной, а лето – прохладное и влажное. Перезимовка сортов колебалась от 40 до 80 %, у стандарта Московская 39 была высокой (73 %).

В среднем за 2016 и 2017 гг. урожайность сортообразцов озимой пшеницы находилась в пределах от 0 до 395 г/м², у стандарта – 279 г/м². Сорта STH-346 (Польша), Lyubava odes'ka, Ukrainka odes'ka, Tsyghanka (Украина), Sjuita, Uzljot, Fantazija, Ehlegija (Белоруссия) сформировали урожайность 310-395 г/м², обеспечив прибавку к стандарту 11–42 % (таблица). Данные сорта показали и более высокую, чем у стандарта, стабильность урожайности. Показатель уровня стабильности (ПУСС) отмеченных сортообразцов составил 121-533 % к стандарту.

Перезимовка сортообразцов находилась в пределах от 22 до 45 %, у стандарта -40 %. Варьирование перезимовки по годам значительное (коэффициент вариации от 42 до 71 %). Перезимовку на уровне или несколько выше стандарта показали сорта Uzljot (45 %), STH-346 (42,5 %), а также украинские сорта Kyivs'kaostista (40 %) и Nikoniya (40 %).

В среднем за годы исследований высокой продуктивной кустистостью (5,7-6,2) стебля на растение) обладали сорта STH-796 (Польша) и Culver (США), у стандарта Московская 39-4,1 стебля на растение. Слабой вариабельностью показателя характеризовался сорт Culver (V=10 %).

Масса 1000 зерен сортов коллекции находилась в пределах от 21,4 до 47,1 г, у стандарта Московская 39-42,3 г. Крупное зерно (масса 1000 зерен 44,8–47,1 г) имели девять сортов, среди них – STH-346, Lyubavaodes'ka и белорусские сорта Navina, Sjuita и Uzljot. Изменчивость показателя слабая и средняя (коэффициент вариации 2–13 %).

Высокая озерненность колоса (38,5–59,7 шт.) была у 16 сортообразцов коллекции. Варьирование признака слабое (V= 2 и 9 %) у сортов Tsyghanka (Украина) и Uzljot; среднее (V= 12–19 %) – STH-346, Ukrainkaodes'ka и Sjuita; сильное (V= 31 %) – Fantazija. Данный показатель стандарта Московская 39 составил 35,1 шт.

Таблица – Урожайность и стабильность выделившихся образцов озимой

пшеницы коллекции ВИР (2016, 2017 гг.)

SMP		Уро	жайность	, Γ/M ²	<i>т</i> ент (<i>V</i>),	сти	ль сти 3%
№ по каталогу ВИР	Сорт	2016 г.	2017 г.	средняя	Коэффициент вариации (V) ,	Индекс стабильности (ИС)	Показатель уровня стабильности (ПУСС), в % к стандарту
64160	Московская 39 – стандарт	111	446	279	85	3,3	100
65620	STH-346	202	506	354	61	5,8	223
65628	Lyubava odes'ka	121	500	310	86	3,6	121
65629	Nakhodka 4	193	349	271	41	6,6	194
65634	Ukrainka odes'ka	136	548	342	85	4,0	149
65639	Tsyghanka	224	448	336	47	7,1	258
65648	Sjuita	115	643	379	98	3,9	161
65650	Uzljot	139	651	395	92	4,3	185
65651	Fantazija	284	400	342	24	14,3	533
65652	Ehlegija	171	496	334	69	4,8	175
Доверительный интервал для среднего значения стандарта		73÷150	338÷555				

В 2017 г. изучали пораженность растений болезнями выпревания. Распространенность снежной плесени доходила до 40 % (сорт Sjuita), склеротиниозом — до 60 % у линии KS92WGRC23 (США), у стандарта Московская 39 соответственно 8 и 22 %. Значительно более высокой, чем у стандарта, устойчивости сортов коллекции к болезням выпревания не обнаружено.

Высокоустойчивыми к бурой ржавчине в естественных полевых условиях были сорта STH-346, Sjuita, Uzljot, Ehlegija, Culver, др. Стандарт Московская 39 характеризовался средней устойчивостью к бурой ржавчине (4,8 балла).

Корреляционный анализ данных в среднем за 2016–2017 гг. выявил сильную положительную зависимость урожайности от густоты продуктивного стеблестоя (r=0,90) и перезимовки (r=0,82), слабую положительную – с числом зерен в колосе (r=0,13), слабую отрицательную – с продуктивной кустистостью (r=-0,09), среднюю отрицательную – с массой 1000 зерен (r=-0,40).

Таким образом, изучение коллекции ВИР позволило выделить ценные по ряду хозяйственно-полезных признаков образцы-источники, которые можно вовлекать в селекцию озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики.

Благодарности: работа выполнена в рамках договора о научном со-

трудничестве между Удмуртским НИИСХ — филиалом ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук" и ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений» (ВИР) с использованием уникальной научной установки «Коллекция генетических ресурсов растений ВИР». За подбор материала для исследований и информацию о нем выражаю благодарность к.б.н., в.н.с. ВИР А.Г. Хакимовой.

Списоклитературы

- 1. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – №1. – С. 66–74.
- 2. Озимые зерновые культуры в Удмуртской Республике: монография / Н.Г. Туктарова, А.Г. Курылева, С.С. Жирных, И.В. Торбина; под науч. ред. А.В. Леднева; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. Ижевск: ООО ПКФ «Буква», 2017. 124 с.
- 3. Посевные площади сельскохозяйственных культур. https://fedstat.ru/indicator/31328 (дата обращения 27.02.20). Торбина, И.В. К методике анализа селекционных образцов в ранних звеньях селекци-

Торбина, И.В. К методике анализа селекционных образцов в ранних звеньях селекционного процесса / И.В. Торбина // Известия Великолукской государственной сельско-хозяйственной академии. -2017. -№ 3. - c. 23-27.

DOI 10.18699/GPB2020-116

Урожайность и адаптивность сортов яровой тритикале в Нечерноземной зоне РФ

Тысленко А.М.*, к.с.-х.н., в.н.с.; Зуев Д.В., н.с.; Скатова С.Е., к.с.-х.н., заведующая лабораторией.

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль, Россия.

*e-mail: tslo@bk.ru

В 2015—2018 гг. проведена оценка урожайности и адаптивности 6 сортов яровой тритикале селекции ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» на легкой дерново-подзолистой и серой лесной почвах. Наибольшая продуктивность испытуемых сортов отмечалась на серой лесной почве и достигала у сорта Доброе 8,5 т/га. На дерново-подзолистой почве максимальная урожайность данного сорта не превышала 5,6 т/га. Не зависимо от почвенного покрова урожайность сортов яровой тритикале сильно варьировала по годам (коэффициент вариации от 20,7 до 34,2 %). Наибольшим показателем «реализации потенциальной урожайности» характеризовались сорта Норманн, Аморе, Доброе на серой лесной почве (более 70 %); на супесчаной дерново-подзолистой — у всех изучаемых сортов данный показатель превышал 70 %.

Ключевые слова: яровая тритикале, сорт, потенциальная урожайность, адаптивность.

Yield and adaptivity of spring varieties of spring tritical in the black-grazen zone of the Russian Federation

Tyslenko A.M., Zuev D.V., Skatova S.E. Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Susdal, Russia.

In 2015–2018 the yield and adaptability of 6 varieties of spring triticale of selection of the Verkhnevolzhsky FANZ Federal State Budgetary Institution on light sod-podzolic and gray forest soils were evaluated. The highest productivity of the tested varieties was noted on gray forest soil and reached 8.5 t/ha in the Dobroe variety. On sod-podzolic soil, the maximum yield of this variety did not exceed 5.6 t/ha. Regardless of the soil cover, the productivity of spring triticale varieties varied greatly by year (coefficient of variation from 20.7 to 34.2 %). The varieties Normann, Amore, Dobroe on gray forest soil (over 70 %) were characterized by the highest indicator of potential yield. on the sandy loamy sod-podzolic – in all studied varieties, this indicator exceeded 70 %.

Key words: spring triticale, variety, potential yield, adaptability.

Современное адаптивное земледелие предусматривает создание и широкое использование в полевых севооборотах новейших сортов и гибридов зерновых культур. Именно с помощью сорта (гибрида) удается эффективно использовать благоприятные и противостоять неблагоприятным условиям внешней среды, обеспечивая высокие показатели величины и качества урожая [1].

С начала 21 века в Нечерноземной зоне России активно внедряется в производство перспективная зернофуражная культура яровая тритикале. Занимая определенную нишу в структуре посевных площадей, она расширяет биоразнообразие и обеспечивает не только увеличение сборов зерна, но и рост производства животноводческой продукции. Тритикале дает более стабильные и высокие урожаи по сравнению с яровыми колосовыми культурами, благодаря своей устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, способности произрастать в менее благоприятных почвенных условиях. [2].

Культура востребована сельхозпроизводителями, но число сортов, допущенных к использованию по всем регионам Российской Федерации, весьма ограничено, на 2019 год в государственный реестр внесено всего 16, из них половина создана в Верхневолжском федеральном аграрном научном центре. Для более широкого распространения культуры в производстве требуется выявление сортов наиболее адаптивных к различным природным условиям, что позволит повысить рентабельность производства фуражного

зерна.

Цель исследований – оценить потенциальную продуктивность и адаптивность сортов яровой тритикале при возделывании на различных по плодородию почвах Владимирской области.

Экологическое сортоиспытание проводилось в 2015–2018 гг. на супесчаной дерново-подзолистой почве, характеризующейся слабо кислой реакцией почвенной среды (р $H_{\text{сол.}}$ 5,4), содержанием гумуса (по Тюрину) 1,2%, подвижного фосфора P_2O_5 (по Кирсанову) – 140 мг, обменного калия K_2O (по Масловой) – 100 мг/кг почвы и среднесуглинистой серой лесной, отличающейся близкой к нейтральной реакцией почвенной среды (р $H_{\text{сол.}}$ 6,0), высоким содержанием гумуса 2,52%, P_2O_5 160 мг, K_2O140 мг/кг почвы.

На супесчаной дерново-подзолистой почве перед посевом вносили минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и подкормку N_{30} в фазу кущение - выход в трубку. Норма высева 5,5 млн. всхожих семян/ га.

Гидротермический режим в годы исследований носил контрастный характер: наиболее благоприятным для возделывания яровой тритикале были 2016 (на серых лесных почвах) и 2017 годы, неблагоприятные – 2015, 2018 гг.

Материалом для исследований послужили сорта яровой тритикале селекции Верхневолжского ФАНЦ, допущенные к использованию в различных регионах РФ: Гребешок, Норманн, Кармен, Аморе, Заозерье, Доброе. Предшественник — бобовые культуры, учетная площадь делянок 20 м^2 . Повторность опыта — четырехкратная. Исследования проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3], статистическую обработку урожайных данных по Б.А. Доспехову [4], реализацию потенциала урожайности — по Э.Д. Неттевичу [5].

В результате проведенных исследований выявлена высокая потенциальная урожайность изучаемых сортов на серых лесных почвах, составляющая в среднем по опыту 5,3 т/га, а в благоприятные годы у отдельных сортов (Доброе, Заозерье) она достигала 8,5-7,5 т/га (табл. 1).

 $\it Tаблица~1$ — Урожайность и ее изменчивость у сортов яровой тритикале на различных типах почв Нечерноземной зоны РФ (среднее за 2015-2018 гг.)

Сорт	Серая .	песная	почва	Супесчаная дерново-подзолистая почва			
	урожайность, т/га	ранг	коэффициент вариации, %	урожайность, т/га	ранг	коэффициент вариации, %	
Гребешок	4,8	6	34,2	3,4	2	27,8	
Норманн	5,6	2	29,5	3,9	3	26,0	
Кармен	5,1	4	28,3	3,8	4	26,8	
Аморе	5,2	3	26,6	3,4	5	23,3	
Заозерье	5,1	5	33,5	3,4	6	20,7	
Доброе	6,3	1	30,7	4,2	1	25,6	
Средняя по опыту	5,3			3,8			

На легкой дерново-подзолистой почве средняя урожайность по опыту была существенно ниже и составляла 3,8 т/га, с максимумом в благоприятные годы 5,3–5,7 т/га (Кармен, Норманн, Гребешок, Доброе). Ранги большинства сортов по урожайности на разных типах почв не совпадали (исключение – Кармен и Доброе), что указывает на присутствие генотип - средового взаимодействия, сдерживающего реализацию потенциальной продуктивности сортов в конкретных почвенных условиях.

Независимо от условий почвенной среды урожайность сортов яровой тритикале по годам существенно варьировала, коэффициент вариации колебался от 20,7 % (сорт Заозерье, дерново-подзолистая почва) до 34,2 % (сорт Гребешок, серая лесная почва) (табл. 1).

Реализация потенциала продуктивности возделываемых сортов обусловлена биологическими особенностями их развития, антропогенными и почвенно-климатическими факторами. Средняя величина данного показателя в наших исследованиях составила на серой лесной почве 71,4 %, дерново-подзолистой - 74,5 %. Наибольшей она была у новых сортов яровой тритикале Заозерье (83,5 %), Доброе (74,4 %), Аморе (75,2) (табл. 2).

Таблица 2 – Реализация потенциала урожайности сортов яровой тритикале

на различных типах почв (среднее 2015–2018 гг.)

III pusiii I	Серая лесная			Реализация	Дерново-подзоли-			Реализация
Сорт	почва		потенциала	стая почва			потенциала	
	Урожайность, т/га		урожайности	Урожайность, т/га		урожайности		
	max	min	X	%	max	min	X	%
Гребешок	7,3	3,2	4,8	65,1	5,5	2,8	3,9	71,4
Норманн	7,0	3,8	5,6	75,3	5,5	2,8	3,9	71,2
Кармен	7,2	3,7	5,1	70,7	5,3	2,8	3,8	71,6
Аморе	6,9	3,8	5,2	75,3	4,6	2,5	3,4	75,2
Заозерье	7,5	3,1	5,0	67,5	4,0	2,5	3,4	83,5
Доброе	8,5	4,2	6,3	74,4	5,7	2,8	4,2	74,2
средняя	7,4	3,6	5,3	71,4	5,1	2,7	3,8	74,5

Дальнейшее увеличение показателя «реализации потенциала урожайности» сортов культуры связано с повышением их пластичности и усовершенствованием технологии возделывания.

Таким образом наибольшая урожайность сортов яровой тритикале сформирована на серой лесной почве -5,3 т/га, на супесчаной дерново-подзолистой почве она в среднем по опыту составляла 3,8 т/га. Максимальная урожайность отмечена у сорта Доброе (8,5 т/га) на серой лесной почве и 5,7 т/га на дерново-подзолистой. Наибольшей «реализацией потенциала урожайности» характеризовались новые сорта яровой тритикале Заозерье (83,5%), Доброе (74,4%), Аморе (75,2).

Список литературы

- 1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (экологические основы). Теория и практика. В 3-х тт. / А.А. Жученко // М.: Изд-во Агрорус, 2009. Т. 2. 1104 с.
- 2. Шулындин А.Ф. Тритикале новая зерновая кормовая культура / А.Ф. Шулындин // Киев: Урожай, 1981. 210 с.
- 3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры [ред. А.И. Григорьева]. М.: Колос, 1989. 194 с.
- 4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Агропроиздат, 1985. 351c.
- 5. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализации в условиях производства / Э.Д. Неттевич // Доклады РАСХН 2001. № 3. С. 3–6.

DOI 10.18699/GPB2020-117

Генофонд и селекция видов рода *Paeonia* L. в ботаническом саду биофака МГУ

*Успенская М.С.**, к.б.н., с.н.с., *Мурашев В.В.*, к.б.н., в.н.с.

Ботанический сад биофака Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Москва, Россия.

*e-mail: ms-uspenskaya@yandex.ru

Большинство видов рода Paeonia L. являются редкими и реликтовыми растениями. Изучение биологических особенностей и оценка адаптивного потенциала дикорастущих видов, в том числе предковых форм современных сортов, за границами их природных ареалов, а также подбор материала для дальнейшей селекционной работы весьма актуальны. Кроме семенного размножения некоторые виды пионов в культуре хорошо размножаются вегетативно, и могут широко использоваться как путь поддержания видового разнообразия, в селекционной работе и для получения лекарственного сырья, запасы которого в ресурсных районах Западной Сибири катастрофически сокращаются.

Ключевые слова: пионы, интродукция, морфолого-биологическое изучение, селекция, целебные свойства; размножение

Gene pool and selection of species of the genus *Paeonia* L. in the botanical garden of the faculty of biology of Moscow state university

Uspenskaya M.S., Murashev V.V.

Moscow state University named after M. V. Lomonossov, Botanical garden, biological faculty. Moscow, Russia, e-mail:ms-uspenskaya@yandex.ru

Most species of the genus Paeonia L. are rare and relict plants. The study of biological features and assessment of the adaptive potential of wild species, including ancestral forms of modern varieties, beyond the boundaries of their natural habitats, as well as the selection of material for further breeding work is very relevant. In addition to seed propagation, some types of peonies in culture reproduce well vegetatively, and can be widely used as a way to maintain species diversity, in breeding work and for obtaining medicinal raw materials, whose reserves in the resource areas of Western Siberia are catastrophically reduced.

Keywords: peonies, introduction, morphological and biological study, selection, medicinal properties; reproduction.

Идея использования в селекции ресурсов природной флоры является приоритетным направлением. Вследствие высокой декоративности видов пионов, к сожалению, они в больших количествах собираются в букеты, переносятся на приусадебные участки, выкапываются как лекарственное сырье, в результате чего природная численность их резко сокращается. В большинстве регионов нашей страны пионы подлежат охране и некоторые виды занесены в Красные книги. Для рода *Paeonia* L. характерен эндемизм. Несмотря на приуроченность видов к определенным районам обитания, область распространения некоторых видов пионов охватывает обширные территории. Анализ ареалов таксонов помогает выявить центры высокой видовой насыщенности и установить генетические связи между секциями. Обычно выделяют два центра концентрации видов рода *Paeonia*: западный в Средиземноморье и Малой Азии, а также восточный — в юго-западном Китае. Ботанические сады являются важным генофондом, способствующим сохранению редких видов. Они также становятся центром интродукции.

Результаты проведенных нами многолетних интродукционных экспериментов позволяют сделать вывод, что ареал некоторых редких и подлежащих полной или частичной охране видов пионов может быть расширен в средней полосе России. Например, такие виды, как *P. anomala* L., *P. lactiflora* Pall., *P. tenuifolia* L. хорошо сохраняются не только в коллекциях ботанических садов, но и в стихийно созданных популяциях. У них высокие показатели семенной продуктивности и жизнеспособности семян. А способность этих видов к самовозобновлению является важнейшим показателем, характеризующим их высокую устойчивость в новых для них условиях. Кроме семенного размножения эти виды в условиях культуры хорошо размножаются вегетативно, поэтому могут широко использоваться в селекционной работе.

Для современного этапа селекции важно использовать дикорастущие виды с целью создания исходного материала, а также получения от диких видов отдельных генов, которые могут существенно улучшить сорта, напри-

мер, получить яркие обильно и раноцветущие сеянцы, повысить их устойчивость к заболеваниям. Изучение ареалов дикорастущих видов является перспективным, как для решения практических, так для теоретических исследований, уточняющих систематику и эволюцию рода.

Дикорастущие виды пионов в ботаническом саду биофака Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Р. tenuifolia L., P. kavachensis Asnav., P. mlokosewitschii Lomak., P. Daurica Andrews, P. anómala L., P. lactiflora Pall., P. peregrina Mill., P. Obovate Maxim.) одноцветковые за исключением P. lactiflora. В настоящее время ведется селекционная работа по выведению раннецветущих не махровых сортов травянистых пионов, которые можно широко использовать для озеленения, зацветающие на месяц раньше сортовых. Изучение экологической изменчивости при интродукции дает широкое поле деятельности для селекционера. У P. tenuifolia L. (пион узколистный, тонколистный), такие признаки, как ширина листовых сегментов, высота растения зависят от условий произрастания. П. узколистный в естественных условиях произрастает в степях, в горах и хорошо адаптируются на дренированных и каменистых местах. Зацветает как правило 12–14 мая. Через два-три дня зацветает пион Млокосевича, привлекая внимание ярко-желтой окраской цветка и необычной окраской листьев. Свою декоративность он сохраняет до стадии плодоношения, поэтому широко культивируется в ботанических садах и используется в селекционной работе при выведении новых сортов с желтой окраской цветка. Этот вид представляет интерес в эволюции рода и имеет много схожих признаков с дальневосточным видом *P. oreogeton* S. Moore.

Гибридогенные процессы несомненно имели место в эволюцииэтого рода. *P. mlokosewitschii* Lomak довольно легко скрещивается как на коллекционном участке, так и в естественных условиях, образуя гибридные формы, например, *P. lagodechiana* Kem.-Nath. (Р. *kavachensis* Asnav. х *P. mlokosewitschii* Lomak.), найденный Л.М. Кемулярией-Натадзе на Кавказе. Позже этот гибрид был описан Н.А. Троицким как *P. chameleon* Troitsky, который стихийно вырос на коллекционном участке живой флоры Института ботаники АН Грузии. У нас в ботаническом саду тоже был получен гибрид между П. Млокосевича и П. кавказского, напоминающий *P. chameleon*.

В начале XX столетия в цветоводстве появились многочисленные работы по использованию ионизирующей радиации и химических мутагенов с целью выведения новых сортов. Мы также использовали методику предшествующих авторов [1]. Свежесобранные семена пионов облучали в институте AH СССР на установке ГУРХ-40000 гамма лучами при мощности 100 рентген/сек дозами 500 р., 1000 р., 40000 р., 60000 р., 100000 р., а также обрабатывали разными дозами химических мутагенов ДМС (диметилсульфатом). Сухие семена травянистого $P.\ Mlokosewitschii$ Lomak. оказались устойчивыми, как к воздействию радиации, так и химических мутагенов.

Основными методами селекционной работы были следующие: посев семян от свободно опыляемых интродуцируемых растений для получения неоднородной культурной популяции; отбор растений, несущих ген устойчивости к холоду. Слабые и больные сеянцы первого поколения (F_I) выбраковывали. Сеянцы второго поколения (F_2) тщательно отбирали по нескольким параметрам: устойчивость к холоду, засухе, грибным заболеваниям, а также по декоративности и плотности куста, форме и окраске цветка, длине цветоножки, срокам цветения и др. Растения из облученных семян этого вида отличались полиморфизмом, что выражалось в изменении окраски лепестков, тычиночных нитей и общего габитуса растений и т.п. Таким образом, в ботаническом саду МГУ был получен раннецветущий сорт 'Нежность' весьма декоративный даже в стадии плодоношения.

В конце мая зацветает Марьин корень (*P. anomala* L.). Это один из наиболее морозоустойчивых видов. В Якутии его широко используют в озеленении, как исключительно декоративное растение. Во второй половине мая куст представляет собой огромный букет, состоящий из 20–30 крупных от 10 до 18 см в диаметре ярко-розовых цветков. В естественных местах обитания он произрастает под пологом леса и прекрасно чувствует себя в мало освещенных местах. В ботаническом саду биофака МГУ он растет под пологом ореха маньчжурского и смотрится очень эффектно в период цветения. Этот вид почти никогда не страдает от серой гнили и очень долговечен, при правильном уходе может расти на одном месте от 25 до 50 лет.

Среди дикорастущих травянистых видов стоит особняком П. молочноцветковый (*P. lactiflora* Pall.) Не случайно его широко использовали в селекционной работе. В настоящее время зарегистрировано более 85 % культиваров используемых в озеленении, многоцветковых, морозоустойчивых, засухоустойчивых, устойчивых к патогенным заболеваниям. У П. молочноцветкового при различных погодных условиях меняется окраска лепестков от чисто белой до розовой. Гибриды, полученные нами между П. молочноцветковым и П. иноземным (*P. peregrina*) способствовали появлению сортов 'Иван Горожанкин', 'Огонек', зацветающие одними из первых с ярко красными цветками. Эти сорта одноцветковые, хотя большинство культиваров П. молочноцветкового – многоцветковые. В дальнейшем проводился отбор родительских пар для гибридизации. Селекционную работу с этой культурой осложняет, что у некоторых видов семена прорастают, как правило, на второй год и замедленный рост в первые годы жизни.

По данным Н.Г. Гринкевич [3]; А.А. Сосновец [5]; В.Ф. Горобец [2] было установлено, что пыльца пионов в открытом состоянии сохраняет жизнеспособность около 35 дней. При низких положительных температурах + 2–5 °C, как просушенная, так и непросушенная пыльца остается жизнеспособной около года, а при минус 7–10 °C (только просушенная) более года

(иногда и двух). Наиболее высокий процент прорастания был у пыльцы, хранившейся при минус 7–10 С и она имела наилучшую оплодотворяющую способность. Это дает возможность приезжать в регионы с более ранними сроками цветения, чем в Средней полосе России, и собирать пыльцу для проведения селекционной работы.

Среди дикорастущих травянистых пионов наибольший интерес представляет желтоцветковая форма пиона Млокосевича (*P. mlokosewitchii* Lomak). Растения из облученных семян этого вида отличались полиморфизмом, что выражалось в изменении окраски лепестков, тычиночных нитей и общего габитуса растений и т.п.

Целебные свойства многих дикорастущих пионов хорошо известны и широко используются как в народной медицине России и сопредельных стран. Последнее время среди разных пионов ведется поиск видов, содержащих компоненты, обладающие антикоагулянтно- фибринолитическим действием. На биологическом факультете МГУ сотрудниками лаборатории защитных систем крови имени Б.А. Кудряшова было показано, что все водные экстракты из корней исследованных нами видов пионов обладают значительными антикоагулянтными свойствами и способностью лизировать нестабилизированный фибрин. Благодаря этим свойствам экстракт из корней *Р. anomala* при его пероральном хроническом введении повышает у животных фибринолитическую активность крови и способствует как предотвращению тромбообразования в сосудах при его провокации, так и лизису свежеобразованных тромбов в русле крови. Результаты проведенных исследований запатентованы нами. Растительный гепарин в условиях организма повышает антикоагулянтные и фибринолитические свойства [4].

Для получения лекарственного сырья, требуется наличие материала легкодоступного и в достаточных количествах, что также может быть обеспечено лишь сохранением его в коллекциях.

Список литературы

- 1. Дрягина И.В. Использование мутагенных факторов в селекции цветочных культур / И.В. Дрягина // Труды по селекции овощных культур. М., 1979. В. 9. С. 114–131.
- 2. Горобец В.Ф. Пионы (биология, селекция, сорта) / В.Ф. Горобец Киев: Велес, 2015.-160 с.
- 3. Гринкевич Н.Г. Жизнеспособность пыльцы цветочно-декоративных растений и условия ее длительного хранения: автореферат дис. кандидата биологических наук / Н.Г. Гринкевич. М.: Московский областной педагогический институт имени Н.К. Крупской, 1967. 18 с.
- 4. Ляпина М.Г. Пионы целители: противотромболетические компоненты / М.Г. Ляпина, М.С. Успенская, В.В. Мурашев, Л.А. Ляпина. М.: Лесная сторона, 2017.-100 с.

Сосновец А.А. Древовидные пионы и их гибридизация / А.А. Сосновец, В.Ф. Фомичева // Вестн. Моск. ун-та, Сер. Биол. почвовед. 1970. № 3. – С. 109–111.

Идентификация сортов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Северного Зауралья на основе полиморфизма глиадинов

Утебаев $M.У.^{1}$, аспирант; Боме $H.A.^{1}$, д.с.-х.н., проф. зав. кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры; Чилимова $H.B.^{2}$, м.н.с.; Крадецкая $O.O.^{2}$, м.н.с.

 1 ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тюмень, Россия; 2 ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», Шортанды, Казахстан.

*e-mail: 1 phytochem@yandex.ru; 2 tsenter-zerna@mail.ru

По результатам электрофореза глиадина коллекции из 29 сортов пшеницы тюменской селекции, проведена идентификация аллельного разнообразия глиадинкодирующих локусов. Наиболее часто встречались аллели Gli-A1f (51,2 %), Gli-B1e (48,7 %), Gli-D1a (51,2 %), Gli-A2m (29,3 %), Gli-B2o (21.9 %) и Gli-D2q (31,7 %). Комбинация данных аллелей в генотипе могут быть ценными для селекции высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям Северного Зауралья.

Ключевые слова: Gli-локусы, пшеница, селекция, генотип, глиадин.

Identification varieties of common wheat (*Triticum aestivum* L.) from Northern Trans-Urals on gliadin polymorphism

¹Utebayev M.U., post-graduate student, ¹Bome N.A.., DSc of Agriculture, Prof. Head of Department of Botany, Plant Biotechnology and Landscape Architecture. ²Chilimova I.V., Junior Researcher, ²Kradetskaya O.O. Junior Researcher ¹University of Tyumen, Tyumen, Russia, phytochem@yandex.ru

² A.I. Barayev Research and Production Centre of Grain Farming, Shortandy-1, Kazakhstan.

According to the results of gliadin electrophoresis of a collection of 29 varieties of wheat from Tyumen selection, was identified the allelic diversity of gliadin coding loci. The most common alleles are Gli-Alf (51.2%), Gli-Ble (48.7%), Gli-Dla (51.2%), Gli-A2m (29.3%), Gli-B2o (21.9%) and Gli-D2q (31.7%). The combination of these alleles in the genotype can be valuable for the breeding of high-quality varieties of common wheat adapted to the conditions of the Northern Trans-Urals region.

Keywords: breeding, Gli-loci, genotype, gliadin, wheat.

Глиадин является сортоспецифичным, генетически детерминированным белком, не зависящим от условий и места произрастания. Генетический

контроль синтеза данного белка осуществляется шестью основными кластерами генов локализованных в коротких плечах хромосом первой и шестой гомеологичных групп [1]. При электрофоретическом разделении глиадин дает богатый спектр белковых компонентов и может применяться для выявления генетической изменчивости растения. Поэтому, использование проламинов в качестве белковых маркеров при идентификации растительного материала, контроле их генетической структуры, установления их однородности, стабильности и отличимости (подлинности) не потеряло своей актуальности и на сегодняшний день.

Целью исследования являлась идентификация генотипов сортов яровой мягкой пшеницы тюменской селекции, с помощью аллельных вариантов глиадинкодирующих локусов.

Материал и методы исследования. Объектом исследования служили 29 сортов яровой мягкой пшеницы тюменской селекции. Электрофорез и идентификацию аллелей проводили на основе методик опубликованных ранее [2, 3]. В качестве стандарта при электрофорезе использовался сорт Безостая 1.

Результаты и обсуждение. По каждому локусу идентифицировано различное количество аллелей, так например, по локусам A1 и D1 обнаружено 9 аллелей, локус B1 представлен 6 аллелями. По локусам Gli-2 идентифицировано 13 аллелей для локуса A2, 14 по локусу B2 и 11 аллелей по локусу D2 (рисунок).

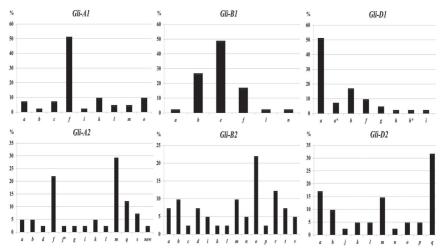


Рисунок. Частоты встречаемости (%) аллелей глиадинкодирующих локусов яровой мягкой пшеницы

Анализ генетических формул глиадина показал, что по локусам 1 гомеологичной группы — Gli-I, преимущественно встречались аллели: Gli-Alf с частотой 0,51; Gli-Ble — 0,49; Gli-Dla — 0,51. По локусам 6 гомеологичной группы Gli-2, такие аллели как: Gli-A2m — 0,29; Gli-B2o — 0,22 и Gli-D2q — 0,32.

При сравнительном анализе аллельного состава, оказалось, что аллели Gli-Alf, Gli-Ble, Gli-Dla являются общими для мягкой пшеницы омской, саратовской [4] и северо-казахстанской [5] селекции. Было выдвинуто предположение, что локусы Gli, расположенные на хромосомах 6 гомеологичной группы, сопряжены с адаптивными признаками растений, тогда как локусы хромосом 1 гомеологичной группы контролируют хлебопекарное качество [4]. Ранее, также было установлено, что хлебопекарная изменчивость связана большей частью с аллельным разнообразием локусов Gli-1 [6].

Заключение. По результатам электрофореза глиадина коллекции из 29 сортов пшеницы тюменской селекции, проведена идентификация аллельного разнообразия глиадинкодирующих локусов, составлены генетические формулы. На основе полученных результатов определены аллели с наибольшей частотой, встречающиеся в коллекционном материале. Так, наиболее часто встречаются аллели Gli-Alf (51,2 %), Gli-Ble (48,7 %), Gli-Dla (51,2 %), Gli-Alm (29,3 %), Gli-Blo (21.9 %) и Gli-Dlq (31,7 %), комбинация которых в генотипе могут быть ценными для селекции высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям Северного Зауралья.

Список литературы

- 1. Metakovsky E.V. Recombination mapping of some chromosome 1A-, 1B-, 1D- and 6B-controlled gliadins and low-molecular-weight glutenin subunits in common wheat / E.V. Metakovsky, G.P. Branlard, V.M. Chernakov, V.P. Upelniek, R. Redaelli, N.E. Pogna // Theor Appl Genet. 1997. V. 94. P. 788–795.
- 2. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification in common wheat. 1. Methodological aspects of the analysis of gliadin pattern by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis / E.V. Metakovsky, A.Yu. Novoselskaya // J. Genet Breed. -1991.-45.-P.317-324.
- 3. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification in common wheat. 2. Cataloque of gliadin alleles in common wheat // J. Genet. Breed. 1991. V. 45. P. 325–344.
- 4. Novoselskaya-Dragovich A.Yu. Genetic differentiation of common wheat cultivars using multiple alleles of gliadin coding loci / A.Yu. Novoselskaya-Dragovich, A.V. Fisenko, V.A. Puhal'skii // Russian J. of Genetics. 2013. V. 49. N. 5. P. 487–496.
- 5. Utebayev M. Genetic diversity of gliadin-coding alleles in bread wheat (Triticum aestivum L.) from Northern Kazakhstan / M. Utebayev, S. Dashkevich, N. Bome, K. Bulatova, Y. Shavrukov // PeerJ. -2019.-7.-e7082.
- 6. Li Y. Detection of QTLs for breadmaking quality in wheat using a recombinant inbred line population / Y. Li, Y. Song, R. Zhou, G. Branlard, J. Jia // Plant Breeding. 2009. № 128. P. 235–243.

Оценка экспрессии генов PAL, C4H и FLS2 в растениях Fagopyrum esculentum Moench

Фисенко П.П., к.б.н., и.о. зав. лабораторией селекционно-генетических исследований полевых культур,

Клыков $A.\Gamma.^*$, $\partial.б.н.$, зав. отделом селекции и биотехнологии сельскохозяйственных культур,

Боровая С.А., н.с. лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур

ФГБНУ «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

*e-mail: alex.klykov@mail.ru

Флавоноиды синтезируются многими сельскохозяйственными культурами, включая гречиху посевную (Fagopyrum esculentum Moench), которая является перспективным источником рутина. В исследовании проведена оценка экспрессии генов PAL, C4H и FLS2, участвующих в синтезе рутина в растениях гречихи с разной окраской стеблей (красной, красно-зеленой, зелено-красной и зеленой). В результате установлены различные уровни экспрессии генов для исследуемых групп растений.

Ключевые слова: *Fagopyrum esculentum*, экспрессия генов, флавоноиды, рутин, окраска растений.

Assessment of PAL, C4H AND FLS2 gene expression in Fagopyrum esculentum Moench plants

- P.P. Fisenko, Ph.D. of Biological Sciences, acting head of the laboratory of selective genetic research of field crops,
- A.G. Klykov, Dr. of Biological Sciences, head of the department of selection and biotechnology of agricultural crops,
- S.A. Borovaya, researcher of the laboratory of selective genetic research of field crops.

Federal Research Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki

Flavonoids are synthesised by many agricultural crops including common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench), which is a high-potential source of rutin. In reacerch an assessment of the expression of PAL, C4H and FLS2 genes, participating in rutin synthesis, was conducted in buckwheat plants with various colouration of stems (red, red-green, green-red and green). As the result, different levels of gene expression were determined in the exemined phenotypic groups.

Key words: Fagopyrum esculentum, expression of genes, flavonoids, rutin,

plant colouration.

В настоящее время улучшение существующих сортов *Fagopyrum* esculentum Moench и создание новых с высоким содержанием флавоноидов в плодах и растениях с целью получения ценных продуктов питания и лекарственного сырья для фармацевтической промышленности является приоритетным направлением в селекции [1]. Известно, что антоциановая (красная) окраска стеблей является диагностическим признаком в селекции гречихи на высокое содержанием рутина в надземной массе [2].

Исследование генов 11 ферментов, отвечающих за биосинтез флавоноидов: фенилаланинаммиачной лиазы (PAL), циннамат-4-гидроксилазы (C4H), 4-кумарат-СоА лигазы (4CL) 1 и 2, халконсинтазы (CHS), халконизомеразы (CHI), флаванон-3-гидроксилазы (F3H), флавоноид-30-гидроксилазы (F30H), флавонолсингазы (FLS) 1 и 2, и антоцианидинсинтазы (ANS), с использованием ПЦР в реальном времени проведены Хіаоһиа Li и др. [3]. Ими выявлено, что данные гены наиболее активны в стеблях и корнях.

В работе N. Gupta и др. [4] оценка экспрессии генов флавоноидного пути с использованием qRT-PCR на разных стадиях роста показала дифференциальную экспрессию для четырех генов: PAL, CHS, CHI и FLS, причем количество транскриптов было относительно выше у F. tataricum по сравнению с F. esculentum. Экспрессия PAL была самой высокой в стадиях проростков и полного созревания семян.

Цель работы — оценить экспрессию генов, участвующих в синтезе рутина в растениях F. *esculentum* с разной окраской стеблей.

Материалы и методика исследований. Материалом для оценки экспрессии генов, участвующих в синтезе рутина, служили растения гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench) сорта При 7, собранные в полевых условиях в фазу плодообразования и разделенные на 4 группы по окраске стебля – красные, красно-зеленые, зелено-красные и зеленые.

Оценка экспрессии генов. Для исследования были выбраны гены, участвующие на разных этапах в синтезе флаваноидов — PAL, C4H и FLS2. РНК выделяли по І. Векезіоvа и др. [5]. Концентрацию РНК определяли с помощью флуориметра МахLife, качество РНК — с помощью флуориметра Qubit. Для работы взяты образцы с содержанием структурированной РНК не менее 70 %. Обратно-трансткриптазная реакция проводилась с помощью набора реактивов ММLV (обратная транскриптаза вируса лейкемии мышей) RT kit (Евроген) в 20 мкл реакционной смеси, в реакции использовали по 500 нг. тотальной РНК каждого образца. ПЦР проводили в 10 мкл реакционной смеси с применением наборов БиоМастер HS-qPCR Lo-ROX SYBR (2×) (Биолабмикс) и qPCRmix-HS SYBR+LowROX (Евроген) по L. Xiaohua и др. [2] в амплификаторе QuantStudio 5 (ThermoScientific) в трехкратной повтор-

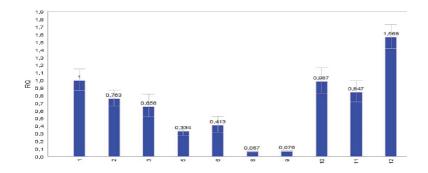
ности. В качестве референсного гена использовали гистон НЗ. Для построения калибровочных кривых готовили суммарную смесь всех исследуемых образцов в шести разведениях — от трехкратно превосходящей образцы до 0 с разведением в два раза на каждом шаге. Анализ экспрессии осуществлялся с помощью алгоритма анализа относительной стандартной кривой.

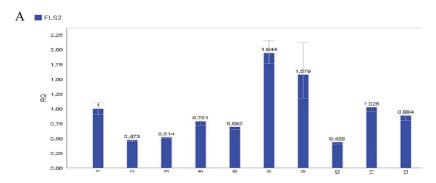
Результаты и обсуждение. Первый этап работы был посвящен подбору условий и оптимизации проведения ПЦР. Выравниванием праймеров на последовательностях кДНК из базы данных Gen bank были определены длины специфических продуктов реакции: H3-157 п.н., PAL-187 п.н., C4H-174 п.н., FLS2-193 п.н.

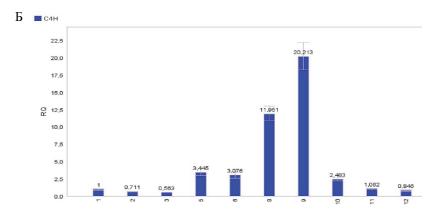
На втором этапе проведена оценка экспрессии исследуемых генов у групп растений гречихи, выделенных по цвету стебля – красные, красно-зеленые, зелено-красные и зеленые. Проведенными ранее исследованиями установлено, что красностебельные растения содержат повышенное содержание рутина в надземной массе [1].

Наибольшие уровни экспрессии генов PAL и C4H обнаружены у зелено-красных растений, тогда как экспрессия FLS2 у них минимальна (рис). Наименьшие значения экспрессии гена PAL отмечены у группы красных растений, несколько большие — у зеленой и красно-зеленой групп. Ген С4H имел значительные колебания экспрессии у отдельных растений и близкие значения у растений красной, красно-зеленой и зеленой групп. Для гена FLS2 наибольшая экспрессия выявлена у группы зеленых растений, далее по нисходящей — у красной и красно-зеленой. Гены PAL и C4H действуют на ранних этапах биосинтеза, тогда как FLS2 на этапе синтеза предшественника рутина — кверцетина. Так, нами обнаружены низкие значения экспрессии гена PAL у красных, красно-зеленых и зеленых образцов, похожая ситуация наблюдается и для гена С4H, но общий уровень экспрессии у него выше.

Это может свидетельствовать о том, что накопление продуктов работы этих генов произошло на более ранних этапах развития растений из красной и красно-зеленой групп, а экспрессия гена FLS2 говорит об усилении процессов биосинтеза кверцетина на момент сбора растений для анализа. Характер экспрессии исследуемых генов у зелено-красной группы может свидетельствовать об активном накоплении метаболитов на более ранних стадиях биосинтеза флавоноидов. Интересен тот факт, что для зеленых растений мы наблюдаем аналогичные результаты, как у красной и краснозеленой групп. Можно предположить, что не всегда окраска органов растения связана с накоплением рутина. Она может быть обусловлена антоцианами, предшественником которых также является кверцетин, но биосинтез идет альтернативным путем с участием генов DFR (дигидрофлавонол-4-редуктазы) и ANS (антоцианидинсинтазы).







В ■РАL Рисунок. Оценка экспрессии гена FLS2 (A), С4H (Б) и PAL (В) у образцов гречихи сорта При 7 в зависимости от окраски стебля. 1-3 – красные; 5, 6 – краснозеленые; 8, 9 – зелено-красные; 10-12 – зеленые.

В целом, необходимы дальнейшие исследования с участием сортов, окраска которых генетически детерминирована. Полученные результаты способствуют более глубокому пониманию механизмов адаптаций у гречихи и могут быть использованы для создания высокорутиных сортов.

Благодарности: работа выполнена в рамках комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2018–2020 гг. проект № 18-5-025.

Список литературы

- 1. Клыков, А.Г. Биологические ресурсы видов рода Fagopyrum Mill. (Гречиха) на российском Дальнем Востоке // А.Г. Клыков, Л.М. Моисеенко, П.Г. Горовой. Владивосток. 2018-360 с.
- 2. Пат. 2255466 RU: МПК 7 А 01 H 1/04. Способ отбора растений гречихи с высоким содержанием рутина в надземной массе / А.Г. Клыков, Л.М. Моисеенко; патентообладатель ГНУ Приморский НИИСХ Россельхозакадемии. № 2003108308; заявл. 25.03.2003; опубл. 10.07.2005. Бюл. № 19.
- 3. Xiaohua Li, Nam Li Park, Hui Xu, Sun-Hee Woo, Cheol Ho Park, Sang Un Park. Differential expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of phenolic compounds in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) // J. Agric. Food Chem. − 2010. − № 58. − P. 12176–12181.
- 4. Gupta N., Sharma S.K., Rana J.C., Chauhan R.S. Expression of flavonoid biosynthesis genes vis-à-vis rutin content variation in different growth stages of *Fagopyrum* specie // J. Plant Physiol. − 2011. − № 168 (17). DOI: 10.1016/j.jplph.2011.06.018.
- 5. Bekesiova I. Isolation of high quality DNA and RNA fron leaves of the Carnivorous plant Drosera rotundifolia / I. Bekesiova, J.-P. Nap, L. Mlynarova // Plant Molecular Biology Reporter. 1999. Vol. 17. P. 269–277.

DOI 10.18699/GPB2020-120

Генетические ресурсы пшеницы и ячменя для создания сортов, адаптивных к комплексу стресс-факторов степных зон Казахстана

Цыганков В.И.* 1,2 , к.с.-х.н., зав. отделом селекции, Цыганкова М.Ю. 1 , зав. лаб. генофонда растений, Шанинов Т.С. 1 , с.н.с., Цыганкова Н.В. 3 , к.с.-х.н., с.н.с., Цыганков А.В. 1 , м.н.с., Розман Е.С. 1 , и.о. м.н.с.,

¹ТОО «Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция», Актобе, Республика Казахстан;

Жесткие условия степных и сухостепных зон Казахстана требуют создания новых адаптивных сортов двух стратегических культур – яровой

 $^{^{2}}$ ФГБНУ «ФНЦ биосистем и агротехнологий РАН», Оренбург, Россия;

 $^{^{3}}$ ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» РАН», Московская обл., Россия.

^{*}e-mail: zigan60@mail.ru

пшеницы и ячменя. Так, в Западном Казахстане за последние 10 лет лишь 2 года сложились благоприятно для роста и развития этих культур. В остальные 8 лет наблюдались засухи различной степени, причем дважды они носили экстремальный характер. В этой связи в Актюбинской СХОС важная роль отводится комплексной проработке генресурсов яровой пшеницы и ячменя для целей практической селекции. Источниками их пополнения являются мировая коллекция ВИГРР им. Вавилова, Казахстано-Сибирский питомник (КАСИБ), питомники ЭКАЛА (РФ-РК), другие поступления из НИУ на дву- и многосторонней основе. Различными методами исходный материал оценивается на жаростойкость, засухоустойчивость, адаптивность, скороспелость, качество зерна. Выделенные по комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств образцы, линии, сорта включаются в дальнейший селекционных процесс. В результате многолетней работы создана мозаика адаптивных сортов яровой мягкой и твердой пшенииы, ярового ячменя, допущенных к использованию по регионам Западного, Центрального, Северного, Северо-Восточного, Восточного, Юго-Восточного Казахстана.

Ключевые слова: пшеница мягкая и твердая яровая, ячмень яровой, генофонд, селекция, адаптивность, засухоустойчивость, жаростойкость.

Genetic resources of wheat and barleyfor creating adaptive varieties to the complexstress factors of dry zone of Kazakhstan

Tsygankov V.I.* 1,2 , Tsygankova M.Yu. 1 , Shaninov T.S. 1 , Tsygankova N.V. 3 , Tsygankov A.V. 1 , Rozman E.S. 1 .

¹Aktobe agricultural experimental station, Aktobe, Kazakhstan

²FSBSI «FSC for Biosystems and Agrotechnologies RAS», Orenburg, Russia

³FSBSI «Federal Research Center «Nemchinovka» RAS», Moskau region, Russia.

*e-mail: zigan60@mail.ru

Strict conditions steppe and dry steppe zones of Kazakhstan require the creation of new adaptive varieties of two strategic crops - spring wheat and barley. In Western Kazakhstan over the past 10 years, only 2 years have developed favorably for the growth and development of these crops. In the remaining 8 years, droughts of various degrees were observed, and twice they were extreme. In this regard, in the Aktobe Agricultural Experimental Station, an important role is given to the integrated development of the genetic resources of spring wheat and barley for the purposes of practical selection. Sources of their replenishment are the world collection of N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Kazakh-Siberian Nursery (KASIB), ECADA nurseries (RF-RK), other receipts from research institution on a bilateral and multilateral basis. Source material is evaluated for heat tolerant, drought tolerant, adaptability,

early maturity, grain quality by various methods. Distinguished samples, lines, varieties by complex of economically valuable traits and properties are included in the further breeding process. As a result of many years of work was created a mosaic of adaptive varieties of spring soft and durum wheat, spring barley, that approved for using in the regions of Western, Central, Northern, North-Eastern, Eastern and South-Eastern Kazakhstan.

Key words: soft and hard spring wheat, spring barley, gene pool, breeding, adaptability, drought tolerant, heat tolerant.

Создание экологически адаптированных сортов яровой пшеницы и ячменя местной селекции является актуальной задачей для степных и сухостепных зон Казахстана и России, как регионов стабильного получения высококачественного зерна [1–5]. Вклад селекции в повышении урожайности зерновых культур за последние 40 лет в разных странах оценивается в 40–80 % [6–10]. При этом актуальность проблемы использования генетических ресурсов в селекционных программах неуклонно растет в связи с постоянной необходимостью их пополнения [11–17]. Для этого ставится задача организация своих Национальных хранилищ растительной гермоплазмы [18–19].

Работа по генофонду в Актюбинской СХОС осуществляется одновременно по нескольким взаимосвязанным направлениям: формирование (сбор), сохранение гермоплазмы и комплексное изучение с выделением источников и доноров ценных хозяйственных признаков и передачей их в дальнейший селекционный процесс. В Западном Казахстане факторами, резко лимитирующими рост и развитие зерновых культур являются обедненность гумусового слоя местных почв, недостаток влаги, экстремальные температуры, воздействие засухи и суховеев.

Так, за 2010–2019 гг. гидротермические условия вегетационных периодов лишь двух лет (2013, 2016) сложились благоприятно для роста и развития яровой пшеницы и ячменя. В остальные 8 лет наблюдались весенне-летние засухи различной степени напряженности и продолжительности. При этом дважды (в 2010, 2015 гг.) они носили экстремальный характер (таблица). Источниками пополнения генетических ресурсов Актюбинской СХОС являются мировая коллекция ВИГРР им. Н.И. Вавилова, Казахстано-Сибирский питомник (КАСИБ), питомники ЭКАДА (РФ-РК), другие поступления из НИУ на дву- и многосторонней основе. Всего за последнее десятилетие в питомниках исходного материала прошли предселекционное изучение 4177 образцов мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения из 45 стран мира, 2659 – твердой пшеницы (20 стран), 1160 – ярового ячменя (26 стран).

Таблица – Гидротермические условия вегетационных периодов яровой пше-

ницы и ячменя в сухостепной зоне Западного Казахстана (2010–2019 гг.)

,	Размах ги	дротермиче		Количес	Степень		
		(ГТК, м	м/град.)	ков за ве	обеспечен-		
	1-я пол	товина	2-я по	повина	ный пер	ности ВП	
	вегетации		вегетации		по сорти	осадками в	
Годы							сравнении
1 оды							со средне-
	пшеница	ячмень	пшеница	ячмень	пшеница	ячмень	многолет-
	пшспица	ичиств	пшспица	N-INICIIB			ними дан-
							ными, %
							(min-max)
2010	0,01	0,005	0,03-0,05	0,05-0,08	5-11	5-7	6,6-9,1
2011	0,29-0,42	0,36-0,45	0,24-0,31	0,17-0,30	50-58	50-60	56,8-78
2012	0,21-0,36	0,32-0,41	0,15-0,38	0,18-0,20	54	52-53	61,4-68,8
2013	0,10-0,13	0,10-0,12	0,25-0,95	0,20-0,83	23-83	23-90	26,1-116
2014	0,0-0,37	0,00-0,33	0,38-0,75	0,37-0,73	58	55-66	66-85
2015	0,00-0,02	0,00-0,08	0,04-0,06	0,04	3-5	3-6	3,4-7,8
2016	0,38-0,62	0,34-0,57	0,68-0,77	0,62-0,66	98	91-99	111-128
2017	0,17-0,26	0,14-0,31	0,11-0,25	0,10-0,28	33-34	35	37,5-45,5
2018	0,31-0,37	0,28-0,40	0,18-0,30	0,17-0,31	48-54	42-51	47,7-66,2
2019	0,22-0,28	0,23-0,26	0,07-0,26	0,07-0,29	31-46	31-46	35,6-59,7
В сред-		0.177	0.212				
нем за	0,17-0,28	0,177- 0,293	0,213- 0,439	0,197-0,372	40,3-50,1	38,7-51,3	45,2-66,4
10 лет		0,293	0,439				

За годы исследований первичный исходный материал яровой пшеницы и ячменя различными методами оценивался на жаростойкость, засухоустойчивость, адаптивность, скороспелость, качество зерна. Выделенные по комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств образцы, линии, сорта включались в дальнейший селекционных процесс.

Важнейшими признаками модельных сортов яровой мягкой и твердой пшеницы для степных зон РК, по которым осуществляется селекционный индивидуальный отбор в АСХОС, являются: стабильный тренд урожайности, засухоустойчивость, жаростойкость (полевой экспресс-метод оценки), развитие первичных и узловых корней (прямой и косвенный методы), масса 1000 зерен, продолжительность периода вегетации, масса зерна с растения, оптимальное соотношение зерна и соломы, поражение болезнями, качество зерна, хлеба, пастопродуктов, отзывчивость на удобрения и улучшение водного режима.

На протяжении длительного периода в Актюбинской СХОС в различных гидротермических градиентах для сухой степи Казахстана сформирован селекционный материал яровой твердой и мягкой пшеницы, обладающий необходимыми качествами и свойствами: разнообразием по вегетационному

периоду, приемлемой продуктивностью – 15–25 ц/га; жаро- и засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, пониканию колоса, болезням, адаптивностью. В качестве компонентов родительских форм при гибридизации был предложен ряд новых сортов твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока (к-65948 Луч 25, к-48673 Ершовская 63, Саратовская золотистая, Краснокутка 10, Краснокутка 13, Ник) и Самарского НИИСХ (Безенчукская степная, Безенчукская 205, 207, Безенчукская крепость и др.), а также сортообразцы к-65134 Мелодия Дона (Ростовская обл.), к-64716 Горд. 1727, к-64718 Горд. 1739, к-64719 653 D-58, к-65950 Л-1368 D-18; к-38514 Народная, к-58809 Харьковская 17, Янтарь Луганщины (три – Украина); Castello, Giorgio, к-61921 Aldura (все – Италия); D-78140, D-24831, MedeaAP-10, CD-16913 (все – США); Dur (Индия); Jaguar (Франция); Каргала 69, Тимирязевская степная, Янтарная 60, Янтарная 150 (все – АСХОС, Актобе; РК); к-45226 Акмолинка 5, Казахстанская янтарная (оба – РК); из сортимента мягкой пшеницы: к-57728 Целинная юбилейная, к-34250 Эритр. 503, к-42772 Слава (все – PK), к-35519 Ак (Туркменистан), к-49888 Саратовская 49, к-55756 Саратовская 55, к-64998 Фаворит (все – Саратовская обл. РФ); Экада 97, Экада 113 (оба – Самарская обл. РФ); к-58322 Омская 19, Омская обл. РФ; к-64975 ACRollet, к-65464 RL 6047 (оба – Канада); к-65012 Nardo, Чехословакия; к-65254 Bombona, Польша; к-65271 Мажор, Украина; к-65108 Пакистан; к-65089 Алжир; к-65437 Yr 18/6 AvocetS., Австралия; к-65471 SSL 56-57, США; Актюбе 39, Степная 50, 60, Р-1413 (все – АСХОС, Актобе; РК) и другие.

Исследования Актюбинской СХОС показали, что в условиях сухой степи Западного Казахстана для создания новых адаптивных сортов ячменя необходимо привлекать, в основном, его двурядные формы, которые в местных условиях обладают большим числом положительных признаков по сравнению с многорядными формами. При оценке сортообразцов ячменя для дальнейшей селекционной проработки отбирались формы без череззерницы, с хорошей технологической оценкой зерна на первых этапах селекции, устойчивые к засухе, средним периодом вегетации, с прочным стеблем – не полегающие, без поникания колоса. За годы исследований по уровню урожайности и комплексу хозяйственных признаков в условиях Западного Казахстана выделились следующие образцы: Поволжский 65, к-30962 Медикум 336, к-30971 Беркут, к-30972 Безенчукский 2, к-30961 Нутанс 302 (все – Самарская обл. РФ); к-30882 Стимул, Краснодарский край; к-30957 Натали, к-30596 Оренбургский 17 (оба – Оренбургская обл. РФ); к-30828 Ратник, к-29901 Зерноградский 107 (оба – Ростовская обл. РФ); к-30938 Ditta, Чехия; к-30955 Jelen, к-30954 Рек (оба – Югославия); к-29895 Starck (США); Целинный 5, Акмолинская обл., РК; к-30965 Гетьман, к-30858 Мрия, к-30837 Носовский 21, к-30116 Медикум 893, к-29898 Харьковский 101 (все – Украина); к-31092 Крузер (Германия); Медикум 376 (Караганда, РК); Илек 9, Илек 36, Р-1302, Р-1402, Р-1403, Р-1404 (все – АСХОС, Актобе; РК) и др.

Благодаря комплексной целенаправленной проработке имеющегося генофонда в Актюбинской СХОС за последние 15 лет созданы линейки новых адаптированных сортов яровой мягкой, твердой пшеницы и ячменя, включенных в Госреестр селекционных достижений РК. Так, сорта мягкой пшеницы (Актюбе 39, Степная 2, 50, 60) допущены по Западному и Центральному Казахстану; сорта твердой пшеницы (Каргала 9, 69, Наурыз 6, Янтарная 60) — по Западному, Северному, Северо-Восточному, Восточному и Юго-Восточному Казахстану; сорта ячменя (Илек 9, 16, 36) — по Западному и Восточному Казахстану.

Список литературы

- 1. Абугалиева А.И. Качество зерна яровой пшеницы в Казахстане / А.И. Абугалиева // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. Алматы, 2004. № 1–2 (7–8). С. 37–41.
- 2. Иванова О.В. Селекция устойчивых сортов, как одно из направлений в интегрированной защите пшеницы от болезней / О.В. Иванова // Сб. докл. Межд. научнопракт. конференции молодых ученых и спец. Саратов: ГНУ НИИСХ Ю.-В. РАСХН, 18-19 марта 2014 г. С. 61-66.
- 3. Мелешкина Е.П. Современные аспекты качества зерна пшеницы / Е.П. Мелешкина // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 4—7.
- 3. Крючков А.Г. Твердая пшеница (Современные технологии возделывания) / А.Г. Крючков, П.П. Тейхриб, А.Н. Попов // ООО «Оренбургское книжное издательство», 2008.704 с.
- 4. Цыганков И.Г. Сорта яровой мягкой пшеницы, адаптированные к условиям Западного Казахстана / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков, М.Ю. Цыганкова и др.// Изв. НАН РК, сер. аграрных наук. -2015. -№ 3. C. 64–68.
- 5. Цыганков И.Г.Генресурсы и селекция ярового ячменя в сухостепной зоне Западного Казахстана / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков, Б.С. Сариев, Т.С. Шанинов, М.Ю. Цыганкова// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 171. С.-Пб.: ВИР, 2013. С. 227–235.
- 6. Байкалова Л.П. Роль сорта в повышении урожайности ячменя в условиях лесостепи Красноярского края / Л.П. Байкалова, Ю.И. Серебренникова // Вестник Крас-ГАУ. 2016. № 7. С. 167–172.
- 7. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко // М.: ООО «Изд. Агроресурс», 2004. 1107 с.
- 8. Мальчиков П.Н. Формирование моделей сортов твердой пшеницы для Средневолжского региона / П.Н. Мальчиков, А.А. Вьюшков, М.Г. Мясникова // Самара, 2009. 112 с.
- 9. Романенко А.А. Селекция основа повышения урожайности сельскохозяйственных культур / А.А. Романенко // Сб. материалов IV Межд. науч. конф. «Совр. состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки» // Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 357–360.
- 10. Тихонов В.Е. Методология долгосрочного прогнозирования урожайности / В.Е. Тихонов, А.А. Неверов, О.А. Кондрашова // Монография. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. 157 с.
- 11. Цыганков В.И. Формирование и использование для целей селекции гентических ресурсов зерновых и крупяных культур на западе Казахстана / В.И. Цыганков,

- И.Г. Цыганков, Н.И. Дзюбенко, М.Ю. Цыганкова, Т.С. Шанинов // «Достижения и перспективы селекции, семеноводства с.-х. культур и богарного земледелия»: сб. пленарных докл. Межд. научно-практ. конф., посв. 100-летию создания Красноводопадской СХОС // Шымкент: «Жебе-дизайн», 2011. С. 186–199.
- 12. Савченко И.В. Селекция и генетические ресурсы / И.В. Савченко // Сб. научных материалов Шатиловских чтений, посв. 115-летию Шатиловской СХОС Орел: РАСХН, ВНИИЗБК, Шатиловская СХОС. 2011. С. 3–8.
- 13. Абугалиева А.И., Туруспеков Е.К., Абугалиева С.И. и др. Генетические ресурсы культурного **и** дикого ячменя // Монография. Алматы, «Асыл кітап», 2011. 336 с.
- 14. Липшин А.Г. Сибирский генофонд ячменя и его использование для селекции в Восточной Сибири // Автореф. на соискание ... уч. степени канд. с.-х. наук (06.01.05). Красноярск: КрасГАУ, 2016. 19 с.
- 15. Аниськов Н.И., Поползухин П.В., Николаев П.Н., Сафонова И.В. Использование генофонда Всероссийского института растениеводства для создания сортов ярового ячменя в Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 1. С. 123–129.
- 16. Turuspekov Y., Sariev B., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Ortaev A., Tsygankov V., Doszhanov M., Volis S., Abugalieva S. Genotype x environment interaction patterns for grain yield of spring barley in different regions of Kazakhstan // Russian Journal of Genetics Vol. 49. No. 2. 2013. P. 196–205.
- 17. Зотиков В.И. Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства // «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (22) 2017 г. С. 4–8.
- 18. Ситпаева Г.Т. Организация банка семян диких сородичей культурных растений Казахстана / Г.Т. Ситпаева, Т.Ш. Мурзатаева, К.Х. Махмудова // Материалы Межд. конф. по биологии и биотехнологии растений: Алматы: ИББР, 2014. С. 251.
- 19. Привалов Ф.И., Гриб С.И., Матыс Й.С. Государственная программа «Генофонд» основа формирования национального банка генетических ресурсов растений Беларуси / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // Мат. Межд. научно-практ. конф. (14–15 апреля 2016 г., г. Жодино). Минск: ИВЦ Минфина, 2016. С. 175–178.

DOI 10.18699/GPB2020-121

Качество зерна твердой пшеницы в условиях Карабалыкской СХОС: глютен-индекс

Чудинов В.А.¹, Абугалиева А.И.², д.б.н., проф. ¹TOO «Карабалыкская СХОС», Костанай, Казахстан; ²TOO «КазНИИЗиР», Алмалыбак, Казахстан.

Качество яровой твердой пшеницы оценено по стандартам ГОСТ и ИСО (Глютен Индекс) ранее не использованных в классификации отечественных сортов. В селекционных питомниках выделены образцы с высоким значением глютен индекса. По всем показателям качества выделены генотипы: Г2441, Г2246, Шарифа, Асангали; а также ряд образцов с высоким значением глютен-индекса Г2510 (89); Г2242 (88); Г1764 (86); Алтын Дала (89), на который селекция ранее не велась.

Ключевые слова: Твердая пшеница, качество клейковины, глютен-индекс.

Quality of durum wheat in Karabalyk station: gluten index

Chudinov V.A., Karabalykskaya Agricultural Station LLP, Kostanay, Kazakhstan Abugalieva A.I., Doctor of Biological Sciences, prof., Kazakh Research Institute of Agricultural and Plant Growing LLP, Almalybak, Kazakhstan.

The quality of spring durum wheat was evaluated according to state and ISO (Gluten Index) standards not previously used in the classification of domestic varieties. In breeding nurseries, samples with a high gluten index value were isolated. Genotypes were identified for all quality indicators: Γ 2441, Γ 2246, Sharifa, Asangali; as well as a number of samples with a high gluten index G2510 (89); G2242 (88); G1764 (86); Altyn Dala (89), which was not previously selected.

Keywords: Durum wheat, gluten quality, gluten index.

Качество зерна является сложным признаком, слагаемым множеством различных показателей: содержание белка и клейковины, фракций белка, амилозы, твердозерность, стекловидность и т.д. Природно-климатические условия яровосеющей зоны Казахстана способствуют формированию высокопротеинового зерна. Важное значение придается сорту и реализации его потенциала в конкретных условиях выращивания. Лимитирующим показателем для яровой твердой пшеницы является качество клейковины, определяемое по стандартам ИСО как глютен-индекс.

Цель данных исследований: 1) дать всестороннюю объективную оценку качества клейковины новых перспективных сортов по показателю глютен-индекс в сравнении со стандартами ГОСТ.

Материал и методы исследований. Объекты исследований: Образцы КСИ, КП, СП-2 и малое размножение яровой твердой пшеницы Карабалыкской СХОС 2017–2018 гг.

Методы исследований: Методы определения качества зерна [1].

Результаты и обсуждение. Натурная масса зерна варьирует в широких пределах от 560 г/л (Γ 1846) до 746 г/л (Γ 2611) при среднем для всего блока 665 г/л. Ряд генотипов выделяется относительно высоконатурным зерном выше >700 г/л.

По стекловидности зерна весь блок характеризуется очень высоким значением 93–98 %, как и по твердозерности от 74 до 81 ед. SKCS (табл. 1).

Tаблица 1 — Характеристика блока яровой твердой пшеницы (КСИ) по каче-

ству зерна и муки, выращенной Карабалыкской СХОС, ур. 2017 г.

•		%,	,0	,		Я			Зерно	
Каталог	Натура, г/л	Стекловиность,	Клейковина,%	идк, гост	ЧП, с.	Седиментация укс. к-та, мл	Амилоза, %	Протеин, %	Крахмал, %	Твердозеность SKCS
Γ 1764	595	94	20,6	100	274	26	30,6	12,2	60,1	79
Γ1846	560	97	22,8	110	277	25	28,9	12,8	59,1	75
Γ 2246	703	96	24,9	115	268	24	31,0	12,7	61,5	76
Γ 2267	614	93	24,4	110	275	25	29,7	13,0	59,2	79
Γ 2345	717	95	29,6	120	327	26	27,3	14,2	60,1	74
Γ 2363	615	97	23,4	120	329	25	25,6	13,3	59,5	79
Γ 2409	699	96	29,4	120	208	26	29,7	14,0	59,6	80
Γ 2580	681	98	24,8	120	166	26	31,3	12,3	60,6	78
Γ 2589	697	95	25,4	115	290	24	28,1	12,5	60,4	79
Γ 2601	622	94	22,0	120	361	26	30,2	12,4	60,3	74
Γ 2607	706	97	28,8	120	321	28	27,3	13,2	60,4	74
Γ 2611	746	98	30,0	120	292	24	29,7	13,7	60,2	78
Γ 2638	706	93	29,2	120	263	30	23,1	14,4	59,1	76
Γ 2640	704	95	30,8	120	278	25	25,6	14,8	58,9	81
Г 2654	608	96	22,4	115	289	28	24,8	11,7	60,7	75

Содержание протеина в зерне варьировало от 11,7 % (Γ 2654) до 14,8 % (Γ 2640). Уровень 14,0 % и выше (базовый для высококачественных пшениц) характерен дополнительно для номеров: Γ 2638 (14,4 %); Γ 2409 (14,0 %) и Γ 2345 (14,2 %).

Содержание клейковины в зерне согласно ГОСТ варьировало для данного блока от 20,6 % (Γ 1764) до 30,8 % (Γ 2640) при среднем 25,9 %. Основная часть испытанного блока формировало количество клейковины, соответствующее 3-ему классу при заготовке в пределах 23,0–28,0 %.

При этом по качеству клейковина отнесена к классу «слабая» (100—120 ед. ИДК) за исключением только 1 образца с качеством клейковины класса «филер» (100 ед. ИДК). Класс качества клейковины подтверждается низкими значениями седиментации муки в уксусной кислоте от 24 мм (Γ 2246; Γ 2589; Γ 2611) до 30 мл (Γ 2638). При этом другой метод седиментации Зелени (молочная кислота) дал более высокую разрешающую способность в дифференциации генотипов от 36 мл (Γ 1764; Γ 2654) до 54–57 мл (Γ 2638; Γ 2640), коррелирующее с min и max содержанием протеина в зерне 11,7–12,9 % и 14,4–14,8 % соответственно.

Не менее важной составляющей качества зерна твердой пшеницы является состояние крахмального комплекса. Содержание крахмала варьировало в

незначительных пределах от 58,9 % (Γ 2640 — самый белковый) до 61,5 % (Γ 2246) при среднем 60,0 % для всего блока. Качество крахмала определяется соотношением амилоза/амилопектин. Изменчивость по содержанию амилозы в муке представлено рядом образцом от 23,1 % (Γ 2638) до 31,0—31,3 % (Γ 2246; Γ 2580) параллельно тенденции увеличения содержания крахмала. К характеристике крахмального комплекса относится и оценка α -амилазной активности — «число падения». Значения порядка 160—180 сек позволяет расценивать зерно с высокой амилолитической активностью.

Таких образцов отмечено 2: Γ 2580 (166 сек) с тах содержанием амилозы и Γ 2409 (208 сек). В целом, блок характеризуется варьированием ЧП от 166 до 361 сек (Γ 2601) при среднем 281 сек. Четыре образца отвечают самым высоким требованиям (300 сек>): Γ 2601; Γ 2363; Γ 2345 и Γ 2607.

В урожае 2018 г. весь блок конкурсного сортоиспытания представлен высоконатурными образцами 782-830 г/л. Весь блок относительно выравненный и среднее значение более 800 г/л (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика блока КСИ яровой твердой пшеницы Караба-

лыкской СХОС по качеству зерна, ур. 2018 г.

IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	IIO Ru	TOOTE	, 3 0 p.	na, yp. 20101.		
Показатели	min	max	on.	Генотипы со значением:		
Показатели	111111	Шах	cp.	max	min	
Натура, г/л	708	830	802	Черноклосая 24, Карабалыкская черноколосая, Г2324	Γ2504	
Протеин, %	10,8	13,2	12,2	Г2242, Г2363, Шарифа, Асангали	Г2408, Г1760, Г2532, Алтын Дала	
Твердозерность, ед. SKCS	47	85	69	Г2242, Г2510	Черноколосая 9	
Крахмал, %	61,7	65,2	63,6	Г2408, Г2532, Черноко- лосая 9	Г2242	
Седиментация Зелени	36	52	42	Шарифа, Г2246, Асан- гали	Г2409, Г28532, Г1760, Алтын Дала	
Содержание клейковины, %	21,4	30,9	25,9	Г2363, Черноколосая 7 и 8, Карабалыкская черноклосая	Г1704-2, Г2408, Алтын Дала, Г2510	
Качество клейковины, ИДК	95	115	105	Г2441, Г2510, Г2363, Г2246, Г2504, Г2514, Г1764, Г1704-2, Алтын Дала, Карабалыкская черноколосая	Г2345, Г1846, Черноко- лосая 8	
Глютен-индекс GI	29	89	67	Г2510, Алтын Дала, Г2242, Г1764, Г2246, Г1704-2, Г2408, Г1760	Черноколосая 8, Алтын Шыгыс, Черноколосая 7, Черноколосая 9, Г2345, Г2295	

Содержание протеина блока КСИ яровой твердой пшеницы в Карабалыке варьирует от 11,2 % (Г1760, Г2408) до 13,3 % (Асангали, Шарифа,

Г2441, Г2363, Г2246) при среднем 12,2 %).

Содержание крахмала варьирует от 61,7 % (Γ 2242) до 65,2 % (Γ 2408, Γ 2532, Черноколосая 9). Последний образец с максимальным содержанием крахмала отличается мягкозерность (47 ед. SKCS), тогда когда весь блок твердозерный (69 ед.SKCS – среднее) и самый твердозерный образец Γ 2242 (85 ед. SKCS).

Седиментация Зелени характеризует набухаемость и осаждение муки в молочной кислоте. Она варьирует в пределах от 36 мл. (класс филер) до 52 мл (ценная). К классу ценная относятся только три номера: Асангали (50 мл); Шарифа (52 мл) и Г2246 (50 мл). Минимальное значение седиментации Зелени отмечено для номеров: Г2408; Г2532; Г1760 и Алтын Дала (36–37 мл).

Качество непосредственно клейковины, отмытой солевым раствором в муке (ИСО) варьировало от 95 ед. ИДК (2 класс) до 115 ед. ИДК (4 класс) при среднем 105 ед. ИДК.

В пределах 2-ого класса качество клейковины отмечено для номеров Г2441, Г2510, Г2363, Г2246, Н2504, Г2514, Г1764, Г17042 и Карабалыкская черноколосая, Алтын Дала. По индексу клейковины (glutenindex, ИСО) выделены эти же образцы (за исключением Г2363 и Карабалыкская черноколосая) и дополнительно к ним Г2242, Г2408, Г2324, Г1760 с высоким glutenIndex (88, 83, 81 и 83 соответственно), но не выделяемые по ИДК. Уровень качества клейковины связан с ее количеством, которое варьировало от 21,4 % (4 класс слабая) до 30,9 % (2 класс – ценная).

Максимальное значение клейковины отмечено для генотипов Γ 2363 (30,9%); Черноколосая 7 и Черноколосая 8 (30,7–30,6%); Карабалыкская черноклосая (29,2%). Минимальное значение клейковины отмечено по номерам Γ 1704-2 и Γ 2408 (21,4–21,9%), что обусловлено низким содержанием протечна, особенно для номера Γ 2408 (11,%). Также низкое содержание протеина для сорта Алтын дала и номера Γ 210 (11,2–11,5%) детерминировало и низкое содержание клейковины в муке (22,7–22,8%).

В основном для блока характерно количество клейковины в пределах 3-го класса 23,0—28,0 % клейковины.

Выводы. По всем показателям как наиболее соответствующим требованиям качества выделены генотипы: Г2441, Г2246, Шарифа, Асангали; а также ряд образцов с высоким значением глютен-индекса Г2510 (89); Г2242 (88); Г1764 (86); Алтын Дала (89), на который селекция ранее не велась.

Список литературы

1 Абугалиева А.И., Зеленский Ю.И., Савин Т.В. Методическая рекомендация «Классификация сортов яровой мягкой пшеницы Международных питомников Казахстанско-Российской сети по показателям качества зерна. – Астана. – 2010. – 61 с.

Значение генов устойчивости к засухе в условиях Южной лесостепи Омской области

Шепелев С.С. 1* , к.с.-х.н., зав. лаб.; Шаманин В.П. 1 , д.с.-х.н., профессор; Потоцкая И.В. 1 , к.с.-х.н., доцент; Чурсин А.С. 1 , зав. лаб.; Пожерукова В.Е. 1 , к.б.н., н.с.; Гладких М.С. 1 , к.с.-х.н., н.с.; Моргунов А.И. 2 , к.с-х.н., адьюнкт-преподаватель.

Проведено фенотипирование и генотипирование яровой мягкой пшеницы, в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Показана селекционная ценность линий с генами засухоустойчивости 1-feh w3 и TaDreb-B1 для повышения засухоустойчивости и урожайности сортов пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница, засухоустойчивость, признаки продуктивности растения, KASP-маркеры.

Significance of drought tolerance genes under conditions of southern forest-steppe in Omsk region

Shepelev S.S.¹, Shamanin V.P.¹, Pototskaya I.V.¹, Chursin A.S.¹, Pozherukova V.E.¹, Gladkih M.S.¹, Morgunov A.I.²

Phenotyping and genotyping of spring bread wheat under conditions of southern forest-steppe of Western Siberia was carried out. There is shown the breeding value of lines with drought tolerance genes 1-feh w3 and TaDreb-B1 for increasing of yield and drought tolerance of wheat varieties.

Keywords: spring wheat, drought tolerance, productivity traits of plants, KASP-markers.

В связи с повышением средней минимальной и максимальной температуры воздуха в Омской области за последние 50 лет и в результате увеличения числа засушливых лет [1], стоит проблема повышения засухоустойчивости современных сортов [2]. В условиях Западной Сибири слабо изучены механизмы засухоустойчивости и генетическими источниками для повышения урожайности в условиях засухи могут служить сорта пшеницы с генами *TaDreb-B1* [3] и *1-feh w3* [4]. Белки DREB представляют собой большое семейство транскрипционных факторов, обеспечивающих связывание РНК-полимеразы с генами, контролирующими устойчивость к засухе, солевынос-

 $^{^{1}}$ ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, Россия;

²Университет штата Вашингтон, Пулман, США.

^{*}e-mail: sergeyschepelew@mail.ru

¹Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia;

²Washington State University, Pullman, USA.

ливость и холодостойкость [5]. К настоящему моменту получены два засухоустойчивых сорта-носители гена *1-feh w3*: Каиz (аллель Т, Каиz type) — сорт, характеризующийся высокой концентрацией запасных углеводов в стебле в условиях засухи и Westonia (аллель С, Westonia type) — сорт, характеризующийся низкой концентрацией запасных углеводов в стебле в условиях засухи [6].

Материал и методы исследований. В 2017-2018 гг. проведено фенотипирование коллекции яровой мягкой пшеницы, включающей лучшие реестровые сорта и перспективные линии отечественной и зарубежной селекции; линии гексаплоидной синтетической пшеницы; гибриды, полученные путем гибридизации сортов местной селекции и синтетической пшеницы. Всего изучено 150 сортообразцов в четырехкратной повторности. Весь селекционный материал генотипирован в LGCGenomics (Великобритания) с использованием КАЅР-маркеров, ассоциированных с генами устойчивости к засухе 1-feh w3 и TaDreb-B1. В 2019 г. в опыт дополнительно включены гибриды, полученные от скрещивания синтетической пшеницы с местными сортами и селекционный материал контрольного питомника и конкурсного сортооиспытания Омского ГАУ, всего изучено 408 сортообразцов. В 2017–2018 гг. рассчитаны эффекты генов по 30 признакам и в 2019 г. – по 31 признаку. Для расчета эффектов генов использовали программу R-statisticsв оболочке R-Studiono методу Welchttest [7]. Погодные условия в 2017 г. характеризовались засушливыми условиями вегетации в первый период развития растений, в 2018 г., напротив, отмечено большое количество осадков с мая по июнь.

Результаты исследований. Осуществлен анализ вклада эффекта генов *1-feh w3* и *TaDreb-B1* в продуктивность растений. В 2017 г. в засушливых условиях выявлен достоверный вклад аллеля Т гена *1-feh w3* (Kauz type) в формирование параметров корневой системы (биомасса, ширина, длина, площадь корней, объем, диаметр корней, число корневых окончаний, корневых вилок и корневых перекрестков) и признаки листового аппарата (опушение листа, восковой налет, число листьев, длина листа и ширина листа).

В условиях засухи сортообразцы, в генотипе которых идентифицирован аллель С гена *1-feh w3* (Westonia type),формировали корневую систему большей длины, но с меньшим диаметром и объемом корней, имели длинный и тонкий лист со слабым опушением. Отмечен достоверный вклад аллеля С гена *1-feh w3* в урожайность и отдельные компоненты урожайности: в 2017 г. — массу зерна главного колоса 1,46 г против 1,35 г (достоверно при p=0,04), в 2018 г. — в массу зерна главного колоса 1,84 г против 1,69 г (достоверно при p=0,04), массу зерна растения 1,83 г против 1,65 г (достоверно при p=0,02) и число зерен с растения 39,6 шт. против 36,6 шт. (достоверно при p=0,03).

Дополнительно нами изучен вклад гена I-feh w3 в формирование параметров зерновки (площадь, длина, ширина, циркулярность), содержание белка и клейковины в зерне. У сортообразцов Westonia type в 2017 г. выявлен достоверный вклад гена I-feh w3 в формирование ширины зерновки - 3,43 мм против 3,35 мм (достоверно при p=0,006); содержание белка в зерне 17,5 % против 16,9 % (достоверно при p=0,04); в 2018 г. - в содержание клейковины в зерне 31,7 % против 30,5 % (достоверно при p=0,04); ширину зерновки 3,95 мм, против 3,85 мм (достоверно при p=0,01); циркулярность зерновки 0,74 против 0,73 (достоверно при p=0,03); содержание белка в зерне 16,5 % против 15,9 % (достоверно при p=0,01).

Необходимо отметить, что данный ген *1-feh w3* присутствует в сортах и линиях селекции Омского ГАУ: 40% Kauz typeu 60% Westonia type соответственно.

В 2019 г. для подтверждения полученных результатов и расширения выборки селекционного материала дополнительно изучено 258 сортообразцов. У сортообразцов Westonia type отмечено достоверное превышение отдельных компонентов продуктивности: числа зерен растения — на 3,24 шт., (p=0,0002), числа зерен главного колоса — на 1,92 шт., (p=0,000001), массы зерна растения — на 0,13 г (p=0,0008), массы зерна главного колоса — на 0,08 г (p=0,0004), урожайности — на 21 г/м² (p=0,001).

Вклад гена TaDreb-B1 в 2017—2018 гг. был незначителен в продуктивность растений, в 2019 г. установлен достоверный положительный эффект данного гена увеличение числа зерен главного колоса — на 2,8 шт. (p=0,008) и урожайности — на 22,2 г/м² (p=0,004). Количество сортообразцов, у которых идентифицирован ген TaDreb-B1 составило 37 %.

Таким образом, из изученного селекционного материала носителями «благоприятных аллелей» генов 1-feh w3 и TaDreb-B1 являются 9,8 % сортообразцов, которые целесообразно использовать в качестве генетических источников для селекции на засухоустойчивость. Из 45 выделенных сортообразцов данное сочетание аллелей генов характерно для 8 сортов (таблица) и 37 линий.

Таблица — Список сортов с идентифицированными генами устойчивости к засухе 1-feh w3 и TaDreb-B1

№ п/п	Сорт	Происхождение
1	RB07	США
2	Norden	США
3	Степная 259	Казахстан
4	Степная 254	Казахстан
5	Омская 36	Россия, Омск
6	Омская 35	Россия, Омск
7	Силантий	Россия, Омск
8	Новосибирская 16	Россия, Новосибирск

Использование в селекционных программах данных сортов позволит повысить продуктивность растений и расширить генетическое разнообразие сортов по устойчивости к засухе.

Благодарности: данное исследование проведено при финансовой поддержке РНФ (проект № 16-16-10005).

Список литературы

- 1. Проблема засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и современные экспресс-методы ее оценки в полевых условиях / В.П. Шаманин [и др.] // Вестник Новосибирского ГАУ. -2016. -№ 3. C. 57–64.
- 2. Синтетическая гексаплоидная пшеница как исходный материал для селекции на засухоустойчивость в условиях Западной Сибири / И.В. Потоцкая [и др.] // Вестник Омского ГАУ. -2019. -№ 1 (33). C. 38–46.
- 3. Characterization of TaDREB1 in wheat genotypes with different seed germination under osmotic stress / M. Liu [et al.] // Hereditas. 2018. V. 155 (1).
- 4. Stem carbohydrate dynamics and expression of genes involved in fructan accumulation and remobilization during grain growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes with contrasting tolerance to water stress / A. Yáñez [et al.] // PLoS One. 2017. V. 12 (5).
- 5. Liu Q, Kasuga M, Sakuma Y, Abe H, Miura S, Yamaguchishinozaki K, Shinozaki K. Two transcription factors, dreb1 and dreb2, with an erebp/ap2 dna binding domain separate two cellular signal transduction pathways in drought- and low-temperature-responsive gene expression, respectively, in Arabidopsis / Q. Liu [et al.] // Plant Cell. 1998. V. 10. P. 1391–1406.
- 6. Water deficits in wheat: fructan exohydrolase (1-FEH) mRNA expression and relationship to soluble carbohydrate concentrations in two varieties / J. Zhang [et al.] // New Phytologist. -2009.-V.~181.-P.~843-850.
- 7. Welch B.L. The generalization of "Student's" problem when several different population variances are involved / B.L. Welch // Biometrika. 1947. V. 34 (1–2). P. 28–35.

DOI 10.18699/GPB2020-123

Значение биотехнологии в оздоровлении вегетативно размножаемого лука-шалота

Щемелева Г.В., м.н.с., СИБНИИРС — филиал ИЦиГ СО РАН; аспирант, Новосибирский ГАУ, Новосибирск, Россия. e-mail: shgv95@mail.ru

Рассмотрены биотехнологические методы в размножении лука-шалота представителя рода Allium. Выявлены преимущества над традиционными методами размножения. Описаны биотехнологические методы размножения, способы диагностики вирусов. Показана роль биотехнологических приемов для оздоровления вегетативно размножаемых растений.

Ключевые слова: Allium, лук-шалот, вирусы, биотехнология, клональное микроразмножение, оздоровление.

Value of biotechnology in healing of vegetatively breeding onion-shallot

Schemeleva G.V. 1,2,

¹ Junior Researcher, SIBNIIRS – branch of ICG SB RAS,² Graduate student, Novosibirsk GAU Novosibirsk, Russia.

e-mail: shgv95@mail.ru

Biotechnological methods in the propagation of shallots of the representative of the genus Allium are considered. The advantages over traditional methods of reproduction are revealed. Biotechnological methods of 190eproducetion, methods for diagnosing viruses are described. The role of biotechnological techniques for the recovery of vegetatively propagated plants is shown.

Key words: Allium, shallots, viruses, biotechnology, clonal micropropagation, recovery, diagnostics.

Среди выращиваемых овощных культур популярным является род *Allium* семейства луковых (*Alliaceae*), включающий в себя около 450 видов. Лук-шалот (*Allium ascalonicum Lour*) – один из ценных его представителей [1]. Отличительной особенностью шалота считаются более нежные листья, меньший размер луковиц, их плотность, лежкость и морозоустойчивость [2, 3]. Лук-шалот, по сравнению с репчатым луком, обладает более тонким вкусом, содержит больше сахара, аскорбиновой кислоты, минеральных веществ. Листья лука-шалот содержат 9,5 % сухого вещества, 3-4 % сахаров, 64,5 мг витамина С, луковица 16,5 %, 1,5 % и 7 мг %, соответственно [4, 5].

В настоящее время, основными странами производителями шалота считаются Франция, Нидерланды, Бельгия, Индонезия и Таиланд. В России его выращивают в районах Дальнего Востока, в Краснодарском крае, на Урале, в Сибири, в районах Северо-Запада, а также в странах ближнего зарубежья (Кавказ, Украина, Казахстан) [6, 7].

Лук-шалот размножается вегетативно и достаточно легко поражается различными вирусами, в связи с чем, возникает проблема передачи потомству вирусов, которыми страдают материнские растения. Основными вирусами лука считаются: потивирус – вирус желтой карликовости лука (OYDV), вирус желтой полоски шалота (SYSV), карлавирус – латентный вирус шалота (SLV), и аллексвирус – X-вирус лука-шалот (ShVX) [5, 8]. Точная диагностика патогенных вирусов и своевременное их обнаружение является одной из первостепенных задач. Для выявления вирусов используют серологические (ИФА, DIBA) и молекулярные методы (ПЦР) [9, 10].

Как показывает мировой опыт, затраты на диагностику несоизмеримы с потерями от заражения вирусами и с расходами на искоренение инфекции [11]. Потери урожая луковых культур от различных заболеваний ежегодно

составляют не менее 10 %, а в неблагоприятные годы до 50 % и выше [12]. Поражение только вирусом желтой карликовости ведет к снижению урожайности до 30 %, значительному ухудшению товарности продукции, измельчению луковиц и их преждевременному прорастанию во время хранения [13]. В связи с этим, необходимость поиска методов оздоровления и размножения растений, для производства оздоровленного посадочного материала, считается весьма актуальным направлением. Один из современных методов основан на применении биотехнологического подхода [14].

Введение растений в культуру in vitro способствует избавлению растений от различного рода патогенов и основано на тотипотентности отдельных клеток организма [14]. Применение метода в практике для оздоровления вегетативно размножаемых культур от вирусных болезней началось благодаря работам Г. Мореля и К. Мартина в 1952 году. Данный метод принципиально отличается от традиционных способов освобождения растений от вирусов, т.к. культивирование здоровых растений-регенерантов в стерильных условиях исключает опасность повторной инфекции [15]. В нашей стране, работы по культуре растительных тканей и клеток были начаты в 1957 году в Институте физиологии растений им. К.А. Тимирязева [16]. На сегодняшний день, это направление в культуре тканей быстро развивается и является чрезвычайно перспективным и применяется в передовых странах по производству лука [8, 17, 18]. По сравнению с традиционными методами размножения, используемыми в сельскохозяйственной практике, клональное микроразмножение обладает рядом преимуществ: скорость и высокий коэффициент размножения, оздоровление растений от вирусов и патогенных микроорганизмов, возможность размножать растения, которые с трудом или совсем не размножаются вегетативно, длительное хранение пробирочных растений для создания коллекций здоровых растений [19]. Значительная часть работ зарубежных авторов уже посвящена разработке эффективных методов клонального микроразмножения различных представителей рода Allium [20-23], однако на территории Росси это крайне слабо изучено, особенно в отношении вида Ascalonicum.

Таким образом, выращивание лука-шалот, представителя рода Allium, с использованием биотехнологических методов, дает возможность не только получения генетически однородного, но и свободного от вирусов и бактерий материала, независимо от факторов внешней среды. Методы культуры органов, тканей и клеток являются одним из средств, определяющих значительный прогресс в селекции и производстве посадочного материала этой ценной сельскохозяйственной культуры.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2019-0039-C-01.

Список литературы

1. Tindal, H.D., Vegetable in the tropics, Macmillan Education Ltd. In Vitro Plantlet

Regeneration from the Bulbs of Shallot, Hong Kong, 1983. – 17p.

- 2. Агафонов А.Ф. Разработка сортовой агротехники при выращивании лука-шалота и выгонке его на зелень в открытом и защищенном грунте. [Текст]: дис... к.с.-х.н.: 06.01.06: защищена 22.05.2007: утв. 25.02.2009 / Агафонов Александр Федорович. М: Москва, 1984. 240 с. Библиогр.: с. 204—206. ОD 61 85-6/329
- 3. Агроэкологический атлас России. [Электронный ресурс]: http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Allium ascalonicum K/index.html
- 4. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов Ā.Ф. Луковые растения. М.: Мытищинская межрайонная типография, 2001. 500 с.
- 5. Bos L. Leek yellow stripe virus. Descriptions of plant viruses. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists, 1981. 240 p.
- 6. Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Сузан В.Г. Лук шалот в Сибири и на Урале / Е.Г. Гринберг, Л.А. Ванина, В.Г. Сузан // Новосибирск, 2007. С. 115–117.
- 7. Малыхина О.В. Результаты и современное состояние селекции лука шалота в ФГБНУ "Западно-Сибирская овощная опытная станция" ВНИИО. / О.В. Малыхина, Е.В. Шишкина, С.В. Жаркова // В книге: Аграрная наука сельскому хозяйству. Сборник статей в 3 книгах. ФГБОУ ВО "Алтайский государственный аграрный университет", 2016. С. 165–166.
- 8. Van Dijk P. Virus diseases of Allium species and prospects for their control. Acta Horticulturae. 1994. 358 p.
- 9. Lunello P. Yield loss in garlic caused by Leek yellow stripe virus Argentinean isolate / P. Lunello, J.D. Rienzo, V.C. Conzi // Plant Dis.,1991. P.153–158.
- 10. Perez-Egusquiza Z. First report of Shallot virus X in shallot in New Zealand / Z. Perez-Egusquiza, L. Ward, G. Clover, J. Fletcher // Availableat.
- 11. Loebenstein G. Virus and virus-like diseases of potato and production of seed potatoes / G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt, R.H. Lawson // Kluwer Academic Publishers, Dortreich. Boston, London, 2000. 284 p.
- 12. Авазов С.Э. Основные грибные болезни луковых растений и меры борьбы с ними в Узбекистане / С.Э. Авазов // Бюллетень науки и практики, 2017. № 10 (23). С. 48–52.
- 13. Кокарека Н.Н. Вирусы лука и чеснока: диагностика и профилактика / Н.Н Кокарека, Т.И Плешакова // Картофель и овощи, 2013. № 6. С. 13–14.
- 14. Сельскохозяйственная биотехнология: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 19.03.01 Биотехнология / Сост.: Е.А. Фауст // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. Саратов, 2016. 76 с.
- 15. Валнханова Г.Ж. Биотехнология растений: учебное пособие / І.Ж. Вал их:1 Павлодар: Кереку, 2009. 272 с.
- 16. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнология на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
- 17. Fujieda K. Vegetative propagation of onion, Allium cepa L, through tissue culture / K. Fujieda, N. Matsuoka, Y. Fujita // Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 48, 1979. P. 186–194.
- 18. Lapitan V. In vitro sistem of producing shallot (Allium cepa var group aggregatum) planting materials / V. Lapitan, L. Patena, T. Rosario // Phillip Crop Sci, 1991. 16 (3). P. 95–101.
- 19. Дорошенко Н.П. Биотехнология наука и отрасль сельского хозяйства Biotechnology. / Н.П. Дорошенко, Л.П. Трошин / Научный журнал КубГАУ, 2016. №116. (02). С. 18.
- 20. Zheng S. The development of an efficientcultivar-independent plant regeneration system from callus derived from bothapical and non-apical root segments of garlic (Allium

- sativum L.) / S. Zheng, B. Henken, A. Krens, C. Kik // In Vitro CellDev Biol. 39, 2003. P.288–292.
- 21. Luciani G. 2006. Effects of explants and growth regulators in garlic callus formation and plant regeneration /G. Luciani, A. Mary, C. Pellegrini, N. Curvetto // Plant CellTissue Organ Cult. 87, 2006. P.139–143.
- 22. Xu Z. Effect of plant growth regulators, temperature and sucrose on shoot proliferation from the stem disc of Chinesejiaotou (Allium chinense) and in vitro bulblet formation / Z. Xu, Y. Yeong-Cheol, C. Kim // Acta Physiol. Plant. 30, 2008. P.521–528.
- 23. Hailekidan B. In vitro plantlet regeneration from the bulbs of shallot (Allium Cepa Var. Group Aggregatum) / B. Hailekidan, M. Andargie, K. Assefa // Res. Plant Sci., 2013. -1 (2). -P.45-52.

DOI 10.18699/GPB2020-124

Изучение длины вегетационного периода у линий различного генетического происхождения в условиях Ташкентской, Ферганской и Кашкадарьинской областей

Эгамбердиева С.А., д.с.-х.н., с.н.с.; Жураев С.Т., к.с.-х.н., с.н.с. Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, Ташкентская область, Узбекистан. *e-mail: saida-68@mail.ru

Проведен сравнительный анализ длины вегетационного периода у 10 линий хлопчатника, с обогащенной генетической основой в трех областях Узбекистана. Среди них выделены линии, стабильно проявившие скороспелость по регионам.

Ключевые слова: хлопчатник, скороспелость, адаптивность, интрогрессивные формы, сортоиспытание.

Study of the length of the growing season in lines of various genetic origin in the conditions of Tashkent, Ferganaand Kashkadarya regions

Egamberdieva Saida Abdisamatovna, Zhuraev Sirojiddin Turdikulovich Cotton breeding, seed production and agricultural technologies research institute, Tashkent Region, Uzbekistan.

A comparative analysis of the length of the growing season in 10 lines of cotton, with an enriched genetic base in three regions of Uzbekistan, was carried out. Among them, lines were identified that stably showed early maturity in the regions.

Key words: cotton, maturity, adaptability, introgressive forms, variety testing.

При создании новых сортов сельскохозяйственных культур одним из приемов выявления форм с широкими приспособительными способностями является одновременная оценка генотипов в ряде географических пунктов [2].

Известно, что сорта с обогащенной генетической основой, выведенные благодаря привлечению в селекционный процесс большого числа ценных исходных форм, в том числе из мировой коллекции хлопчатника (ген. ресурсы), включая дикие и полудикие виды и разновидности хлопчатника, обладают лучшей адаптивной способностью к почвенно-климатическим условиям [1].

Используя линии хлопчатника вида *G. hirsutum* L., полученные на основе интрогрессивных форм с высокими параметрами качества, выхода волокна и урожайности непосредственно в регионах возделывания, нами предполагалось создание сортов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, превышающих показатели районированных сортов.

Для проведения исследований были отобраны наиболее продуктивные индивидуальные отборы 10 линий различного генетического происхождения. Каждый индивидуальный отбор был разделен на три части и их семена были высеяны в трех разных экологических зонах — Ташкентской, Ферганской и Кашкадарьинской областях республики.

Ташкентская область имеет три различных климатических условия, но преобладают Сsa согласно классификации климата Кеппен-Гейгера. Температура здесь в среднем за год 14,6 °C и 429 мм — среднегодовая норма осадков. В Куве (Ферганская область) превалирует климат степей. В течение всего года осадков мало. Этот климат считается BSk по классификации климата Кеппен-Гейгера. Среднегодовая температура 14,1 °C. Выпадает около 220 мм осадков в год. Кашкадарьинская область имеет два различных климатических условия, но преобладают BSk. Классификация климата Касби по Кеппен-Гейгеру составляет BSk. Средняя температура воздуха 15,7 °C. В год выпадает около 212 мм осадков [3].

Опыты закладывались рендомизированно, в четырех повторностях. Скороспелость у линий и стандартных сортов изучалась нами по установлению даты созревания коробочек у 50 % растений.

Линия Л-595 во всех трех регионах оказалась самой позднеспелой. Длина вегетационного периода достигала у нее от 120,0 дней в Кашкадарь-инском регионе до 139,3 в Ташкентском и 141,3 дня в Ферганском регионах (табл. 1). Наиболее скороспелой в Ташкентском регионе оказалась линия Л-481 – 50 % раскрытия коробочек приходилось на 122 день, в Ферганской области – линия Л-765 созревала за 117,8 дня. В Кашкадарьинской области короткая длина вегетационного периода была отмечена у линий Л-655 и Л-765 и равнялась 101,0 и 101,5 дня соответственно. Таким образом, линия Л-765 явилась наиболее скороспелой по сравнению с изученными линиями, и это свойство она проявила во всех регионах.

аблица 1 — Длина вегетационного периода у линий хлопчатника (2019 г.)

<i>Гаолица I —</i> длин Регион	№ Линии	n	~	S	S ²	V %
1 стион			(,,)		_	
-	481	59	122,3	6,26	39,13	5,12
	595	55	139,3	6,14	37,65	4,41
<u> </u>	655	54	122,5	5,28	27,92	4,31
<u> </u>	681	59	129,8	5,03	25,30	3,88
<u> </u>	705	65	125,0	5,39	29,04	4,31
Ташкент	752	63	132,0	5,45	29,71	4,13
(Салар)	765	62	124,0	5,96	35,53	4,81
<u> </u>	782	49	133,3	5,50	30,27	4,13
_	956	59	137,3	6,71	45,07	4,89
<u> </u>	998	63	125,3	2,06	4,25	1,65
<u> </u>	St. Наманган 77	60	125,4	3,34	11,15	2,66
	St. C-6524	54	124,2	3,85	14,82	3,10
	481	54	119,8	8,43	71,02	7,04
	595	51	141,3	8,44	71,17	5,97
	655	32	119,3	7,38	54,52	6,19
	681	57	132,3	7,26	52,66	5,49
L	705	61	121,5	7,52	56,61	6,19
Фергана	752	58	132,8	7,75	60,03	5,84
(Кува)	765	53	117,8	8,33	69,40	7,07
L	782	61	132,8	7,10	50,45	5,35
	956	59	137,0	8,63	74,50	6,30
	998	44	121,5	1,00	1,00	0,82
	St. Наманган 77	54	118,4	2,25	10,56	1,90
	St. C-6524	54	120,0	3,47	19,98	2,89
	481	51	103,0	7,41	54,85	7,19
	595	53	120,0	7,40	54,74	6,17
	655	55	101,0	6,83	46,67	6,76
	681	53	113,5	6,54	42,81	5,76
	705	57	106,0	6,87	47,19	6,48
Кашкадарья	752	56	113,5	7,34	53,89	6,47
(Касби)	765	52	101,5	7,90	62,38	7,78
	782	56	114,0	7,52	56,61	6,60
	956	45	118,5	8,80	77,43	7,43
	998	64	102,5	1,00	1,00	0,98
ı						
	St. Наманган 77	44	112,5	1,14	1,56	1,00

Это свидетельствует о высокой генетической детерминированности

признака у данной линии. Линия Л-481 также проявила стабильную скороспелость по регионам.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями выявлены существенные различия между изученными линиями по длине вегетационного периода. Наибольшее влияние на признак оказал фактор среды $60\,\%$ (табл. 2). Доля влияния генотипа равнялась в наших опытах $36\,\%$. Влияние взаимодействия генотип-среда на показатели признака несущественно $-1\,\%$. Доля неучтенных факторов также оказалась малосущественной $-3\,\%$.

Таблица 2 – Двухфакторный дисперсионный анализ длины вегетационного

периода у линий хлопчатника

Источник вариации	SS	df	MS	F	Р-Значение	F критиче- ское
Выборка	5738.742	9	637.638	110.4135	1.08E-44	1.985595
Столбцы	9632.217	2	4816.108	833.9582	8.24E-59	3.097698
Взаимодействие	176.2833	18	9.793519	1.695847	0.054512	1.719592
Внутри	519.75	90	5.775			
Итого	16066.99	119				

Известно, что длина вегетационного периода колеблется в зависимости от погодных и климатических факторов. В наших опытах длина вегетационного периода испытываемых линий в Ташкентской области в среднем равнялась 129 дням, в Ферганской области – 127,5 дня и в Кашкадарьинской области растения созревали за 109,4 дня, что соответствует климатическим условиям регионов.

В результате испытаний выделены линии Л-765, Л-481 и Л-655 оказавшиеся наиболее скороспелыми по сравнению с другими изученными линиями и стандартными сортами во всех трех регионах.

Список литературы

- 1. Иксанов М.И., Алиходжаева С.С., Амантурдиев А. О высоком качестве волокна сортов хлопчатника узбекской селекции // М.И. Иксанов, С.С. Алиходжаева, А.Амантурдиев. Сельское хозяйство Узбекистана. AGRO ILM. № 2. 2014. С. 5–6.
- 2. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений / А.В.Кильчевский, Л.В. Хотылева Минск: Технология, 1997. 372 с.
 - 3. https://ru.climate-data.org/

Оценка комбинационной способности сорго сахарного по урожаю зеленой массы в условиях Предгорного Крыма

Юдина В.Н., аспирант, Болдырева Л.Л., к.с.-х.н., доцент. Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. e-mail: viktoryia93@mail.ru; e-mail bold.1958@mail.ru

В данной работе отображены результаты исследований, направленные на создание высокогетерозисных гибридов сорго сахарного. Метод топкроссов — один из ведущих при исследовании комбинационной способности у данной культуры. Полученные результаты являются основой для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: сорго сахарное, общая комбинационная способность (ОКС), специфическая комбинационная способность (СКС), линия, гибрид, неполный топкросс.

Assessment source material combining ability of sweet sorghum in the conditions of Piedmont Crimea

Yudina V.N. - Ph.D. student; Boldyreva L.L. - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor.

Academy of Life and Environmental Sciences FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe. e-mail: viktoryia93@mail.ru; e-mail bold.1958@mail.ru

Creation of high heterosis hybrids of sweet sorghum are presented in this article. The topcross method is one of the leading ones in the study of combinational ability in sorghum. The results obtained are the basis for further breeding work.

Keywords: sweet sorghum, general combinational ability, specific combinational ability, line, hybrid, incomplete topcross.

Подбор самоопыленных линий и стерильных аналогов сорго сахарного – важный этап в гибридизации. Формы для скрещивания подбирают с учетом их общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС).

Оценка на ОКС необходима для выявления линий, скрещивание которых приводит к получению гибридов, превышающих по урожайности родительские формы и лучшие комбинации гибридов. Оценка на СКС проводится с целью выявления конкретных фертильных и стерильных линий для создания высокогетерозисных гибридов.

Комбинационная способность родительских пар (сортообразцов, линий) можно изучать методами диаллельного скрещивания, топкросса, поликросса и свободного опыления. Для культуры сорго наиболее приемлемым является метод топкросса [1, 3].

Для проведения исследований в 2019 г. нами были отобраны 8 самоопыленных линий сорго сахарного различного географического происхождения коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова и коллекции АБиП КФУ им. В.И. Вернадского: Крысакор 12/1 (Респ. Крым), Крымский сладкий (Респ. Крым), ПНС 2-13 (Респ. Крым), Сорго (Абхазия), Early Fulgar (Судан), Early Amber (Мозамбик), Крымский сладкий 30 (Респ. Крым), Питательное (Респ. Крым), 4 стерильных аналога сорго зернового: (Коричневое 11С х ГОС 11) С (Респ. Крым), (Искра 2 С х ГОС 11) С (Респ. Крым), ГОС 11 С (Респ. Крым), Искра 2 С (Респ. Крым) и полученные на их основе гибриды.

Полевые исследования проводили на опытном поле академии. Делянки двухрядковые, площадью 14 м². Опыт закладывали в трехкратной повторности. Учет урожая проводили в фазу восковой спелости зерна. При закладке опытов руководствовались специальными методами полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1979, 1985), методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), методикой по селекции и семеноводству гибридного сорго (Н.А. Шепель, 1985).

Полученные данные урожайности зеленой массы новых гибридов в 2019 г. обрабатывали с помощью дисперсионного анализа, а затем согласно методическим рекомендациям по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности (В.Г. Вольф и др., 1980) рассчитывали общую и специфическую комбинационную способность родительских форм, участвующих в гибридизации [2]. В наших исследованиях использовался метод неполного топкросса.

Результаты расчетов показали, что самоопыленные линии ПНС 2-13, Early Fulgar и Early Amber обладают высокой ОКС -+5,73, +3,99 и +4,05 соответственно. Сортообразец Крымский сладкий 30 обладает средней ОКС. Низкая ОКС характерна для Крысакор 12/1, Крымский сладкий, Сорго, Абхазия, Питательное. При изучении материнских форм, выявлена высокая ОКС только у стерильной линии ГОС 11 С (+4,67), у остальных изученных линий обнаружена низкая ОКС.

Анализ варианс специфической комбинационной способности (СКС) линий показал высокую СКС у отцовских линий Крымский сладкий, Сорго, Абхазия, Early Fulgar, и у материнских Искра 2 С; (Искра 2 С х ГОС 11) С.

Оценивая эффекты комбинационной способности восьми самоопыленных линий у трех ОКС оказалась высокой, а СКС была высокой тоже у трех линий. Высокие общая и специфическая комбинационная способность у отцовской самоопыленной линии — Early Fulgar.

Среди четырех материнских форм только линия ГОС 11 С имеет высокую ОКС, а с у двух линий: Искра 2 С и (Искра 2 С х ГОС 11) С выделена высокая СКС.

Список литературы

- 1. Бритвин В.В. Оценка новых линий сорго сахарного на комбинационную способность / В.В. Бритвин, Л.Л. Болдырева // Научные труды южного филиала Национального ун-та биоресурсов и природопользования "Крымский агротехнологический университет". Серия: сельскохозяйственные науки. 2013. №157. С. 75–80.
- 2. Методические рекомендации по применению методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В. Г. Вольф, В. Г. Кадыров, П. П. Литун и др. Харьков, 1980.-76 с.
- 3. Шепель Н.А. Селекция и семеноводство гибридного сорго. Ростов: Изд-во Ростовского ун-та, 1985.-256 с.

Авторский указатель

Абдуллаев Х.А. 6 Абдурахманова М.А. 47 Абугалиева А.И. 39, 108, 116, 181 Агеева Е.В. 64 Амантурдиев Ш.Б. 104 Асхадуллин Д-л.Ф. 10, 12	Зайнуллин В.Г. 60 Зобова Н.В. 27 Зуев Д.В. 159 Зуев Е.В. 10, 12 Иванова И.Ю. 82	Пономарев С.Н. 85 Пономарева М.Л. 85 Попова К.И. 89 Потапов Д.А. 92 Потоцкая И.В. 186 Привалов Ф.И. 95
Асхадуллин Д-р.Ф. 10, 12	Казыбаева С.Ж. 35	Р асулов Б.Р. 99
Афонников Д.А. 51	Капко Т.Н. 64	Рашидова Д.К. 104
	Клыков А.Г. 171	Решетюк О.В. 144
Б агавиева Э.3. 12	Кобылянский В.Д. 151	РожанскаяО.А. 39
Багиров О.Р. 15	Комышев Е.Г. 51	Розман Е.С. 175
Баймуратов А.Ж. 116	Корнилова М.С. 53	
Батов А.С. 19, 121	Костикова И.В. 136	Савин Т.В. 108
Берсимбаева Г.Х. 47	Крадецкая О.О. 168	Саиднабиев М.М. 6
Богдан В.З. 23	Кубрак С.В. 69	Сайкенов Б.Р. 112
Богдан Т.М. 23	Кудайбергенов М.С. 112	Сайкенова А.Ж. 112
Богданов В.В. 27	Кузьмин А.В.А. 57	Салюков С.С. 126
Болдырева Л.Л. 197	Кузьмина А.А. 57	Сариев Б.С. 116
Боме Н.А. 147, 168	Кущ А.А. 60	Сафонова А.Д. 19, 121
Бондаревич Е.Б. 140		Сексенбаев Д. 35
Боровая С.А. 171	Леонтьева В.В. 82	Семенов В.А. 126
	Лихенко И.Е. 64	Сидорик И.В. 39
В айсфельд Л.И. 147		Симаков Е.А. 126
Варивода Е.А. 31	Масленникова Е.К. 31	Симонов М.В. 132
Варивода О.П. 31	Матыс И.С. 95	Симонова О.А. 132
Василова Н.З. 10, 12	Мендыбаев Б. 35	Скатова С.Е. 159
	Митюшкин Ал-й.В. 126	Советов В.В. 64
Гайзатулин А.С. 126	Митюшкин Ал-р.В. 126	Соколюк А.В. 43
Генаев М.А. 51	Моргунов А.И. 186	Соловей Л.А. 140
Гладких М.С. 186	Мурашев В.В. 163	Солодухина О.В. 151
Гордей С.И. 140	н гм.	Сотник А.Я. 136
Гриб.С.И. 95	Негматов Б.М. 6	Суслова В.А. 53
Гулов М.К. 73	Негматов М.Н. 6	Сычева Е.А. 43, 140
Гуреева Ю.А. 19, 121	Никитинская Т.В. 69	Т
П П.Т. 25	Нихмонов И.С. 73	Т аджибаев Д. 47
Даулетова Л.Т. 35 Дидоренко С.В. 39, 112	О вечкин С.В. 126	Тазутдинова М.Р. 12 Тастанбекова Г.Р. 35
Дубовец Н.И. 43, 140		Терлецкий В.К. 144
дуоовец н.и. 43, 140	Огородникова О.В. 78 Орлова Е.А. 19, 121	Терлецкий Б.К. 144 Тетянников Н.В. 147
Ержебаева Р.С. 39, 47	Орлова Е.А. 19, 121 Осипова Ю.С. 82	Тимина М.А. 151
Бржоваева 1.C. 39, 47	Cernioba 10.C. 02	Тимина IVI.А. 151 Титок В.В. 69
Журавлев А.А. 126	Партоев К. 73	Товстик Е.В. 132
Жураев С.Т. 193	Пожерукова В.Е. 186	Торбина И.В. 155
турась С.1. 1/3	110жерукова Б.Е. 100	торонна н.р. 133

200

Цыганкова М.Ю. 175	Шергина Н.Н. 60
Цыганкова Н.В. 175	Шилманов М.Н. 35
	Шимко В.Е. 140
Ч акмак И. 108	
Чилимова И.В. 168	Щ емелева Г.В. 189
Чудинов В.А. 181	
Чурсин А.С. 186	Эгамбердиева С.А. 193
Ш аманин В.П. 186	Юдина В.Н. 197
Шанинов Т.С. 175	
Шепелев С.С. 186	
	Цыганкова Н.В. 175 Чакмак И. 108 Чилимова И.В. 168 Чудинов В.А. 181 Чурсин А.С. 186 Шаманин В.П. 186 Шанинов Т.С. 175

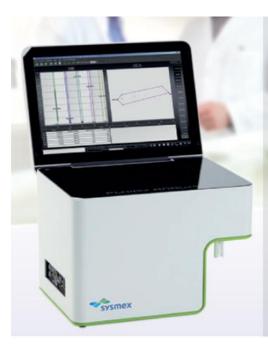
Содержание

Абдуллаев Х.А., Негматов М.Н., Негматов Б.М., Саиднабиев М.М. Генофонд хлопчатника по форме листовой пластинки и физиологическая селекция новых сортов
Асхадуллин Д-л.Ф., Асхадуллин Д-р. Ф., Василова Н.З., Зуев Е.В. Источники полевой устойчивости яровой пшеницы к популяции <i>Puccinia</i> recondita f. sp. tritici и ее вирулентность в Татарстане
Асхадуллин Д-р.Ф., Асхадуллин Д-л.Ф., Василова Н.З., Зуев Е.В., Багавиева Э.З., Тазутдинова М.Р., Хусаинова И.И. Источники полевой устойчивости яровой мягкой пшеницы к Puccinia graminis f. sp. tritici в условиях Предкамской зоны республики Татарстан
Багиров О.Р. Анализ скороспелых форм черешни в Нахчыванской Автономной Республике
Батов А.С., Сафонова А.Д., Гуреева Ю.А., Орлова Е.А. Оценка образцов картофеля различного эколого-географического происхождения в условиях Новосибирского Приобья
Богдан В.З., Богдан Т.М. Поиск источников засухоустойчивости у льна- долгунца для практических целей селекции культуры
Богданов В.В., Зобова Н.В. Анализ генетического разнообразия аллельных вариантов глиадинов линий яровой мягкой пшеницы Красноярской селекции
Варивода О.П., Варивода Е.А., Масленникова Е.К. Оценка исходного материала сортов и гибридов F_1 арбуза на устойчивость к болезням в условиях Волгоградского Заволжья
Даулетова Л.Т., Тастанбекова Г.Р., Казыбаева С.Ж., Шилманов М.Н., Мендыбаев Б., Сексенбаев Д. Урожайность интродуцированных сортов винограда в условиях темных сероземов Южного Казахстана
Дидоренко С.В., Абугалиева А.И., Ержебаева Р.С., Сидорик И.В., Рожанская О.А. Использование сомаклональных линий сои при создании скороспелых и засухоустойчивых сортов для Севера Казахстана
Дубовец Н.И., Сычева Е.А., Соколюк А.В. Анализ полиморфизма микро- сателлитных локусов у культивируемых в Беларуси сортов овса посев- ного
Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Берсимбаева Г.Х., Абдурахманова М.А. Получение дигаплоидных линий яровой тритикале из гибридов F_1 с использованием культуры пыльников

Комышев Е.Г., Генаев М.А., Афонников Д.А. Анализ морфометрических характеристик колосьев пяти видов пшеницы
<i>Корнилова М.С., Суслова В.А.</i> Генетическое разнообразие образцов дыни
Кузьмина $A.A.$, Кузьмин $A.B.A.$ Оценка сортообразцов земляники на дружность созревания плодов с помощью рефрактометра
Кущ А.А., Зайнуллин В.Г., Шергина Н.Н. Выявление генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам у сортов картофеля для дальнейшей селекции в условиях крайнего Севера
Лихенко И.Е., Капко Т.Н., Агеева Е.В., Советов В.В. Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и урожайность сортов пшеницы в лесостепи Приобья
Никитинская Т.В., Кубрак С.В., Титок В.В. Наследование хозяйственно-ценных признаков у гибридов льна культурного
Нихмонов И.С., Гулов М.К., Партоев К. О достижениях селекции и биотехнологии картофеля в Таджикистане
<i>Огородникова О.В.</i> Биологическое тестирование неповирусов земляники садовой на индикаторном растении <i>Cucumis sativus</i>
<i>Осипова Ю.С., Леонтьева В.В., Иванова И.Ю.</i> Особенности селекционного процесса хмеля
Пономарева М.Л., Пономарев С.Н. Современные реалии производства ржи и задачи селекционной науки
Попова К.И. Получение и перспективы использования дигаплоидов ячменя обыкновенного (Hordeum vulgare L.) (обзор)
<i>Потапов Д.А.</i> Отдаленная гибридизация как метод создания 000-форм ярового рапса (<i>Brassica Napus L.</i>)
Привалов Ф.И., Гриб. С.И., Матыс И.С. Генофонд национального банка семян полевых культур Беларуси и его использование в селекции 95
Расулов Б.Р. Реализация генетического потенциала сортов пшеницы в разреженных посевах
Рашидова Д.К., Амантурдиев Ш.Б. Действие нанополимерных препаратов на активность ферментов в проростках семян пшеницы и сои 104
Савин Т.В., Абугалиева А.И., Чакмак И. Статус и вариабельность серы (S и N:S) в зерне сортов яровой мягкой пшеницы

Сайкенова А.Ж., Кудайбергенов М.С., Дидоренко С.В., Сайкенов Б.Р. Изучение исходного материала сортообразцов чечевицы в условиях Алматинской области
Сариев Б.С., Абугалиева А.И., Баймуратов А.Ж. Результаты изучения коллекции голозерного ячменя в условиях Предгорной зоны Алматинской области
Сафонова А.Д., Батов А.С., Гуреева Ю.А., Орлова Е.А. Подбор пар для адаптивной селекции картофеля в меняющихся природно-климатических условиях
Симаков Е.А., Митюшкин Ал-й.В., Журавлев А.А., Митюшкин Ал-р.В., Гайзатулин А.С., Салюков С.С., Овечкин С.В., Семенов В.А. Повышение эффективности селекции картофеля на улучшение питательной ценности клубней
Симонова О.А., Симонов М.В., Товстик Е.В. Влияние марганца на всхожесть и линейный рост корневой системы ячменя разных сортов 132
Сотник А.Я., Костикова И.В. Урожайность сортов овса в контрастных гидротермических условиях Приобской лесостепи
Сычева Е.А., Бондаревич Е.Б., Соловей Л.А., Шимко В.Е., Гордей С.И., Дубовец Н.И. Молекулярно-генетическая характеристика образцов ози- мой мягкой пшеницы в связи с селекцией на устойчивость к полеганию. 140
Терлецкий В.К., Решетюк О.В. Перспективы культивирования партено- карпической яблони
Tетянников Н.В., E оме Н.А., E Вайсфельд Л.И. Исследование мутагенного эффекта фосфемида на генотипах ячменя по полевой всхожести семян и разнообразию мутаций
Тимина М.А., Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Результаты изучения новой низкопентозановой популяции озимой ржи в условиях Красноярского края
<i>Торбина И.В.</i> Исходный материал для селекции озимой пшеницы в Удмуртской Республике
<i>Тысленко А.М., Зуев Д.В., Скатова С.Е.</i> Урожайность и адаптивность сортов яровой тритикале в Нечерноземной зоне РФ
Успенская М.С., Мурашев В.В. Генофонд и селекция видов рода Paeonia L. в ботаническом саду биофака МГУ

Утебаев М.У., Боме Н.А., Чилимова И.В., Крадецкая О.О. Идентификация сортов яровой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.) Северного Зауралья на основе полиморфизма глиадинов
Фисенко П.П., Клыков А.Г., Боровая С.А. Оценка экспрессии генов PAL, С4H и FLS2 в растениях $Fagopyrum\ esculentum\ Moench 171$
$\begin{align*} L ыганков В.И., Цыганкова М.Ю., Шанинов Т.С., Цыганкова Н.В., Цыганков А.В., Розман Е.С. Генетические ресурсы пшеницы и ячменя для создания сортов, адаптивных к комплексу стресс-факторов степных зон Казахстана
<i>Чудинов В.А., Абугалиева А.И.</i> Качество зерна твердой пшеницы в условиях Карабалыкской СХОС: глютен-индекс
Шепелев С.С., Шаманин В.П., Потоцкая И.В., Чурсин А.С., Пожерукова В.Е., Гладких М.С., Моргунов А.И. Значение генов устойчивости к засухе в условиях Южной лесостепи Омской области
<i>Щемелева Г.В.</i> Значение биотехнологии в оздоровлении вегетативно размножаемого лука-шалота
Эгамбердиева С.А., Жураев С.Т. Изучение длины вегетационного периода у линий различного генетического происхождения в условиях Ташкентской, Ферганской и Кашкадарьинской областей
<i>Юдина В.Н., Болдырева Л.Л.</i> Оценка комбинационной способности сорго сахарного по урожаю зеленой массы в условиях Предгорного Крыма
Авторский указатель



Высокопроизводителное решение для анализа плоидности и определения размера генома

- Определение содержания ДНК, оценка размера генома (C-value, Cx-value)
- Определение плоидности
- Скриниг гаплоидных форм, выявление диплоидов/ триплоидов/тетраплоидов и.т.д.
- Детекция анеуплоидии
- Детекция типа репродукции, включая апомиксис
- Детенция гибридов, химер и анализ полисомии растений
- Тесты семян и проростков
- Анализ фаз клеточного цикла (G0/G1, S, G2/M)



Современные комплексные решения для генетического анализа растений



Системы для выделения нуклеиновых кислот



Оборудование и реагенты для ПЦР в реальном времени



Оборудование и реагенты для секвенирования



Готовые решения для генотипирования и определения плоидности



Многофункциональные микропланшетные ридеры



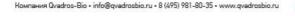
Автоматизированные станции пробоподготовки для ПЦР



Решения для хранения и транспортировки образцов



Общелабораторное оборудование







ООО "ИЛС" более 18 лет оснащает лаборатории РФ и СНГ широким спектром оборудования и расходных материалов по направлениям:



Клиническая молекулярная диагностика



Научные исследования



Криминалистика



Микробиология



Онкология



Ветеринария



ГМИ и пищевая безопасность



Автоматизация лаборатории и биобанки

Компания обладает многолетним опытом поставок, запуска лабораторного оборудования, сформированной командой высококвалифицированных специалистов, сертифицированной службой клиентской поддержки, а также широкой сетью представительств по всей России, в странах СНГ и дальнего зарубежья.



ПРОДУКТОВЫЙ ПОРТФЕЛЬ

компании представлен ведущими российскими и мировыми брендами:

AmpliSens™, Hamilton, Agena Bioscience, Thermo Fisher Scientific, BioRad, Axygen, Confocal.nl, Aptaka, Mabtech, AmpliPrime™, YD-Diagnostics и другие.

> ООО "ИЛС" Россия, 115035, г. Москва, ул. Садовническая, д. 20/13, стр. 2 Тел.: +7 (495) 664-28-84; Факс: +7 (495) 664-28-89 www.interlabservice.ru

Биохимические реактивы, оборудование и расходные материалы Life Sciences





Мы можем предоставить демоверсии приборов в вашу лабораторию!

Москва, 115.230, Каширское шоссе, д. 9, корп. 3. Тел.: +7 (495) 640 4192, e-mail: bio@chimmed.ru Санкт-Петербург, 195248, просп. Энергетиков, д. 19, оф. 314. Тел.: +7 (812) 605 0061, e-mail: spb@chimmed.ru Казань, 420081, ул. Седова, д. 22. Тел.: +7 (843) 273 6761, 272 9786, e-mail: kazan@chimmed.ru Новосибирск, 630090, просп. Академика Лаврентъева, 6/1. Тел.: +7 (383) 333 6108, e-mail: sibir@chimmed.ru





Селекционный комбайн Classic

Уборка зерновых, зернобобовых и мелкосеменных культур без смешений

Полная самоочистка после каждой делянии благодаря ленточному транспортеру в жатке и под молотильной камерой, системе обдува жатки, пневматической транспортировке зерна.

Затаривание зерна в мешки сбоку комбайна или в бункер объемом 400 л Зерновые жатки 1,25 м или 1,5 м, кукурузная жатка

Возможность установки системы взвешивания и определения влажности с системой отбора проб

Оборудование для уборки различных культур

- ▼ Подбарабанье: 6 мм, 9 мм, 12 мм (стандарт), 18 мм, 24 мм, 36 мм
- ▼ Соломотряс: 6 мм, 10 мм, 14 мм, 20 мм, 28 мм
- ▼ Решето: с круглыми отверстиями от 4 мм до 28 мм
- ▼ Регулируемое жалюзийное 4-20 мм или 16-30 мм





Субсидированная покупка по программе Росагролизинг







Деметра

Селекционная сеялка сплошного посева

Предназначена для посева семян зерновых, зернобобовых, крупяных культур, а также семян трав от 10 г до 2 кг на делянку. При оборудовании сеялки кассетным столом позволяет сеять однорядковые делянки. Сеялка обеспечивает точный посев семян на делянках без смещений, что позволяет сохранить биологическую чистоту сорта даже при посеве мелюсемянных культур. Конусные высевающие аппараты распределяют порцию семян равномерно по всем рядам, на всю заданную длину деляник. Усиленные сощники позволяют сеять на заданную длину деляник. Усиленные сощники позволяют сеять на заданную глубину в тяжелую и плохо обработанную почву с большим количеством растительных остатков, а также работать по технологии No-Till. Сеялка агрегатируется со всеми тракторами класса 1,4 и выше, в т. ч. российского производства.



Тяжелый двухдисковый сошник



Автоматический кассетный стол на 4 и 6 рядков. Позволяет высевать однорядковые делянки





Большой конический дозатор с лентой и электрическим подъемным механизмом



Бункер продолжительного посева для обсевов и первичного семеноводства. Может применяться для одновременного внесения удобрений

Субсидированная покупка по программе Росагролизинг



eppendorf

Более 75 лет Eppendorf является одним из ведущих производителей лабораторного оборудования и расходных материалов для работы в фармацевтической, биотехнологической, химической отраслях. Производственные площадки Eppendorf расположены в Германии, Великобритании, США.



LIQUID HANDLING

Ручные и автоматические устройства дозирования жидкостей и расходные материалы



SAMPLE HANDLING

Пробоподготовка, хранение образцов, ПЦР



CELL HANDLING

Культивирование клеток и микроманипуляции с клетками

Эппендорф Раша, ООО

Представительство в Сибири и на Дальнем Востоке:

Тел.: +7 925 625 98 33, e-mail: zonov.ev@eppendorf.ru, www.eppendorf.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ АКСЕССУАРЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОПЫТОВ





000 «МАКСИМ МЕДИКАЛ»

143420, МО, п. Архангельское, д. 2Б, стр. 3, комн. 4

Ten.: +7 (495) 374 62 80 (24/7) www.maxmedikal.com www.kasp.ru email: max@maxmedikal.com

Технологии для геномной селекции и фенотипирования растений

Генотипирование KASP™

КАЅР™ (Конкурентная Аллель-Специфическая ПЦР) компании LGC Genomics применяется для обнаружения SNP и Вставок/Делеций.



KASP широко применяется для маркерной селекции растений благодаря своей эффективности и очень доступной цене. Более 2000 публикаций по эффективности и точности генотипирования. KASP совместим с большинством анализаторов real-time (Biorad, Applied Biosystems, Roche). Для апробации всегда в наличии бесплатные пробные наборы KASP.

Услуги по генетическому анализу растений

ООО «Максим Медикал» в сотрудничестве с LGC Genomics (Великобритания) представляет сервисы **KASP All Inclusive** и **SeqSNP™** по генотипированию и секвенированию (GBS) для нужд геномной селекций растений. Выполняем исследованиями любого масштаба от 48 до тысяч образцов, от 1 до 100 000 SNP. Срок исполнения от 1 до 3 месяцев. Доступные цены



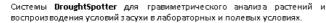
Фенотипирование растений на основе технологии Phenospex:



Инновационный 3D-сканер растений **Planteye F500** для неинвазивного фенотипирования растений в теплицах и полевых условий.

Системы **Microscan, Traitfinder** и **Gantry Traitfinder** для фенотипирования от 1 до 100 растений в лабораторных условиях

Системы **FieldScan** — фенотипирование от 100 до сотен растений в полевых условиях.





Первая система Phenospex уже установлена в России!

Оборудование для роста растений



- 000 «Максим Медикал» является эксклюзивным партнером HiPoint (Тайвань):
- Камеры роста и инкубаторы для растений, грибов, клеточных культур
- Теплицы модульные -
- Компактные спектрофотометры для анализа фотосинтетической активности.



Компания Хеликон обеспечивает полный рабочий процесс необходимым оборудованием и расходными материалами для молекулярной и клеточной биологии и прикладных исследований.

ДЕЛАЕМ ВОЗМОЖНОЙ РАБОТУ ЛАБОРАТОРИЙ В РОССИИ НА МИРОВОМ УРОВНЕ





000 «Компания Хеликон» поставляет передовые решения ведущих мировых брендов и производит лабораторное оборудование для молекулярной биологии. Подробнее на caûme www.helicon.ru









Центральный офис:

121374 г. Москва, Кутузовский проспект, д. 88 Тел. 8 (800) 770-71-21 Факс +7 (495) 930-00-84 mail@helicon.ru

www.helicon.ru

Представительство в Сибирском регионе:

630090 г. Невосибирск, ул. Инженерная, 28 Тел. +7 (383) 207-84-85, novosibirsk @helicon.ru

Представительство в Северо-Западнен Регионе: 195220 г. Санит-Петербург, ул. Биатская д. 22 корп. 1 Тел. +7 [812] 244-95-52, spb/8helicon.ru

Представительство в Приволжском реги-420021 г. Казань, ул. Татарстан, д. 14/59, оф. 201 Тел. +7 (843) 202-33-37, volga@helicon.ru

Представительство в Южном регионе: 344116 г. Ростоо-на-Дему ул. 2-ам Володарская, д. 76/23а Тел. «7 [863] 296-87-66, rostov@holicon.ru

Научное издание

ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

V Международная конференция 11–13 ноября 2020 г.

Доклады и сообщения

Публикуется в авторской редакции

Изадние подготовлено информационно-издательским отделом ИЦиГ СО РАН 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 10

Подписано в печать 26.10.2020. Формат $60\times84^{-1}/_{16}$. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,61. Тираж 110 экз. Заказ № 658

Отпечатано в типографии ООО «Дигит Про», г. Новосибирск ул. Журинская 78, пом. 208