

N. I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE
OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR)

**PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY,
GENETICS AND BREEDING**

volume 178
issue 2



Editorial board

O. S. Afanasenko, I. N. Anisimova, G. A. Batalova, L. A. Bespalova, N. B. Brutch, Y. V. Chesnokov, A. Diederichsen, M. V. Duka, N. I. Dzyubenko (Chief Editor), N. Friesen, K. Hammer, A. V. Kilchevsky, M. M. Levitin, I. G. Loskutov, S. S. Medvedev, O. P. Mitrofanova, A. I. Morgunov, H. A. Muminjanov, M. A. Pinteá, E. K. Potokina, E. E. Radchenko, I. D. Rashal, A. V. Rodionov, Z. Sh. Shamsutdinov, M. M. Silantyeva, T. N. Smekalova, I. A. Tikhonovich, J. Turok, E. K. Turuspekov, M. A. Vishnyakova.

Editor in charge of this issue: *E. A. Sokolova, N. I. Dzyubenko*

ST. PETERSBURG

2017

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ**

**том 178
выпуск 2**



Редакционная коллегия

И. Н. Анисимова, О. С. Афанасенко, Г. А. Баталова, Л. А. Беспалова, Н. Б. Брач, М. А. Вишнякова, А. Дидериксен, Н. И. Дзюбенко (главный редактор), М. В. Дука, А. В. Кильчевский, М. М. Левитин, И. Г. Лоскутов, С. С. Медведев, О. П. Митрофанова, А. И. Моргунов, Х. А. Муминджанов, Е. К. Потокينا, М. А. Пынтя, Е. Е. Радченко, И. Д. Рашаль, А. В. Родионов, М. М. Силянтьева, Т. Н. Смекалова, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Турусбеков, Н. В. Фризен, Ю. В. Чесноков, К. Хаммер, З. Ш. Шамсутдинов.

Ответственные редакторы выпуска *Е. А. Соколова, Н. И. Дзюбенко*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2017

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2

УДК 58:631.52:633/635(066)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. 129 с.

Проведена инвентаризация и даны рекомендации по сохранению *in situ* генофонда диких родичей культурных растений Амурской области. Продемонстрированы возможности сохранения и использования видов рода *Astragalus* L. в Забайкальском крае и видов рода *Malus* Mill., интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого. Проанализированы методы создания межвидовых гибридов картофеля и потенциал сортов с участием вида *Solanum bulbocastanum* Dun. Дана оценка использования сложных межвидовых гибридов ВИР для повышения эффективности селекции сортов и линий картофеля на устойчивость к патогенам в сочетании с комплексом хозяйственно ценных признаков. Определена степень влияния условий выращивания, сортовых особенностей на формирование белка в зерне голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья, установлены источники высокого содержания белка в сочетании с продуктивностью. По результатам оценки изменчивости и взаимозависимости основных биологических и хозяйственных признаков выделены сорта люцерны, представляющие интерес для селекции в условиях Центрально-Черноземной зоны России. Исследован адаптивный потенциал сортов льна-долгунца на осушаемом и обычном поле. Подведены итоги многолетнего изучения биохимического состава плодов 260-ти сортов сливы. Изучена морозостойкость сортов *Vaccinium × covilleianum* But. et Pl. в условиях Белорусского Полесья. Охарактеризовано совместное наследование генов морфологических признаков и восстановления фертильности пыльцы у льна. Представлен конспект антропофильных видов и диких родичей культурных растений сем. Brassicaceae Burnett Северного Турана

Табл. 33, рис. 14, библиогр. 173 назв.

Для ресурсоведов, ботаников, генетиков, селекционеров, преподавателей вузов биологического и сельскохозяйственного профиля.

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. Vol. 178. Iss. 2. SPb., 2017. 129 p.

An inventory has been made and recommendations are given concerning conservation of the *in situ* genetic diversity of crop wild relatives occurring in the Amur Province. Opportunities to preserve and utilize the species of *Astragalus* L. in Trans-Baikal Territory and the species of *Malus* Mill. introduced into the Botanical Garden of Peter the Great are demonstrated. Methods for the development of interspecific potato hybrids and the potential of the cultivars incorporating the species *Solanum bulbocastanum* Dun. are analyzed. Utilization of complex interspecific hybrids from VIR increasing the breeding efficiency of potato cultivars and lines is assessed to build up resistance to pathogens combined with a set of economically valuable traits. The degree of the effect of growing conditions and varietal peculiarities on protein formation in the seed of hullless oat varieties has been measured for the environments of the Northern Trans-Ural region, and the sources of high protein content in combination with productivity have been identified. The results of evaluating variability and interaction of main biological and agronomic characters have been used to select alfalfa varieties of interest for breeding practice in the environments of the Central Black Soil region of Russia. The adaptive potential of fiber flax has been studied in drained and conventional fields. Many years of researching the biochemical composition of the fruit of 260 plum varieties are summarized. Frost resistance of the cultivars *Vaccinium × covilleianum* But. et Pl. has been studied under the conditions of Belarusian Polesia. Combined inheritance of genes controlling morphological traits and fertility restoration in flax pollen is characterized. A summary of an anthropophilic species and crop wild relatives is presented for the family. Brassicaceae Burnett in Northern Turan.

Tabl. 33, Fig. 14, Ref. 173.

Addressed to genetic resources experts, geneticists, plant breeders and lecturers of biological and agricultural universities and colleges.

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-5-15

УДК 633.39:633.3.631.527

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

В. П. Макаров

Институт природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
672014, Россия, Чита,
ул. Недорезова, 16а,
e-mail: vm2853@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ВИДОВ АСТРАГАЛА В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

Ключевые слова:

астрагал, *Astragalus*,
урожайность зеленой массы,
питательность, семенная
продуктивность

Поступление:

07.10.2016

Принято:

12.06.2017

Актуальность. В Забайкальском крае традиционной отраслью сельского хозяйства является животноводство. Удовлетворение потребности животных качественными кормами в летний и зимний периоды в настоящее время остается актуальной задачей. Традиционно в кормовой массе отмечается недостаток белка, а также ряда жизненно важных микроэлементов, например, селена. Повысить содержание белка и селена в кормах возможно за счет введения в кормовой рацион растений из рода Астрагал (*Astragalus* L.), отличающихся высоким содержанием белка и ряда микроэлементов, в том числе селена. **Объекты и методы.** Исследовались следующие виды: астрагал болотный (*Astragalus uliginosus* L.), а. бороздчатый (*A. sulcatus* L.), а. галеговидный (*A. galegiformis* L.), а. даурский [*A. davuricus* (Pall.) DC.], а. неожиданный (*A. inopinatus* Boriss.), а. нутовый (*A. cicer* L.), а. перепончатый [*A. membranaceus* (Fisch.) Bunge], а. приподнимающийся (*A. adsurgens* Pall.), а. серпоплодный (*A. falcatus* Lam.), а. Шелихова (*A. schelichowii* Turcz.), а. шершавый (*A. asper* Jacq.), а. эспарцетовый (*A. onobrychis* L.). Исследования проводились в лесостепной зоне Забайкальского края. Норма высева, глубина заделки семян в почву, учеты и наблюдения выполнены согласно методическим указаниям, разработанным в отделе кормовых культур ВИР. **Результаты и выводы.** Исследованные виды астрагала обладают высокой зимостойкостью, питательностью. В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержат высокое содержание сырого протеина (21,4–39,0), жира (1,4–3,5), БЭВ (31,0–47,0). Создан сорт астрагала болотного, обладающий высокой зимостойкостью – 91–94%, выше, чем у люцерны на 3–8%, Астрагал болотный формирует урожай зеленой массы в основном на второй и третий годы жизни. В среднем за годы исследований астрагал болотный в сумме за 2 укоса обеспечил урожай зеленой массы – 8,37 т/га, сена – 2,27, семян – 0,13. Низкую зимостойкость проявили астрагал галеговидный (*A. galegiformis* L.), а. нутовый (*A. cicer* L.), а. серпоплодный (*A. falcatus* Lam.) и а. шершавый (*A. asper* Jacq.). Исследование коллекционных образцов астрагала в Забайкальском крае показало, перспективность дальнейшего исследования видов и экотипов для использования в качестве кормовых растений. Химический состав растений свидетельствует о высокой питательной ценности кормовой массы. Перспективны дальнейшие исследования видов и экотипов рода *Astragalus* для использования в качестве корма, так и для лечения домашних животных и людей.

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-5-15

ORIGINAL ARTICLE

V. P. Makarov

Institute of Natural Resources,
Ecology and Cryology SB RAS,
672014, Chita, St. Nedorezova,
16a, Russia,
e-mail: vm2853@mail.ru

THE RESULTS OF THE STUDY COLLECTION OF THE SPECIES OF *ASTRAGALUS* IN ZABAYKALSKY KRAI

Keywords:

Astragalus, green mass yield,
nutritive value, seed production

Received:

07.10.2016

Accepted:

12.06.2017

Relevance. In Zabaikalsky Krai the traditional sector of agriculture is livestock. Meet the needs of animals, quality feed in summer and winter periods currently remains urgent task. Traditionally in the aft mass is celebrated the lack of protein and some vital micronutrients, e.g. selenium. To increase the protein content and selenium in feed is possible by the introduction of the diet of plants of the genus *Astragalus* L., with high protein and some trace elements, including selenium. **Objects and methods.** Were studied the following species of *Astragalus*: *A. adsurgens* Pall., *A. asper*, *A. cicer* L., *A. davuricus* (Pall.) DC., *A. falcatus* Lam., *A. galegiformis* L., *A. inopinatus* Boriss., *A. membranaceus* (Fisch.) Bunge, *A. onobrychis* L., *A. schelichowii* Turcz., *A. sulcatus* L., *A. uliginosus* L. The research was conducted in the forest-steppe zone of Zabaikalsky Krai. Seeding rate, seed depth in the soil, surveys and observations performed according to "Methodical instructions...", developed in the Department of fodder crops of VIR. **Results and conclusions.** The studied species of *Astragalus* have high winter hardiness, nutritional value. In plant mass (% dry matter) contain a high content of crude protein (21,4–39,0), fat (1.4 to 3.5), nitrogen-free extractives (31.0–47.0). Created by grade *A. uliginosus*, with high winter hardiness – 91–94%, higher than that of alfalfa 3–8%, the Yield of green mass vetch marsh forms mainly on the second and third years of life. On average over the study years *A. uliginosus* in the amount of 2 mowings provided the harvest of green mass of 8.37, hay – 2.27, seed – 0.13 t/ha. Low hardiness have shown *A. asper* Jacq., *A. cicer* L., *A. falcatus* Lam., *A. galegiformis* L. The study of collection accessions and ecotypes of *Astragalus* in the TRANS-Baikal territory revealed the prospects of further studies of species and ecotypes for use as forage plants. The chemical composition of plants shows high nutritive value forage. Promising further research species and ecotypes of the genus *Astragalus* for use as feed and treat pets and people.

Введение

Астрагал – крупнейший род растений семейства Бобовые, включает свыше 1000 видов, распространенных в обоих полушариях, главным образом в умеренных областях. В Восточном Забайкалье произрастает 22 вида астрагала: а. альпийский (*Astragalus alpinus* L.s.str.), а. болотный (*A. uliginosus* L.), а. даурский [*A. davuricus* (Pall.) DC.], а. донниковый (*A. melilotoides* Pall.), а. зонтичный (*A. umbellatus* Bunge), а. кустарниковый (*A. fruticosus* Pall.), а. молочно-белый (*A. galactites* Pall.), а. неожиданный (*A. inopinatus* Boriss.), а. норвежский (*A. norvegicus* Grauer Weber), а. однобокий (*A. secundus* DC.), а. острошероховатый (*A. scaberrimus* Bunge), а. перепончатый (*A. membranaceus* (Fisch.) Bunge), а. приподнимающийся (*A. adsurgens* Pall.), а. разноцветный (*A. versicolor* Pall.), а. светло-красный (*A. miniatus* Bunge), а. сходный (*A. propinquus* Schischk.), а. темный [*A. kaufmannii* Kryl. subsp. *atratus* (Turcz.) Jurtzev], а. тонкий (*A. tenuis* Turcz.), а. трехгранноплодный [*A. trigonocarpus* (Turcz.) Bunge], а. холодный [*Astragalus frigidus* (L.) A. Gray], а. Шелихова (*A. schelichowii* Turcz.), а. южносибирский (*A. austrosibiricus* Schischk. В культуре в Восточном Забайкалье изучались виды и образцы астрагала из других регионов России: а. болотного (*Astragalus uliginosus*), а. бороздчатого (*A. sulcatus* L.), а. галеговидного (*A. galegiformis* L.), а. неожиданного (*A. inopinatus*), а. нутового (*A. cicer* L.), а. серпоплодного (*A. falcatus* Lam.), а. Шелихова (*A. schelichowii*), а. шершавого (*A. asper* Jacq.), а. эспарцетового (*A. onobrychis* L.). В Забайкальском крае традиционной отраслью сельского хозяйства является животноводство. Традиционно в кормовой массе отмечается недоставок белка, а также ряда жизненно важных микроэлементов, например, селена. Повысить содержание белка и селена в кормах возможно за счет введения в кормовой рацион растений из рода астрагал, отличающиеся высоким содержанием белка и ряда микроэлементов, в том числе селена. Многие виды астрагала обладают лечебными свойствами, их можно использовать в ветеринарной практике и медицине. В Забайкальском крае культивируются сорта однолетних и многолетних бобовых трав, такие как горох полевой и посевной, донники

белый и душистый, люцерна посевная, местами – эспарцет песчаный. Новыми культурами бобовых трав могут стать виды астрагала.

В 80-х годах прошлого века, в Забайкальском НИИ овцеводства и мясного скотоводства, изучались виды и образцы астрагала, как собранные в результате экспедиционных исследований в Забайкалье, так и полученные из Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) и других научных учреждений СССР. Значительная часть исследований по ряду причин не была ранее опубликована, поэтому материалы этой статьи в определенной мере новые и не потеряли в настоящее время актуальность. Цель исследований – введение в культуру новых видов рода Астрагал.

Материалы и методы

Исследовались следующие виды: астрагал болотный (*Astragalus uliginosus*), а. бороздчатый (*A. sulcatus* L.), а. галеговидный (*A. galegiformis*), а. даурский (*A. davuricus*), а. неожиданный (*A. inopinatus*), а. нутовый (*A. cicer*), а. перепончатый (*A. membranaceus*), а. приподнимающийся (*A. adsurgens*), а. серпоплодный (*A. falcatus*), а. Шелихова (*A. schelichowii*), а. шершавый (*A. asper*), а. эспарцетовый (*A. onobrychis*).

Исследования проводились в лесостепной зоне Забайкальского края на полях экспериментального хозяйства Забайкальского НИТИ овцеводства и мясного скотоводств (ЗабНИТИомс), в пригороде г. Читы, в 1980-х гг. Почва опытного участка лугово-черноземная, мучнисто-карбонатная, малогумусовая, легкосуглинистая. Обеспеченность почвы NO_3 и P_2O_5 низкая (1,0–1,5 и 2,5–5,0 мг/100 г). В почву перед посевом вносились минеральные удобрения в норме $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. В последующие годы весной и после укосов растения подкармливались азотными удобрениями в норме N_{30} . Укосы вегетативной массы проводились в фазу начала цветения.

Посев растений проводился во второй декаде мая, широкорядным способом с междурядьем 60 см. Площадь деланки 2,5 м², для учета зеленой массы и семян. Повторность двукратная. Образцы с ограниченным количеством семян высевали с ин-

дивидуальным размещением растений (70 × 70 см).

Норма высева, глубина заделки семян в почву, учеты и наблюдения выполнены согласно методическим указаниям, разработанным в отделе кормовых культур ВИР (Lubenets et al., 1975).

Химический состав растений определен в лаборатории общей химии ЗабНИТИомс. Общий азот по Кьельдалю в модификации Троицкого, фосфор – по методике ЦКАЛ (Центральная контрольная агрохимическая лаборатория), кальций – комплексометрически с триалоном Б, клетчатку – методом

Кюршнера и Ганека в модификации Коган, золу и гигровлагу – весовым методом, жир – методом обезжиренных остатков по Пондопуло, БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) – арифметическим путем.

Метеоусловия в районе исследования характеризовались следующим образом. Средняя годовая температура воздуха составляла –2°С, минимальная температура в январе, максимальная – в июле. Среднегодовая сумма осадков составляет 299 мм. Максимальное количество осадков регистрировалось в июле, минимальное количество осадков – в декабре и январе (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика климатических условий (экспериментальное хозяйство ЗабНИТИомс) в период исследований
Table 1. Characteristics of climatic conditions during the study period

Месяц / Month	Среднесуточная температура воздуха, °С The average daily air temperature, °C	Осадки, мм Precipitation, mm
Январь / January	-24,9	2,0
Февраль / February	-20,2	3,0
Март / March	-10,3	4,0
Апрель / April	0,4	9,0
Май / May	8,7	21,0
Июнь / June	16,0	34,0
Июль / July	19,1	104,0
Август / August	15,7	74,0
Сентябрь / September	8,5	34,0
Октябрь / October	-0,8	7,0
Ноябрь / November	-13,3	4,0
Декабрь / December	-21,7	3,0
Среднее значение The average value	-2,0	299,0

Результаты и обсуждение

Астрагал болотный

Астрагал болотный – травянистый многолетник, высотой от двадцати пяти до ста сантиметров. Стебли растения прямостоячие. В естественных условиях этот вид растет по влажным злаково-разнотравным и остепненным лугам, по старым залежам, большей частью по долинам рек. Встречается в Западной и Восточной Сибири, Северной Корее, в Маньчжурии, Монголии, Северном Китае; в Забайкальском крае не

часто, но повсеместно. Отлично поедается оленями, охотно овцами, менее охотно –

лошадьми; крупный рогатый скот этот вид не ест. Сено астрагала болотного хорошо поедается всеми видами животных. В коллекционном питомнике исследовано 4 образца астрагала болотного из коллекции ВИР: к-34424 из Амурской области, к-45013 из Алтайского края, к-45037 из Тюменской области, к-45039 из Атырауской (бывшая Гурьевская) области Казахстана, а также образец из Сретенского района Забайкальского края № 50 (Makarov, 1990).

В 1977 году был посеян во второй декаде мая астрагал болотный № 50. Посев проведен широкорядным способом с междурядьем 60 см. Площадь делянки была 2,5 м², для учета зеленой массы и семян. Повторность – двукратная. Период от начала весеннего отрастания до первого укоса составил 44 дня, второго – 40 дней. Высота растений перед первым укосом составила 40, перед вторым 35 см. Облиственность растений была соответственно 54 и 56%. Урожайность зеленой массы составила 0,75, сухого вещества – 0,18 кг/м². В одном кг сухого вещества обнаружено (%) 30,7 сырого протеина, 2,7 – жира, 13,1 – клет-

чатки, 40,9 – БЭВ. Содержание Са и Р соответственно 1,44 и 0,38 г/кг (табл. 2). Созревание семян произошло через 74 дня. Семенная продуктивность составила 4,7 г/м². Масса 1000 семян – 1,4 г, лабораторная всхожесть 71%.

В 1983 году был посеян астрагал болотный к-34424 из Амурской области. Площадь делянок для учета зеленой массы была 1 м², для учета семенной продуктивности – 2 м². Ширина междурядья на делянках для учета зеленой массы составила 15 см. На делянках для учета семенной продуктивности использовали гнездовой посев – 50 × 30 см.

Таблица 2. Химический состав образцов астрагала болотного в коллекционном питомнике в среднем за 1986, 1987 гг. (% на абсолютно сухое вещество)

Table 2. Chemical composition of samples of *Astragalus uliginosus* in the collector's nursery in average for 1986, 1987 (% on dry substance)

Номер образца Sample number	Протеин Protein	Жир Fat	Клетчатка Fiber	БЭВ Nitrogen-free extracts	Са	Р	Зола Ash	Каротин, мг/% Carotene, mg/%
к-45013	30,48	2,02	22,71	34,88	1,93	0,31	9,91	15,0
к-45037	28,59	1,94	20,44	38,69	1,91	0,32	10,34	10,0
к-45039	26,75	2,53	17,76	42,95	1,90	0,29	10,01	15,0

Весной 1984 года, в первой декаде мая, отмечено энергичное и дружное отрастание растений. На 20-й день после начала отрастания высота растений составила 20 см, в начале цветения, перед первым укосом 69 см, перед вторым укосом – 39 см, в фазу созревания семян – 110 см.

Облиственность растений первого укоса составила 54, второго – 69%. Урожайность зеленой массы была 1,9, сухого вещества – 0,35 кг/м². В 1 кг сухого вещества обнаружено (%) 25,2 сырого протеина, 2,6 – жира, 21,3 – клетчатки, 41,6 – БЭВ. Содержание Са и Р соответственно 1,0 и 2,0 г/кг. Урожай семян составил 100 г/м², масса 1000 семян 1,4 г. Энергия прорастания 30%, лабораторная всхожесть после скарификации – 97%.

В 1986 году проведен посев образцов астрагала болотного к-45013 из Алтайского края, к-45037 из Тюменской области, к-45039 из Атырауской области Казахстана. Способ посева гнездовой (70 × 70 см). По каждому образцу наблюдалось 60–80 растений.

Посев проведен во второй декаде мая, полные всходы отмечены через 20 дней. Условия для перезимовки и вегетации растений в 1987 г. сложились крайне неблагоприятно: отсутствие снежного покрова, засушливые весна и лето. Зимостойкость образцов астрагала была в пределах 86–92%. Менее зимостойким оказался образец к-45039 из Казахстана. В это же время зимостойкость районированных сортов донника белого ‘Сретенский 1’ и люцерны изменчивой ‘Забайкалка’, посеянных для сравнения, в этот период составила соответственно 8 и 54%.

В 1987 году весеннее отрастание, образцов астрагала отмечено только в третьей декаде мая, раньше (25 мая) отмечено отрастание образца из Тюменской области, затем (28 мая) – образца из Алтайского края и 1 июня отмечено отрастание образца астрагала из Казахстана. Более раннее прохождение фаз бутонизации и цветения отмечено у образца из Казахстана. В следующий, обычный по метеоусловиям год, время весеннего отраста-

ния образцов не отличалось существенно по образцам и зарегистрировано 10 мая. Бутизация зарегистрирована 20 июня, цветение 28 июля, созревание семян – 9 сентября. Первый укос в 1987 году провели в первой декаде июля, второй – во второй декаде августа.

В 1988 году первый укос проведен во второй декаде июля, второй укос во второй декаде августа.

Продуктивность образцов астрагала в среднем за два последних года исследований была больше у образца из Алтайского края (табл. 3).

Таблица 3. Продуктивность вегетативной массы астрагала болотного в лесостепной зоне Забайкальского края

Table 3. The productivity of vegetative mass of *Astragalus uliginosus*

Номер образца Sample number	Зеленая масса одного растения, г Green mass per plant, g			Масса сухого вещества одного растения, г The dry mass per plant, g		
	1987	1988	Среднее Average	1987	1988	Среднее Average
к-45013	379	375	377	86	68	77
к-45037	226	342	234	66	41	54
к-45039	94	303	199	20	51	36

Облиственность растений в фазе начала цветения была 70–76%. Химический состав образцов астрагала свидетельствует о высоком содержании сырого протеина, по этому показателю выделяется образец из Алтайского края.

Образец астрагала из Алтайского края также выделяется по семенной продуктивности. Средняя величина массы семян за два года исследований с растения составила 19 г (табл. 4).

Таблица 4. Семенная продуктивность и посевные качества семян астрагала болотного в лесостепной зоне Забайкальского края

Table 4. Seed productivity and sowing qualities of seeds of *Astragalus uliginosus*

Номер образца Sample number	Масса семян с одного растения, г Weight of seeds per plant, g			Масса 1000 семян, г The weight of 1000 seeds, g	Лабораторная всхожесть семян, % Laboratory germination of seeds, %
	1987	1988	Среднее		
к-45013	26,6	11,4	19,0	1,5	81
к-45037	4,1	2,8	3,5	1,5	84
к-45039	10,5	3,9	7,2	1,5	79

В период 1998–2006 гг. в ФГБНУ НИИВ Восточной Сибири (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научно-исследовательский институт ветеринарии, включает и отдел растениеводства бывшего ЗабНИТИомс) Л. П. Сидоровой (Sidorova, 2013) проведено конкурсное испытание астрагала, созданного методом массового отбора из дикорастущей популяции. В качестве стандарта использовали сорт люцерны посевной ‘Забайкалка’. Погодные условия отличались от предшествующих лет количеством и распределением осадков. За вегетационные периоды осад-

ков выпало на 20–38% больше многолетней нормы (276 мм).

Среднесуточные температуры воздуха весной (апрель – май) несколько превышали среднемноголетние показатели, что благоприятно сказалось на более раннем отрастании астрагала болотного после перезимовки. Среднесуточные температуры в летний период (июнь – август) незначительно превышали среднемноголетние. Необычной теплой погодой характеризовался сентябрь. Такой температурный режим позволил сформировать урожай кормовой массы и семян как у астрагала болотного, так и у люцерны ‘Забайкалка’.

В результате сортоиспытания было установлено, что астрагал болотный обладает высокой зимостойкостью – 91–94%, выше, чем у люцерны на 3–8%, является более жаростойким и засухоустойчивым (средняя оценка составила 5 баллов, у стандарта – 4 балла).

Урожай зеленой массы астрагал болотный формирует в основном на второй и третий годы жизни. В среднем за годы исследований астрагал болотный в сумме за 2

укоса обеспечил урожай зеленой массы – 8,37, сена – 2,27, семян – 0,13 т/га при урожайности стандарта (люцерны) соответственно – 7,46; 2,38; 0,07 т/га.

Астрагал болотный обладает более высокой облиственностью, и в среднем ее величина по укосам составляла – 58–74%, что на 4–8% выше стандарта (люцерны). Более высокая облиственность обуславливает преимущество его биомассы и питательной ценности (табл. 5).

Таблица 5. Химический состав и питательность биомассы астрагала болотного в конкурсном испытании (1998–2006 гг.; по Л. П. Сидоровой, 2007)
Table 5. Chemical composition and nutritive value of biomass of *Astragalus uliginosus* in the competitive test (1998–2006; by L. P. Sidorova, 2007)

Вид, сорт Species, cultivar	Содержание в 1 кг сухого вещества Content in 1 kg of dry matter				Кормовые единицы в 1 кг сухого вещества Fodder units in 1 kg of dry matter	Перевари- мый протеин в г/к. ед. Digested protein in g/ f. un.	Концентрация обменной энергии, МДж Concentration of metabolizable energy, MJ
	Протеин Protein	Фосфор Phosphorus	Кальций Calcium	Клетчатка Fiber			
Люцерна Забайкалка Lucerne Zabajkalka	19,50	0,32	2,40	21,90	0,80	148	9,94
Астрагал болотный <i>Astragalus uliginosus</i>	25,50	0,33	2,20	20,20	0,91	184	10,6

Установлено (Sidorova, 2007; Andreeva, Sidorova, 2015), что корм из астрагала болотного наиболее питательный и энергосыщенный. В одном кг сухого вещества астрагала содержится 0,91 кормовых единиц и 25,5% сырого протеина, 10,6 МДж, а в люцерне соответственно – 0,80; 19,5%; 9,94 МДж. По содержанию зольных элементов различия незначительные. На одну кормовую единицу приходится 184 грамм переваримого протеина. Поедаемость зеленой массы овцами составила 91%.

По нашим наблюдениям на корневой системе астрагала отмечено обильное образование азотфиксирующих клубеньковых бактерий. Опыляют цветки астрагала преимущественно шмели. Пчелы активно посещают растения, однако при добыче нектара не проникают в цветок как шмели, а просовывают хоботок между лепестками и чашелистиками.

Астрагал бороздчатый

Многолетнее растение, 30–80 см высоты, стебли прямостоячие, растет по поемным, часто солонцеватым лугам, реже на разнотравно-степных участках и по опушкам лесов. Отмечен на мелах. Распространен в Европейской части России, Западной Сибири, Восточной Сибири, Средней Азии.

В культуре исследовали один образец астрагала бороздчатого из коллекции ВИР, к-928, происходящий из Новосибирской области. Посев проведен в 1986 году. Способ посева гнездовой (70 × 70 см). Наблюдения проводились в 1987 году. Условия для перезимовки и вегетации растений в 1987 г. сложились крайне неблагоприятно: отсутствие снежного покрова, засушливые весна и лето. Зимостойкость астрагала составила 50%. Начало весеннего отрастания 25 мая. Зимостойкость районированных сортов донника бело-

го 'Сретенский 1' и люцерны изменчивой 'Забайкалка', посеянных для сравнения, составила соответственно 8 и 54%.

Высота астрагала на 20-й день от начала весеннего отрастания была 16 см, перед первым укосом, в начале цветения – 32 см, перед вторым укосом – 40 см. Облиственность перед первым укосом составила 58%. Зеленая масса одного растения составила 215 г, масса сухого вещества – 50 г.

В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 25,6 сырого протеина, 2,5 – жира, 16,5 – клетчатки, 47,0 – БЭВ, 1,2 – Са, 0,3 – Р и 7,5 – золы. Созревание семян отмечено в третьей декаде августа. Высота растений в фазе созревания семян была 70 см. Масса семян с одного растения – 14 г, масса 1000 семян – 1,3 г. Лабораторная всхожесть скарифицированных семян – 95%.

Учитывая высокую питательную ценность, зимостойкость сравнимую с районированными сортами бобовых трав, способность расти на слабозасоленных почвах важно продолжить интродукционную и селекционную работу с этим видом астрагала.

Астрагал даурский

Одно-двулетнее растение 15–65 см высоты, стебли прямостоячие. Встречается в Сибири, на Дальнем Востоке, в Северо-Восточной Монголии, Северо-Восточном Китае, на Корейском полуострове. Растет на суходольных лугах, залежах и степях. На пастбищах Бурятии поедается крупным рогатым скотом (Larin et al., 1951). На пастбищах в Бурят-Монголии хорошо поедается крупным рогатым скотом и лошадьми в зеленом виде и удовлетворительно в подсушенном (Borisova, 1954). Исследовали образец астрагала из Забайкальского края №14 из Шилкинского района. Начало весеннего отрастания отмечено в первой декаде мая. Высота растений на 20-й день от начала весеннего отрастания была 13 см, перед первым укосом – 61 см. Период от начала отрастания весной до начала цветения составил 44 дня. Облиственность астрагала составила 60%, урожай зеленой массы – 2,5 кг/м² и 0,63 кг/м² сухого вещества. В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 26,2 сырого протеина, 1,4 – жира, 21,5 – клетчатки, 40,2 – БЭВ, 1,3 – Са, 0,5 – Р и 10,8 – золы.

Высота растений в фазе созревания семян была 70 см. Семенная продуктивность 5–10 г/м², масса 1000 семян 0,7–0,9 г., лабораторная всхожесть скарифицированных семян – 75%.

Астрагал неожиданный

Растение 15–40 см высотой, стебли приподнимающиеся или прямые, обычно в числе нескольких, прижато-волосистые. Распространен в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Якутии, Монголии, Маньчжурии. Растет в степных, нередко солонцеватых лугах, в лесах, по опушкам и галечникам, на скалах и крутых каменистых склонах. Кормовое пастбищное растение. Хорошо поедается крупным рогатым скотом (Borisova, 1954).

В культуре исследовался образец астрагала из Якутского ботанического сада №424. Посев проведен в 1986 году. Способ посева гнездовой (70 × 70 см). Наблюдения проводились в 1987, 1988 годах. Условия для перезимовки и вегетации растений в 1987 г. сложились крайне неблагоприятно: отсутствие снежного покрова, засушливые весна и лето. Зимостойкость астрагала составила 100%.

Весеннее отрастание в неблагоприятный по климатическим условиям 1987 год отмечено в третьей декаде мая, в обычный год – первой декаде мая. Фаза цветения наступила в третьей декаде мая. Высота растений на 20-й день от начала отрастания составила 23 см, перед первым укосом – 23 см. Облиственность растений перед укосом была 69%.

Зеленая масса одного растения в 1988 году составила 115 г, масса сухого вещества – 31 г. В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 25,6 сырого протеина, 3,5 – жира, 13,8 – клетчатки, 45,5 – БЭВ, 2,2 – Са, 0,3 – Р и 11,6 – золы.

Созревание семян произошло во второй декаде июля. Масса семян с одного растения была 0,5 г, масса 1000 семян – 1,2 г. Лабораторная всхожесть скарифицированных семян – 87%.

Астрагал перепончатый

Многолетнее травянистое растение до 60 см высотой. Растет на лугах, луговых степях, лесных опушках, в зарослях кустарников. Встречается преимущественно в Цен-

тральных и юго-восточных районах Забайкальского края. На пастбищах Бурятии поедается удовлетворительно, а на Дальнем Востоке считается кормовым растением. Испытания его на коллекционных питомниках Дальневосточной горнотаежной станции АН СССР дали хорошие результаты (Larin et al., 1951). Корни широко применяются в китайской медицине как мочегонное и желудочно-кишечное средство. Высота растений на 20-й день от начала отрастания была 6 см, перед первым укосом – 55, перед вторым – 43 см. В фазе созревания семян высота растений достигла 100 см. Облиственность растений перед первым укосом была 67, перед вторым – 70%. В 1984 году урожай зеленой массы составил 0,48, сухого вещества – 0,1 кг/м². В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 21,4 сырого протеина, 1,6 – жира, 21,8 – клетчатки, 45,6 – БЭВ, 1,0 – Са, 0,2 – Р и 9,6 – золы. Семенная продуктивность составила в 1984 году 44 г/м², масса 1000 семян – 1,0 г. Лабораторная всхожесть скарифицированных семян – 72%.

Астрагал приподнимающийся

Многолетнее растение. Стебли 20–50 см высоты, дуговидно приподнимающиеся, обычно в числе нескольких. Встречается в Западной и Восточной Сибири, Монголии, Дальнем Востоке, Северо-Восточном Китае, на Корейском полуострове, в Японии. Растет на степных и каменистых склонах, в разреженных лесах, зарослях кустарников, на засоленных лугах. На пастбищах и в сене хорошо поедается всеми видами скота. Хорошо переносит пастьбу и быстро отрастает. Химический состав: гигроскопической воды – 7,83%, золы – 8,89%, протеина – 13,46%, белка – 10,08%, жира – 2,4%, клетчатки – 32,6–33,5%, БЭВ – 47,7%. В наземных частях обнаружены алкалоиды, но отравлений не наблюдалось. Зимой плохо сохраняет листочки (Borisova, 1954).

С 1976 по 1984 г исследовалось семь образцов астрагала приподнимающегося из Забайкальского края. В процессе исследований выделили по продуктивности один образец астрагала № 21 из Шилкинского административного района Забайкальского края.

Начало весеннего отрастания астрагала отмечалось в первой декаде мая. Период от начала отрастания до начала цветения со-

ставлял 50 дней. Высота растений перед первым укосом была 39 см, перед вторым – 29 см. Облиственность соответственно 55 и 67%. Урожай зеленой массы достигал 1,43 кг/м², сухого вещества – 0,27 кг/м².

В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 24,0 сырого протеина, 1,7 – жира, 29,4 – клетчатки, 43,0 – БЭВ, 0,3 – Са, 0,3 – Р и 9,0 – золы.

Созревание семян происходило в первой декаде сентября. Семенная продуктивность находилась в пределах от 4 до 17 г/м², масса 1000 семян – 1,0 г. Лабораторная всхожесть скарифицированных семян – 92%.

Астрагал Шелихова

Растение высотой 10–40 см, стебли прямостоячие, мелко прижато-волосистые. Встречается в Красноярском и Забайкальском краях, Якутии, Дальнем Востоке. Растет на прирусловых песках, галечниках, лугах, в зарослях кустарников. Представляет интерес как кормовое растение со значительной травяной массой (Borisova, 1954).

Исследовался образец астрагала Шелихова из Якутского ботанического сада № 478. Посев проведен в 1986 году. Способ посева гнездовой (70 × 70 см). Наблюдения проводились в 1987, 1988 годах. Условия для перезимовки и вегетации растений в 1987 г. сложились крайне неблагоприятно: отсутствие снежного покрова, засушливые весна и лето. Зимостойкость астрагала составила 87%.

Весеннее отрастание в неблагоприятный по климатическим условиям 1987 год отмечено в третьей декаде мая, в обычный год – первой декаде мая. Фаза цветения наступила в третьей декаде мая. Высота растений на 20-й день от начала отрастания составила 16 см, перед первым укосом – 23, перед вторым – 24 см. Облиственность растений перед укосом была 80%.

Зеленая масса одного растения в 1988 году составила 356 г, масса сухого вещества – 62 г. В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 39,0 сырого протеина, 2,5 – жира, 17,1 – клетчатки, 31,0 – БЭВ, 1,0 – Са, 0,5 – Р и 10,5 – золы.

Созревание семян произошло во второй декаде июля. Масса семян с одного растения была 5,5 г, масса 1000 семян – 1,1 г. Ла-

бораторная всхожесть скарифицированных семян – 90%.

Астрагал эспарцетный

Многолетнее травянистое растение. Стебли высотой 30–80 см, прямостоячие или восходящие, разветвленные. Распространен в Европе, на Кавказе, в Средиземноморье, средней полосе европейской части России, Западной Сибири, на севере Центральной Азии и в Малой Азии. Растет на степных участках, склонах, обнажениях, песках. (Borisova, 1954).

Исследовался образец астрагала эспарцетного коллекции ВИР из Волгоградской области к-44690. Посев проведен в 1986 году. Способ посева гнездовой (70 × 70 см). Наблюдения проводились в 1987 году. Условия для перезимовки и вегетации растений в 1987 г. сложились крайне неблагоприятно: отсутствие снежного покрова, засушливые весна и лето. Зимостойкость астрагала составила 82%. Начало весеннего отрастания 25 мая. Зимостойкость районированных сортов донника белого ‘Сретенский 1’ и люцерны изменчивой ‘Забайкалка’, посеянных для сравнения, составила соответственно 8 и 54%.

Отрастание астрагала весной 1987 г. из-за климатических условий запоздало на месяц, отмечено только во второй декаде июня. В обычный по метеоусловиям 1988 год начало весеннего отрастания было во второй декаде мая. Начало цветения отмечено во второй декаде июня, созревание семян – в первой декаде сентября. Высота растений на 20-й день от начала весеннего отрастания была 12 см, перед первым укосом, в начале цветения – 45 см и перед вторым укосом 53 см. Облиственность перед первым укосом составила 60, перед вторым – 65%.

Зеленая масса одного растения в 1988 году составила 310 г, сухого вещества – 58 г. В растительной массе (в % на абсолютно сухое вещество) содержалось 25,5 сырого протеина, 2,3 – жира, 20,6 – клетчатки, 44,1 – БЭВ, 1,1 – Са, 0,3 – Р и 7,8 – золы.

Созревание семян в полной мере не произошло. Масса семян с одного растения была 0,3 г, масса 1000 семян – 1,0 г. Лабораторная всхожесть не определялась.

Астрагал эспарцетный при исследовании в сухостепной зоне Алтая (Кулунда) признан ценным кормовым растением, обладающим хорошими кормовыми качествами, устойчивостью к вытаптыванию (Gal'ceva, Silantieva, 2015). Учитывая ценные свойства астрагала важно продолжить его исследования, привлечь для испытания в культуре образцы из более близких к Забайкалью регионов.

Другие виды астрагала

Проводили посев также астрагала галеговидного (*A. galegiformis*) к-27657, к-35211 (Оренбургская обл., Ставропольский край), а. нутового (*A. cicer*) к-37780 (Германия), а. серпоплодного (*A. falcatus*) к-27659, к-35212, к-16236 (Ставропольский край) и а. шершавого (*A. asper*) к-37774 (Ставропольский край). Зимостойкость образцов была низкой, весеннее отрастание растений не наблюдалось, дальнейшие наблюдения не проводились.

Заключение

Высокой зимостойкостью отличаются образцы астрагала болотного к-50 (Забайкальский край), к-45013 (Алтайский край), к-45037 (Тюменская обл.), к-45039 (Казахстан), а. Шелихова № 478 (Якутия), а. неожиданного № 424 (Якутия), а. приподнимающегося (все образцы из Забайкалья), а. эспарцетного к-44690 (Волгоградская обл.). Низкую зимостойкость проявили астрагал галеговидный к-27657 (Оренбургская обл.), к-35211 (Ставропольский край), а. нутовый к-37780 (Германия), а. серпоплодный к-27659, к-35212, к-16236 (Ставропольский край) и а. шершавый к-37774 (Ставропольский край).

Астрагалы обладают хорошей урожайностью, сравнимой с люцерной, особенно астрагал болотный. Лучшими по продуктивности кормовой массы образцами астрагала болотного являются: к-45013 (выше, чем у образцов к-45037, к-45039 в 1,5–2,0 раза), а также образец из Амурской обл. к-34424 (кормовая масса зеленая и сухая равна соответственно 1,9 и 0,35 кг/м²).

Астрагалы хорошо облиственны, особенно астрагал Шелихова (80%), а. неожиданный (69%) и а. болотный (до 76%). Высоким содержанием сырого протеина в расти-

тельной массе характеризуются все виды астрагала (21–25%), в особенности а. болотный (до 31%) и а. Шелихова (39%). Из исследованных образцов астрагала болотного сравнительно высоким содержанием сырого протеина отличался образец из Алтайского края к-45013 (30,5%), к-50 (30,7%).

Относительно высоким соотношением кальция к фосфору в кормовой массе характеризуются астрагал болотный и а. неожиданный (6,0–7,0:1,0). Благоприятным для кормления сельскохозяйственных животных соотношением кальция к фосфору (1,5–2,0:1,0) характеризуются астрагал приподнимающийся и а. Шелихова. Поэтому кормовую массу из астрагала болотного рекомендуется скармливать в сочетании с

кормами, снижающими соотношение кальция к фосфору до оптимальной нормы.

Астрагалы характеризуются хорошей семенной продуктивностью. Например, урожайность семян астрагала болотного (к-34424, Амурская обл.) при ручной уборке достигала 100 г/м². Семенная продуктивность одного растения астрагала болотного у образца к-45013 (Алтайский край) составляет 19 г, это в 3–5 раз выше, чем у образцов к-45037 (Тюменская обл.) и к-45039 (Казахстан).

Таким образом, виды рода Астрагал способны дополнить ограниченный ассортимент многолетних бобовых кормовых трав Восточного Забайкалья. Важно продолжить исследование видов и экотипов рода Астрагал как забайкальского происхождения, так и из других регионов.

References/Литература

- Andreeva O. T., Sidorova L. P.* Astragalus uliginosus is a valuable legume in Zabaykalsky Krai // Vestnik APK Stavropol'ja, 2015, no. 4 (20), pp. 205–208. [in Russian] (*Андреева О. Т., Сидорова Л. П.* Астрагал болотный – ценная бобовая культура в Забайкальском крае // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 4 (20). С. 205–208).
- Borisova A. G.* Trans-Baikal Flora. Iss. 6. (Leguminosae). Moscow – Leningrad, 1954, 663 p. [in Russian] (*Борисова А.Г.* Флора Забайкалья. Вып. 6. (Бобовые). М. – Л. 1954. 663 с.).
- Galtseva T. V., Silantjeva M. M.* The study of species of the genus Astragalus as forage grasses for the dry steppe zone of Kulunda // Problemy botaniki Juzhnoj Sibiri i Mongolii, 2015, no. 14, pp. 253–256 [in Russian] (*Гальцева Т. В., Силантьева М. М.* Изучение видов рода Astragalus в качестве кормовых трав для сухостепной зоны Кулунды // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2015. № 14. С. 253–256.).
- Larin I. V., Aghababian M. S., Rabotnov T. A.* et al. Host plants of hayfields and pastures of the USSR. Moscow – Leningrad, 1951, vol. 2, 948 p. [in Russian] (*Ларин И. В., Агабабян Ш. М., Работнов Т. А.* и др. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М. – Л., 1951. Т. 2. 948 с.).
- Lubenets P. A., Ivanov A. I., Kirillov Yu. I., etc.* Guidelines for the study collection of perennial grasses. Leningrad: VIR, 1975, 36 p. [in Russian] (*Лубенец П. А., Иванов А. И., Кириллов*
- Ю. И.* и др. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Л.: ВИР, 1975. 36 с.).
- Makarov V. P.* Boggy vetch – a valuable forage crop under conditions of the Trasbaikal area // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNII, 1990, no. 198, pp. 40–43. [in Russian] (*Макаров В. П.* Астрагал болотный – ценная кормовая культура в условиях Забайкалья // Научно-технический бюллетень ВНИИ растениеводства. 1990. Вып. 198. С. 40–43).
- Sidorova L. P.* Feeding value of Astragalus uliginosus // In: Aktual'nye problemy agrarnoj nauki i obrazovaniya materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Chita, 2007, pp. 151–152 [in Russian] (*Сидорова Л. П.* Кормовая ценность астрагала болотного. В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки и образования материалы научно-практической конференции. Чита, 2007. С. 151–152).
- Sidorova L. P.* The results of competitive variety trials of *Astragalus uliginosus* Chernysh // Nauchnoe obosnovanie sistem zemledelija Zabajkal'ja: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii (Chita, April 24, 2013). Chita, 2013, pp. 131–132 ([in Russian] (*Сидорова Л. П.* Результаты конкурсного сортоиспытания астрагала болотного Черныш // Научное обоснование систем земледелия Забайкалья: материалы научно-практической конференции (Чита, 24 апреля 2013 г.). Чита, 2013. С. 131–132).

Г. В. Таловина¹,
Е. В. Аистова²

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ РАЗНООБРАЗИЯ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000 Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, Россия, e-mail: g.talovina@vir.nw.ru

²Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, 675000 Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе 2 км, Россия, e-mail: stork-e@yandex.ru

Ключевые слова:

сохранение *in situ*, Красный список диких родичей культурных растений России

Поступление:
10.03.2017

Принято:
12.06.2017

Актуальность. Флора Амурской области богата и разнообразна. Специфика флоры связана, во-первых, с принадлежностью основной части территории области к бассейну Амура; во-вторых, с тем, что по ее территории проходит граница Восточноазиатской и Бореальной флористических областей. Полная инвентаризация диких родичей культурных растений (ДРКР) является фундаментальной основой разработки методики сохранения *in situ* как составной части научно обоснованной системы сохранения и рационального использования генофонда. **Материалы и методы.** Материалом послужили литературные данные по флоре региона и собственные полевые исследования. Проведены таксономический, эколого-географический анализы; оценка эндемизма, редкости и уязвимости ДРКР и путей сохранения проводились по общепринятым методикам. **Результаты и выводы.** Создан аннотированный список ДРКР Амурской области. На территории Амурской области произрастает 327 видов ДРКР из 105 родов и 33 семейств. Анализ списка показал, что наибольшее количество видов и родов ДРКР относится к семействам Poaceae (100 видов, 23 рода), Fabaceae (40 видов, 11 родов), Rosaceae (23 вида, 10 родов). Приоритетными к сохранению в составе естественных природных сообществ (*in situ*) можно считать 104 вида, непосредственно представленных в культуре, имеющих сорта, и 7 видов, которые участвуют в скрещиваниях, используются как источники генов или как подвои. В «Красный список диких родичей культурных растений России» может быть включено 28 видов ДРКР, в т. ч. виды, включенные в «Красную Книгу России»: *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv ex Vean и *Rheum compactum* L. Наибольшее видовое богатство ДРКР Амурской области представлено в Нижнезейском флористическом районе – 217 видов. Результативное сохранение генофонда ДРКР возможно в границах существующих заповедников (Зейский, Норский, Хинганский), где произрастает 239 видов (около 73% от всех видов ДРКР Амурской области).

G. V. Talovina¹, E. V. Aistova²

¹Federal research center The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg, 190000, Russia,
e-mail: g.talovina@vir.nw.ru;

²Amur branch of Botanical Garden-Institute FEB RAS,
Ignatevskoye road 2-d km,
Blagoveshchensk, 675000, Russia,
e-mail: stork-e@yandex.ru

INVENTARIZATION AND ANALYSIS OF THE WILD RELATIVES OF CULTIVATED PLANTS DIVERSITY OF THE AMUR OBLAST

Background. The flora of Amur Oblast is different by its considerable richness and diversity. The specific of the flora is associated with belonging to the main part of the territory of the Amur River basin; secondly, with the location on the border between East Asian floristic region and the Boreal floristic region. A complete inventory of crop wild relatives is the fundamental basis for the development of methods of in situ conservation as an integral part of the system of science-based rational use of the gene pool. **Materials and methods.** The study is based on the literature data and on the collecting missions materials of the authors. The taxonomic, ecological and geographical analyses were done. The criteria of rarity and vulnerability were done according to standard techniques. We used the way of *in situ* conservation (as a part of natural communities) of plant genetic resources (PGR) for selecting of priority objects and paths of conservation. **Results and conclusions.** The annotated list of crop wild relatives (CWR) species is created and analyzed. On the territory of the Amur Oblast grows 327 CWR species of the 105 genera 33 families. The greatest number of species and genera of crop wild relatives belongs to the family Poaceae (100 species, 23 genera), Fabaceae (40 species, 11 genera) and Rosaceae (23 species, 10 genera). The priority for the conservation *in situ* we classified 104 species that are directly represented as crop and have a variety of species, and 7, that are involved in the crosses are used as sources of genes or rootstocks. Preliminary list of 28 species indispensably have to enter for "Red list of crop wild relatives of Russia". The list included two species from the "Red Data Book of Russia": *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean and *Rheum compactum* L. The highest diversity of CWR is represented in Nizhnezeyzsky floristic region – 217 species. The effectiveness of the preservation of the gene pool is possible on the areas of existing Natural Reserves (Zeya, Norsky, Khingansky Natural Reserves), where grows 239 species (73% of total number of the Amur Oblast CWR).

Keywords:

crop wild relatives, Amur Oblast of the Russian Far East, in situ conservation, Red List

Received:

10.03.2017

Accepted:

12.06.2017

Введение

Генетические ресурсы растений для обеспечения развития сельского хозяйства являются важным источником для удовлетворения в будущем потребностей в продовольствии. Угроза безопасности этих ресурсов возрастает, а на осуществление мер по сохранению, развитию и использованию генетического разнообразия выделяется недостаточно средств и персонала (Report..., 1993). На этом фоне инвентаризация генетических растительных ресурсов различных регионов России на сегодняшний день является актуальной задачей. Знание их видового разнообразия и мест естественного распространения позволит в дальнейшем проводить отбор растений с наиболее ценными признаками и включать их непосредственно в селекционный процесс, а также принимать действенные меры для дальнейшего сохранения редких и исчезающих видов.

В задачи настоящего исследования входили сбор и анализ информации о видах диких родичей культурных растений (ДРКР) Амурской области, с целью разработки способов сохранения и рационального использования генофонда ДРКР исследуемой территории. Для выполнения поставленных задач составлен аннотированный список видов ДРКР, в результате таксономическо-

го и эколого-географического анализа которого стало возможным выделить виды, приоритетные к сохранению на данной территории, а также виды, рекомендуемые для включения в Красный список ДРКР России.

Уникальность территории Амурской области заключается в неоднородности ее природных условий: наличии горного рельефа и равнин, сочетании низких и высоких гор, присутствии даурской, восточно-сибирской, охотской и маньчжурской флор, «южных» и «северных» представителей растительного мира. В комплексе это обеспечивает богатство и разнообразие местной флоры.

Существуют два мнения по физико-географическому районированию Амурской области. По В. Б. Сочаве (Sochava, 1962a, b), Амурская область находится в границах Амура-Сахалинской страны, т. е. западная граница Амура-Сахалинской страны проходит по водоразделу бассейнов рек Зеи и Олекмы, северная – у подножия Станового хребта, южная совпадает с государственной границей России. Следуя мнению других авторов (Krivolutskiy, 1968; Mikhaylov, 1968; Starchenko, 2008), большая часть Амурской области лежит в пределах границы Амура-Сахалинской страны, однако, северо-западная территория области относится к Горной стране Прибайкалья и Забайкалья (рис. 1.).

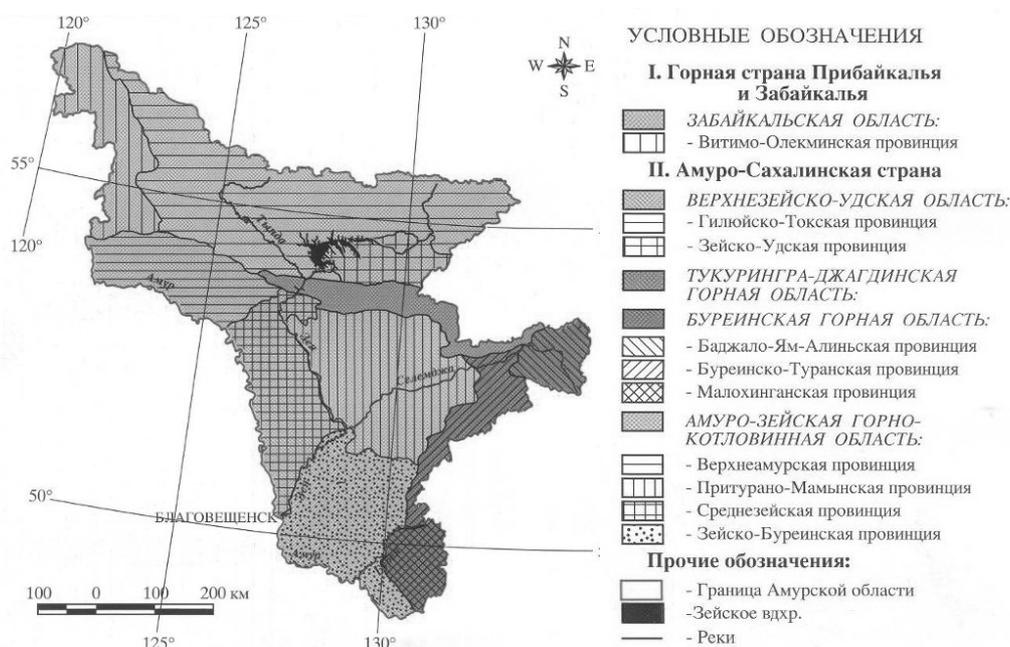


Рис. 1. Схема физико-географического районирования Амурской области (по: Старченко, 2008)
Fig. 1. Schematic map of physical-geographical regionalization of the Amur Oblast (by: Starchenko, 2008)

В настоящее время на территории Амурской области произрастает 2024 вида сосудистых растений, в том числе 1764 аборигенных вида, относящихся к 138 семействам, и 260 – адвентивных из 40 семейств (Starchenko, 2001, 2008).

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили литературные данные (Voroshilov, 1985; Kharkevich, 1985 ... 1996; Kudrin, 1998; Koropachinsky, Vstovskaya, 2002; Kozhevnikov, Kozhevnikova, 2007; Starchenko, 2008, Veklich, 2009, 2016 и др.)

и собственные материалы (около 300 листов гербария, 45 описаний растительных сообществ). Авторами предприняты маршрутные флористические исследования в Сковородинском, Зейском, Шимановском, Селемджинском, Мазановском, Свободненском, Белогорском, Серышевском, Михайловском, Тамбовском, Ивановском, Благовещенском, Бурейском, Константиновском, Архаринском районах Амурской области с 2001 по 2007 гг. (рис. 2), а также в Тындинском районе в сентябре 2012 года (по маршруту Тында – Нагорный – Могот – Лапри – Тында – Соловьевск, общей протяженностью около 350 км) и Белогорском районе в апреле 2014 года.



Рис. 2. Картограмма мест обследования территории Амурской области авторами. Административные районы отмечены цифрами. Символом ▲ – обозначены места сборов диких родичей культурных растений, адвентивных и сорных растений.
Fig. 2. Schematic map of the study area of the Amur Oblast. Administrative regions are marked with numbers. The symbol ▲ - marked locations of crop wild relatives, adventitious species and weeds.

В работе мы принимали во внимание как аборигенные, так и натурализовавшиеся адвентивные виды. Таксономический, эколого-

географический анализы, оценка эндемизма, а также анализ редкости и уязвимости проводились по общепринятым методикам

(Tolmachev, 1974; Shmidt, 1980; Starchenko, 2008). Для выбора приоритетных объектов и путей сохранения использовали методику сохранения *in situ* генетических растительных ресурсов, разработанную N. Mahted и др. (Mahted et al., 1997) и адаптированную для территории России (Smekalova et al., 2002).

Для определения степени хозяйственной ценности и экономической значимости использовалось ранжирование (Smekalova, Chukhina, 2003; 2005). Общий список ДРКР ранжируется на 5 групп (рангов) по принципам родства с культурными растениями и экономической значимости: I ранг – виды, непосредственно представленные в культуре, имеют сорта; II – виды, участвующие в скрещиваниях, используемые как источники генов или как подвои; III – виды близкого родства с введенными в культуру (в составе одной секции, одного подрода), перспективные для хозяйственного использования; IV – другие полезные виды рода, используемые в собирательстве и народной селекции (сортов нет); V – все остальные виды данного рода.

Результаты

В результате во флоре Амурской области выявлено 327 видов ДРКР из 105 родов и 32 семейств, что составляет около 16% от всей флоры области. По видовому разнообразию лидируют семейства: Роасеae – 23 рода и 100 видов (30,6% от общего числа видов ДРКР), из них 77 аборигенных видов и 23 адвентивных; Fabaceae – 11 родов и 40

видов (12,2%), из них 27 аборигенных и 13 адвентивных видов; Rosaceae – 10 родов и 26 видов (8,0%), из них 22 аборигенных и 4 адвентивных. Средними значениями видового богатства характеризуются семейства: Polygonaceae – 4 рода и 17 видов (5,2%), из них 14 аборигенных, 3 адвентивных вида; Alliaceae – 1 род и 16 видов (4,9%), адвентивные отсутствуют; Asteraceae – 6 родов 15 видов (4,6%), из них 11 аборигенных, 6 адвентивных; Chenopodiaceae – 4 рода и 14 видов (4,3%), из них 7 аборигенных и 7 адвентивных; Grossulariaceae (2 рода и 11 видов (3,4 %), адвентивные отсутствуют, Brassicaceae – 7 родов и 10 видов (3,1%), из них 2 аборигенных и 8 адвентивных. 18 семейств ДРКР Амурской области представлены одним родом, из них 4 семейства содержат 5 и более видов, 5 семейств по два вида, 5 семейств по одному виду.

Аборигенная фракция ДРКР Амурской области представлена 235 видами, в составе адвентивного компонента выявлено 92 вида (около 28% от общего числа видов ДРКР).

Для видов ДРКР Амурской области проведен анализ по родству и экономической значимости (Smekalova, Chukhina, 2003; 2005), эколого-ценотической приуроченности, географическим элементам (только для аборигенных видов) и распространению на территории области, согласно флористическому районированию, принятому в региональной сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (Kharkevich, 1985 ... 1996) с некоторыми (рис. 3) изменениями (Starchenko, 2008).



Рис. 3. Картограмма флористических районов в пределах Амурской области (по: Старченко, 2008)
Fig. 3. Schematic map of floristic areas within the Amur Oblast (by: Starchenko, 2008)

Таблица 5. Список видов ДРКР Амурской области, входящих в Красные книги
Table 5. List of crop wild relative species of Amur region included in the Red Data books

№	Species	Status at the Red Data Book of Russia (2008) (RBR), Red Data Book of the Amur Oblast (2009) (RB Ar), Rare and Endangered Plants of Amur Oblast (1995) (REPAr)
1	<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim.) Maxim.	REPAr (3)
2	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Beauv.	RB Ar (3)
3	<i>Allium altaicum</i> Pall.	RB Ar (1)
4	<i>Allium monanthum</i> Maxim	RB Ar (3)
5	<i>Allium ochotense</i> Prokh.	REPAr (3)
6	<i>Alopecurus pseudobrachystachyus</i> Ovcz.	REPAr (3)
7	<i>Angelica anomala</i> Ave-Lall.	RB Ar (4)
8	<i>Asparagus davuricus</i> Fisch ex Link	RB Ar (3)
9	<i>Asparagus olygoclonos</i> Maxim.	REPAr (3)
10	<i>Caragana manshurica</i> (Kom.) Kom.	RB Ar (3)
11	<i>Elymus jacutensis</i> (Drob.) Tzvel.	RB Ar (3)
12	<i>Elymus zejensis</i> Probat.	RB Ar (1)
13	<i>Festuca auriculata</i> Drob.	REPAr (3)
14	<i>Grossularia burejensis</i> (Fr. Schmidt) Berger	RB Ar (3)
15	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	RB Ar (2)
16	<i>Lathyrus davidii</i> Hance	REPAr (3)
17	<i>Lespedeza davurica</i> (Laxm.) Schindl.	RB Ar (2)
18	<i>Papaver nivale</i> Tolm.	RB Ar (3)
19	<i>Papaver rubro-aurantiacum</i> (Fisch. ex DC.) Ludstr.	RB Ar (3)
20	<i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Oliv. ex Bean	RBR (2) (adventive species for the Amur region)
21	<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	RB Ar (2)
22	<i>Rheum compactum</i> L.	RBR (2)
23	<i>Ribes diacantha</i> Pall.	RB Ar (3)
24	<i>Rosa koreana</i> Kom.	RB Ar (3)
25	<i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	RB Ar (2)
26	<i>Solanum kitagawae</i> Schonbeck-Temesy	RB Ar (3)
27	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	RB Ar (2)
28	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Stapf.	REPAr (3)

Для Амурской области с учетом характера растительности, основных особенностей и закономерностей распределения фитоценозов, выделено 4 флористических комплекса (Starchenko, 2008).

Анализ аборигенной флоры показал, что на исследуемой территории произрастает 29 видов ДРКР арктомонтанного комплекса. К лесному комплексу относятся 85 видов ДРКР, к степному – 53, к лугово-пойменному – 79.

При проведении ареалогического анализа ДРКР местной флоры оказалось, что преобладающей является восточно-азиатская географическая группа, которая представлена 113 видами (около 48% от местных видов ДРКР), среди них широко представлены семейства: Роасеае (24 вида), Alliaceae (10), Grossulariaceae (8). Кроме того, виды этого географического элемента

относятся к семействам Asparagaceae, Papaveraceae (по три вида), Betulaceae, Chenopodiaceae, Polygonaceae (по два), Berberidaceae, Juglangaceae, Schisandraceae, Urticaceae (по одному виду).

93 вида ДРКР местной флоры имеют широкое распространение и встречаются в большинстве регионов России (виды с циркумполярным и евразийским типом ареалов). А именно, циркумполярная группа насчитывает 56 видов, или 17% от местных видов ДРКР Амурской области. Из них: Роасеае (24 вида), Rosaceae, Ericaceae (по 5 видов), Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae и Polygonaceae (по 4), Brassicaceae (3 вида), Asteraceae (2) и Caprifoliaceae (1). На долю видов евразийской группы, приходится около 11%, или 37 видов ДРКР, из них: Роасеае (11 видов), Polygonaceae (6), Alliaceae, Chenopodiaceae и Rosaceae (по 3

вида), Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae (по 2) и Asteraceae, Sambucaceae, Solanaceae (по одному виду).

Среди аборигенных видов ДРКР также представлены североазиатский географический элемент – 22 вида, южносибирский – 20 видов, центральноазиатский – 17 видов, азиатско-американский географический элемент, который насчитывает 13 видов, редко – общеазиатский – 4 вида (*Elymus gmelinii* (Ledeb.) Tzvel., *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, *Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng., *Vicia amoena* Fisch.), западно-пацифический – 3 вида *Allium* L., в т. ч. *A. ochotense* Prokh., северо-восточный – 1 вид (*Papaver nivale* Tolm.).

Число эндемиков собственно российско-Дальнего Востока и соседних территорий составляет 8 видов: *Elymus zejensis* Probat., *Festuca amurensis* E. Alexeev, *Poa jamalinensis* Probat., *P. reverdattoi* Roshev., *P. selemdzhenensis* Probat., *Allium gubanovii* R. Kam., *Papaver pseudocanescens* M. Pop., *P. setosum* (Tolm.) Pesckhova.

При ранжировании по родству и экономической значимости (Smekalova, Chukhina, 2003) к I рангу нами причислено 104 вида ДРКР, что составляет довольно значительную часть (32%) от общего числа видов. Ко II рангу относятся 7 видов, к III рангу – 32 вида, к IV рангу – 61 вид (2, 10 и 19% соответственно). Наибольшее число видов причисляется к V рангу (123 вида; 37%). В этой группе находятся виды, относительно которых в настоящее время отсутствует информация по использованию. Наибольшую хозяйственную ценность представляют виды двух первых групп. Они являются приоритетными к сохранению в составе естественных природных сообществ – *in situ* (Smekalova, Chukhina, 2003).

Кроме того, к числу приоритетных (таблица) относятся виды ДРКР, включенные в «Красную Книгу России» (Red Data Book of Russia, 2008b) – *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean и *Rheum compactum* L., а также виды, внесенные в сводку «Редкие и исчезающие виды растений Амурской области» (Starchenko et al, 1995) и «Красную книгу Амурской области» (Red Data Book..., 2009). В Красном списке международного союза охраны природы (МСОП) пока нет ни одного

вида флоры Амурской области (IUCN Red list, 2016).

Prinsepia sinensis (принсепия китайская) – колючий кустарник из семейства Rosaceae высотой до двух метров, произрастает на Дальнем Востоке: на юге Приморья, в Манчжурии и Корее. В естественных условиях растет одиночно или небольшими группами по берегам рек. Используется в декоративном садоводстве с 1896 года для озеленения и в живых изгородях. Основное местонахождение на территории России – юг Приморского края, где вид произрастает в естественных фитоценозах и находится на северо-восточной границе ареала (Voroshilov, 1985; Gogovoj, Loboda, 2015). Ранее отмечалось, что этот вид находится на территории Приморского края на пределе географического распространения, а именно «...известен из местонахождений лишь на границе бассейна Амура (север)» (Kozhevnikov, Kozhevnikova, 2007, p. 178). В настоящее время *Prinsepia sinensis* внесена в региональную «Красную книгу Приморского края» (Red Data Book..., 2008a). На территории Амурской области может быть адвентивным видом, занесенным с сопредельных территорий КНР, Приморского края и/или быть интродуцентом и/или «беженцем из культуры» (редко). В г. Благовещенск и п. Райчихинск (устное сообщение В. М. Старченко) используется для озеленения, часто поражается болезнями. Используется как пищевое, декоративное и лекарственное растение.

Rheum compactum (ревень компактный) – пищевое (овощное), лекарственное растение из семейства Polygonaceae. Основное распространение на территории Дальнего Востока имеет в северных районах Амурской области и Хабаровского края и не входит в «Красную книгу Амурской области» (Red Data Book..., 2009), но включен в «Красную книгу Приморского края» (Red Data Book..., 2008a). В целом вид приурочен к горным территориям Западной и Восточной Сибири, Казахстана (Саур, Тарбагатай), Дальнего Востока (Сихотэ-Алинь, побережью Охотского моря, п-ов Камчатка), Монголии, северной части Китая (Chukhina, 2008).

Основное флористическое разнообразие данного региона сосредоточено в южной части исследуемой территории, которая входит в состав Амуро-Зейской Горно-котловинной

области. Наибольшее видовое богатство ДРКР характерно для Нижнезейского флористического района – 217 видов (66% от общего числа видов); Верхнезейский район, сопоставимый с Нижнезейским по площади, имеет на своей территории почти вдвое меньше – 116 видов ДРКР (35%). Сравнительно небольшие по площади Даурский и Нижнебузейский флористические районы отличаются повышенной концентрацией видов ДРКР (38% и 25% от общего числа видов ДРКР соответственно). На территории Амурской области находится три природных заповедника (Зейский, Норский, Хинганский) и ряд других ООПТ. В границах заповедников сохраняется генофонд 239 видов ДРКР, что составляет около 73% от всех видов ДРКР Амурской области. По количеству видов ДРКР заповедники несколько различаются: Хинганский – 148 видов (Kudrin, 1998; Starchenko, 2008), Зейский – 111, Норский – 85 (Starchenko, 2008; Veklich, 2009, 2016). Ревень компактный указан во флоре Зейского заповедника, принсепия китайская не отмечена

на во флоре ни одного из заповедников Амурской области.

Заключение

Проведенные исследования показали, что на территории Амурской области произрастает 327 видов ДРКР из 105 родов 33 семейств. Наибольшее количество видов и родов ДРКР относится к семействам Rosaceae (100 видов, 23 рода), Fabaceae (40 видов, 11 родов), Rosaceae (23 вида, 10 родов). Наибольшее видовое богатство ДРКР представлено в Нижнезейском флористическом районе – 217 видов. 139 видов диких родичей культурных растений Амурской области предложены для сохранения *in situ* и 28 видов, нуждающихся в особой охране, необходимо внести в Красный список ДРКР России. Наиболее успешное сохранение генофонда ДРКР возможно в границах существующих заповедников (Зейский, Норский, Хинганский), где произрастает 239 видов (около 73% от всех видов ДРКР Амурской области).

References/Литература

- Report of United Nations Conference of Environment and Development / Rio de Janeiro, 3-14 June 1992. Vol. 1. Resolutions adopted by the conference. United Nations, New York, 1993, pp. 178–209.*
- Chukhina I. G. (N. I. Vavilov Institute, St. Petersburg, Russia). 2008. *Rheum compactum*. In A. N. Afonin et al. (eds.). *Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds* [Online]. Available at: http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Rheum_compactum/ [in Russian] (Чухина И. Г. (Всероссийский институт растениеводства, Санкт-Петербург, Россия). *Rheum compactum*. В: Афонин А.Н.; и др. (ред.) *Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения* [Интернет-версия 2.0]. 2008, http://www.agroatlas.ru/ru/content/related/Rheum_compactum/)
- Gorovoj P. G., Loboda A. V. Area and resources of the East Asian species *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean (Rosaceae, Prunoideae) // *Turczaninowia*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 68–75 [in Russian] (Горовой П. Г., Лобода А. В. Ареал и ресурсы восточноазиатского вида *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean (Rosaceae, Prunoideae) // *Turczaninowia*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 68–75).
- IUCN Red List of Threatened Species*, 2016-2 <http://www.iucnredlist.org>
- Kharkevich S. S. (Ed.). *Vascular plants of the Soviet Far East*. Leningrad: Nauka, 1985 – 1996. Vol. 1–8. [in Russian] (Харкевич С. С. *Сосудистые растения советского Дальнего Востока*. / Отв. ред. С. С. Харкевич. Л.: Наука, 1985. – Т. 1. 399 с.; 1987. – Т. 2. 466 с.; 1988. – Т. 3. 421 с.; 1989. – Т. 4. 380 с.; СПб.: Наука, 1991. – Т. 5. 390 с.; 1992. – Т. 6. 428 с.; 1995. – Т. 7. 395 с.; 1996. – Т. 8. 383 с.).
- Kozhevnikov A. E., Kozhevnikova Z. V. Flora of the Amur River Basin (Russian Far East): taxonomic diversity and spatial changes in the taxonomic structure // *Komarovskiye chteniya. Vladivostok*, vol. 55, 2007, pp. 104–183 [in Russian] (Кожевников А. Е., Кожевникова З. В. Флора бассейна реки Амур (российский Дальний Восток): таксономическое разнообразие и пространственные изменения таксономической структуры. Комаровские чтения. Владивосток, 2007. Вып. 55. С. 104–183).
- Koropachinsky I. Y., Vstovskaya T. N. Woody plants of the Asian Russia. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, filial “Geo” branch, 2002. 707 p. [in Russian] (Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. *Древесные растения Азиатской России*.

- Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2002. 707 с.).
- Krivolutskiy A. Ye.* Amur-Maritime Country // Physico-geographical regionalization of the USSR: (Characteristic regional units) / Ed. O. N. Gvozdetskaya. Moscow: MGU, 1968, pp. 503–541 [in Russian] (*Криволицкий А. Е.* Амуро-Приморская страна // Физико-географическое районирование СССР: (Характеристика региональных единиц) / Под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: Изд-во МГУ, 1968. С. 503–541).
- Kudrin S. G.* Vascular Plants. Flora and vegetation Khingan Reserve (Amur region). Vladivostok: "Dal'nauka", 1998, pp. 88–153 [in Russian] (*Кудрин С. Г.* Сосудистые растения. Флора и растительность Хинганского заповедника (Амурская область). Владивосток: «Дальнаука», 1998. С. 88–153).
- Maxted N., Ford-Lloyd B. V., Hawkes J. G.* Complementary Conservation Strategies. In: Plant genetic conservation: the in situ approach (eds: N. Maxted, B. V. Ford-Lloyd and J. G. Hawkes). London, Chapman and Hall, 1997 pp. 20–55.
- Mikhaylov N. I.* Mountains of southern Siberia // Physical geographical regionalization of the USSR: (Characteristic regional units) / Ed. N. A. Gvozdetskaya. Moscow: MGU, 1968 pp. 444–445 [in Russian] (*Михайлов Н. И.* Горы Южной Сибири // Физико-географическое районирование СССР: (Характеристика региональных единиц) / Под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: Изд-во МГУ, 1968. С. 444–445).
- Red Data Book of Primorye Territory: Plants. Rare and endangered species of plants and fungi / Biology and Soil Science FEB RAS.* – Vladivostok, AVK "Apeľ'sin", 2008a, 688 p. [in Russian] (*Красная книга* Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Биолого-почвенный институт ДВО РАН. — Владивосток, АВК «Апельсин», 2008а. 688 с.).
- Red Data Book of Russia (plants and fungi) / The editorial board of Yu. P. Trutnev, etc.; Comp. R. V. Kamelin et al.* Moscow: Association of scientific editions KMK, 2008b, 885 p. [in Russian] (*Красная книга* Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; сост. Р. В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008б. 885 с.).
- Red Data Book of the Amur Oblast: The Rare and Threatened Species of Animals, Plants and Fungi.* O. N. Kozhemyako (ed.). Blagoveshchensk, Blagoveshchensk State Pedagogical University, 2009, 446 p. [in Russian] (*Красная книга* Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / Кожемяко О. Н. и др. (ред.). Благовещенск, Издательство БГПУ, 2009. 446 с.).
- Smekalova T. N., Chukhina I. G., Lunova N. N.* Main aspects of plant conservation strategy of plant genetic resources in Russia // Proceedings of the First International Scientific-Practical Conference "Problems of botany of South Siberia and Mongolia". Barnaul, 2002. pp. 265–271 [in Russian] (*Смекалова Т. Н., Чухина И. Г., Лунёва Н. Н.* Основные аспекты стратегии сохранения растительных генресурсов на территории России // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Материалы Первой междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2002. С. 265–271).
- Smekalova T. N., Chukhina I. G.* Strategy for conservation of crop wild relatives in Russia // Botanical research in the Asian part of Russia. Proceedings of the XI congress of Russian Botanical Society. Barnaul: "ABC", 2003 vol. 3, pp. 11–119 [in Russian] (*Смекалова Т. Н., Чухина И. Г.* Стратегия сохранения диких родичей культурных растений на территории России // Ботанические исследования в азиатской России. Материалы XI съезда РБО. Барнаул: «Азбука», 2003. Т. 3. С. 118–119).
- Smekalova T. N., Chukhina I. G.* The catalogue of VIR world collection. Issue 766. Crop wild relatives of Russia / Ed. Dzjubenko N. I. St. Petersburg: VIR, 2005, 53 p. [in Russian] (*Смекалова Т. Н., Чухина И. Г.* Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 766. Дикие родичи культурных растений России / под. ред. Н. И. Дзюбенко. СПб: ВИР, 2005. 53 с.).

К. Г. Ткаченко

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Ботанический институт им.
В. Л. Комарова РАН
197376, Россия, г. Санкт-
Петербург, ул. Профессора
Попова, д. 2,
e-mail: kigatka@rambler.ru

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *MALUS*, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Ключевые слова:

яблоня, *Malus*, *Rosaceae*,
интродукция растений, плоды,
семена, качество семян,
всхожесть, латентный период,
коллекции, Ботанический сад
Петра Великого,
рентгенография

Поступление:

07.10.2016

Принято:

12.06.2017

Актуальность. Показатели качества (степени развитости, выполненности) репродуктивных диаспор выращиваемых видов растений является показателем успешности их интродукции в новом климатическом регионе. В условиях Ботанического сада Петра Великого (Санкт-Петербург), интродуцировано большое число видов рода *Malus* Mill. (13 видов и несколько форм). Оценку качества формирующихся плодов и семян до сих пор не проводили. **Объект.** Виды рода *Malus* (*Rosaceae*), интродуцированные в Ботанический сад Петра Великого. **Материалы и методы.** Плоды и семена ряда видов яблонь, были собраны от растений, выращиваемых в парке дендрарии Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Проращивание семян проводили в лабораторных условиях; в разное время года, применяя разные методы для повышения всхожести семян. Рентгенографический анализ плодов и семян проводили на передвижной рентгенодиагностической установке, разработанной в Санкт-Петербургском Электротехническом университете («ЛЭТИ»). **Результаты и выводы.** Ежегодно, в условиях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН (Санкт-Петербург), у всех выращиваемых в коллекции видов рода *Malus* образуются плоды, но не во всех плодах формируются выполненные, качественные семена. Часть из образовавшихся плодов часто бывают либо бесплодны (не образуют семян вовсе, или в плодах отмечены лишь зачатки семян), либо в них завязывается небольшое число развитых и хорошо сформированных семян. Значительная часть семян в плодах интродуцированных видов не развита (остаются шупльми). Выполненные и полноценные семена ряда видов рода *Malus*, изъятые из плодов, могут прорасти сразу после сбора (в сентябре), но очищенные и содержащиеся некоторое время в сухом виде, быстро входят в состояние покоя в осенне-зимний период (с октября по февраль). Холодная стратификация, даже не продолжительная, стимулирует прорастание семян, как и их предварительная обработка 3% раствором перекиси водорода. Для выведения хранившихся в лабораторных условиях семян, необходимо применять стратификацию и удаление семенной кожуры. У ряда выращиваемых видов *Malus* выполненные семена поражаются насекомыми-вредителями (до 90%). Рентгенографический метод оценки качества плодов и выполненности семян интродуцированных растений позволяет оперативно и не деструктивно осуществлять контроль и выявлять поражённые личинками семена, и для выращивания новых растений использовать лишь качественный отобранный семенной материал.

K. G. Tkachenko

Komarov Botanical Institute
Russian Academy of Sciences,
197376, Saint-Petersburg, 2,
Professor Popov str.,
e-mail: kigatka@rambler.ru

**THE LATENT PERIOD OF SOME OF SPECIES OF THE GENUS
MALUS INTRODUCED IN THE PETER THE GREAT
BOTANICAL GARDEN**

Keywords:

Malus, Rosaceae, apple, the plants introduction, fruits, seeds, seed quality, germination, dormancy, the latent period, the plant living collection, Peter the Great Botanical Garden, X-ray analysis.

Received:

07.10.2016

Accepted:

12.06.2017

Background. High quality seeds of introduced plants are an indicator of the success of the cultivation of new plants in other climates. In the context of the Botanic Garden of Peter the Great (St. Petersburg), introduced a large number of species of the genus *Malus* Mill. Assessment of the quality of fruits and seeds are formed has not yet been carried out. **Objective.** Some species of the *Malus* (Rosaceae), introduced in the Peter the Great Botanical Garden. **Materials and methods.** The fruits and seeds of some species of apple trees were collected from plants grown in the park-arboretum of the Peter the Great Botanical garden of Komarov Botanical Institute of RAS. Germination of seeds were carried out in laboratory conditions; at different times of the year, using various methods to improve seed germination, purified seeds of the seed coat, applied stratification, using hydrogen peroxide treatment. X-ray analysis of fruits and seeds was carried out on a mobile X-ray unit, designed at the St. Petersburg Electro-Technical University (“LETI”). **Results and conclusions.** Every year, in the condition of the Peter the Great Botanical Garden of BIN RAS (St. Petersburg), have grown species of the genus *Malus* annually produced fruit, but not all fruits are formed made and selected seeds, high-quality seeds, not all seeds are of good quality and the degree of implementation. The fruits are often infertile or (without seed), or a small number of them is fastened seeds. A significant portion of seeds in the fruit is not developed (still puny). Completed and viable seeds of a number of species of the genus *Malus* can germinate immediately after harvest (in September), but purified and contained in a dry form, quickly come to rest in the autumn-winter period (from October till February – March). Cold stratification, even prolonged, stimulates seed germination, as well as pre-treatment of seeds with hydrogen peroxide (3%). For the estimation of stored seeds in the laboratory, you must apply the stratification and the removal of the seed coat. A number of species of apple trees made seed affected by pests (90%). X-ray diffraction method for assessing the quality of the fruit and the implementation of introduced plants seeds allows not destructive to monitor and identify the affected larvae seeds.

Введение

Наличие образовавшихся плодов и зрелых, выполненных семян в плодах у интродуцированных растений – один из показателей успешности интродукционного испытания новых видов в конкретных климатических условиях. Изучение особенностей латентного периода и оценка качества репродуктивных диаспор необходимо для разработки рекомендаций по внедрению новых перспективных видов для нужд народного хозяйства и городского зеленого строительства. Проведение такой оценки важно для коллекций Ботанических садов, так как они участвуют в международном обмене семян. Всегда желательно *a priori* знать – какого качества семена будут отправлены по заявкам в те или иные Ботанические сады страны и мира, а также контролировать и проверять поступающий к нам в страну по заявкам семенной материал, в наш Ботанический сад.

Практически во всех Ботанических садах есть коллекции видов рода *Malus* Mill. (Rosaceae). История интродукции яблонь в Ботанический сад Петра Великого, отмеченная с конца XVIII века, подробно описана в монографии О. А. Связевой (Svjaseva, 2005). Некоторые предварительные итоги интродукции видов этого рода, за последние 15–20 лет, нашли отражение в ряде наших публикаций (Tkachenko et al., 2015 b, c; Firsov et al., 2015a, b), но вопросы особенностей латентного периода семян не были рассмотрены.

Для проращивания семян видов яблонь рекомендуют использовать торф и/или песок и выдерживать период стратификации при низких положительных температурах (от +2 до +4 °C) в течении от 30 до 120 дней (Nikolaeva et al., 1985; Moore-Gough, Gough, 2009). И при этом отмечается, что свежесобранные семена некоторых видов могут прорасти без предварительной предпосевной подготовки. При оценке всхожести семян от растений, выращиваемых в Ботаническом саду, далеко не всегда получаются положительные результаты, часто семена собственной репродукции не прорастают, а полученные по обмену оказываются невсхожими.

Рентгеноскопический анализ плодов и семян, позволяет не деструктивным методом, оперативно определять качество и вы-

являть как полноценные (полнозерные), так шуплые (пустые) и пораженные вредителями репродуктивные диаспоры. Изучению качества плодов и семян разных видов растений, выращиваемых в коллекциях Ботанического сада Петра Великого, с помощью рентгеноскопического анализа для контроля качества собираемых репродуктивных диаспор, уже посвящено несколько работ (Tkachenko et al., 2015a; Firsov et al., 2015a, b; 2016).

Цель настоящей работы – изучить особенности латентного периода некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого, дать биоморфологическую характеристику плодов и семян, а также определить качество и оценить всхожесть семян собственной репродукции.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования служили коллекционные образцы следующих видов рода Яблоня (*Malus*, Rosaceae), выращиваемые на территории парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН: *Malus baccata* (L.) Borkh.; *Malus baccata* var. *cerasifera* (Spach) Koidz. (= *Malus* × *cerasifera* Spach); *Malus manshurica* (Maxim.) Kom. ex Skvortsov, *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne; *Malus orientalis* Uglitzk. ex Juz., *Malus praecox* (Pall.) Borkh., *Malus* × *prunifolia* (Willd.) Borkh.; *Malus* × *purpurea* (E. Barbier) Rehder, *Malus sachalinensis* Kom. ex Juz., *Malus sieboldii* (Regel) Rehder.; *Malus sylvestris* (L.) Mill. Современная номенклатура видов рода приведена в соответствии с сайтом Theplantlist – <http://www.theplantlist.org>, Оценка качества семян проводили на плодах и семенах, собранных осенью 2014, 2015 и 2016 гг. с учетом методических рекомендаций (Ishmuratova, Tkachenko, 2009). Сухие семена, хранимые в лабораторных условиях, ставили на проращивание каждый месяц. Для стимуляции прорастания семян использовали 3% раствор перекиси водорода (Evdokimov et al., 2000; Baranova et al., 2014), или удаляли семенную кожуру. Рентгеноскопический анализ плодов и семян проводили согласно разработанным методам применения микрофокусной рентгенографии для семян и плодов (Tkachenko et al., 2015a; Firsov et al., 2016).

Результаты и их обсуждение

При разборке собранных плодов осенью 2014, 2015 и 2016 гг. было обращено внимание на некоторые особенности наличия семян в плодах. Так, у *M. sieboldii* плоды в кистях по 2, 3, 4. Семена мелкие, и в маленьких плодах они в числе 1 или 2. В плодах среднего и крупного размера семян в среднем по 3, 4, очень редко 5. Часто одно семя недоразвито, щуплое. У *M. sylvestris* и *M. baccata* var. *cerasifera* в плодах пять семенных вместилищ

(плодолистиков). Число семян в них варьирует от трех до восьми. Некоторые плоды вовсе без семян (плодолистики пустые). В одном плодолистике иногда может быть до трех семян, но чаще от одного до двух. На рисунках 1–6 семена выложены в ряд из одного плода, и видно, что в разных плодах формируется разное число семян, разной степени выполненности.

В таблице 1 приведены биометрические показатели размеров (длины и ширины) плодов и семян, а также их масса.

Таблица 1. Биометрические показатели плодов и семян некоторых видов рода *Malus* урожая 2016 года, выращиваемых в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН
Table 1. Biometric indicators of fruits and seeds of some species of genus *Malus*, harvest in 2016, and cultivated in the Peter the Great Botanic Garden of BIN RAS

Вид	Размеры плода, мм		Масса плода, г	Размеры семени, мм		Масса 1000 шт. семян, г
	длина	ширина		длина	ширина	
<i>Malus baccata</i>	8.5 ± 0.7 7.6–9.5	8.5 ± 0.6 7.8–9.3	4.0 ± 0.7 3.2–5.1	4.0 ± 0.0 0.3–0.5	2.5 ± 0.0 2.0–3.3	5.2 ± 0.2 4.9–5.6
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	16.1 ± 0.7 12.0–19.5	18.3 ± 0.3 13.7–23.3	3.4 ± 0.7 1.6–7.3	4.9 ± 0.3 4.7–5.1	3.1 ± 0.3 2.8–3.5	13.9 ± 0.5 12.8–15.4
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	24.5 ± 0.9 21.7–28.1	24.9 ± 0.9 21.9–28.4	8.7 ± 0.5 6.0–14.6	6.8 ± 0.4 6.0–7.3	3.9 ± 0.2 3.0–4.9	28.4 ± 0.3 23.8–31.4
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	13.6 ± 0.6 11.5–17.7	14.9 ± 0.8 13.7–17.9	2.3 ± 0.5 1.3–3.8	4.9 ± 0.2 4.7–5.1	2.9 ± 0.2 2.5–3.1	9.8 ± 0.4 5.8–13.2
<i>Malus sieboldii</i>	7.1 ± 0.5 5.6–8.4	7.9 ± 0.4 5.9–9.4	3.6 ± 0.3 3.1–3.9	4.1 ± 0.4 2.7–5.0	2.2 ± 0.2 1.7–2.7	3.9 ± 0.1 3.7–4.2
<i>Malus sylvestris</i>	27.6 ± 0.3 24.0–33.4	31.1 ± 0.7 28.1–35.8	14.7 ± 0.9 8.3–18.7	5.8 ± 0.5 3.8–7.2	3.6 ± 0.3 2.7–4.0	29.8 ± 0.4 21.2–33.6

Примечание: в числителе – среднее значение (n = от 15 до 50), в знаменателе – min–max.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1 и рисунках 1–6, плоды разных видов яблонь округлые или слегка уплощенные (ширина больше длины). Семена, за исключением *M. baccata* и *M. sieboldii*, относительно крупные, особенно у *M. niedzwetzkyana* и *M. sylvestris*. Наши данные совпадают с таковыми, отмеченными для некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в условия Белгородской области (Ivanova, Sorokopudov, 2014; Ivanova et al., 2014). В указанных работах отмечено, что в разные годы растения формируют плоды и

семена разного размера и массы, варьирует количество и качество семян, выявлены изменения в биохимическом составе плодов и продуктах переработки.

Данные по определению лабораторной всхожести семян ряда видов представлены в таблице 2.

Из приведенных результатов (см. табл. 3) видно, что с приближением календарной весны семена яблонь начинают прорастать, даже без предварительных манипуляций по стимулированию.

Таблица 2. Лабораторная всхожесть семян разных видов рода *Malus* по месяцам года
Table 2. Laboratory germination of seeds of different species of the genus *Malus* for the months of the year

Вид	Всхожесть, % (число дней хранения семян до проращивания)					
	30 (X)	60 (XI)	90 (XII)	120 (I)	150 (II)	180 (III)
<i>Malus baccata</i>	0	0	0	0	3	9
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	5	1	1	3	7	15
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	0	0	0	0	18	25
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	0	0	0	7	21	30
<i>Malus sieboldii</i>	7	2	0	0	9	17
<i>Malus sylvestris</i>	21	5	0	0	11	29

Таблица 3. Лабораторная и грунтовая всхожесть семян разных видов рода *Malus* в зависимости от условий предпосевной обработки
Table 3. Laboratory and dirt germination of seeds of different species of the genus *Malus* depending on pre-treatment conditions

Вид	Всхожесть, %				
	С семенными покровами	С удаленными семенными покровами	Обработка 3% H ₂ O ₂	Стратификация 90 дней	Подзимний грунтовой посев (через 180 дней)
<i>Malus baccata</i>	0	9	15	30	56
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	6	13	27		49
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	0	3	8	8	12
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	0	8	12	21	29
<i>Malus sieboldii</i>	10	25	28	38	
<i>Malus sylvestris</i>	12	35	35	38	47

Примечание: X – октябрь, XI – ноябрь, XII – декабрь, I – январь, II – февраль, III – март.

Из данных таблицы 4 видно, что удаление семенной кожуры явно повышает всхожесть семян, как и обработка 3% перекисью водорода. Наибольшую всхожесть отметили у семян, прошедших «естественную» стратификацию при посеве в горшки, которые на зимний период были закопаны в открытом грунте.

Таблица 4. Соотношение (в %) выполненных, щуплых и пораженных личинками семян у некоторых видов рода *Malus*, выращиваемых в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН
Table 4. The ratio (in %) ripen, shrunken and affected larvae seeds of some species of genus *Malus* cultivated in the Peter the Great Botanic Garden of BIN RAS

Вид	Процент от общего числа семян в образце		
	выполненных (семена V класса)	щуплых (семена I, II классов)	пораженных личинками
<i>M. baccata</i>	10–20	80–90	0
<i>M. baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	35–50	50–65	7–10
<i>M. manshurica</i>	10–15	85–90	0
<i>M. orientalis</i>	30–53	10–15	50–60
<i>M. praecox</i>	35–40	35–40	20–30
<i>M.</i> × <i>prunifolia</i>	50–60	5–7	35–40
<i>M. purpurea</i>	7–10	50–60	35–40
<i>M. sachalinensis</i>	7–10	50–60	35–40
<i>M. sieboldii</i>	80–90	10–20	0–5
<i>M. sylvestris</i>	30–40	60–70	10–20

Как видно из представленных данных (см. табл. 4) и на рентгеновских снимках (рис. 1 и 2) – семена разных видов яблонь поражены личинками в разной степени. Меньше всего поражены семена *M. baccata*, *M. manshurica* и *M. sieboldii* (см. рис. 7). Относительно мало

повреждают вредители семена *M. baccata* var. *cerasifera* и *M. sylvestris*. Меньше всего хороших и выполненных семян было отобрано у *M. baccata*, *M. manshurica*, *M. purpurea*, *M. sachalinensis* и *Malus sylvestris*.

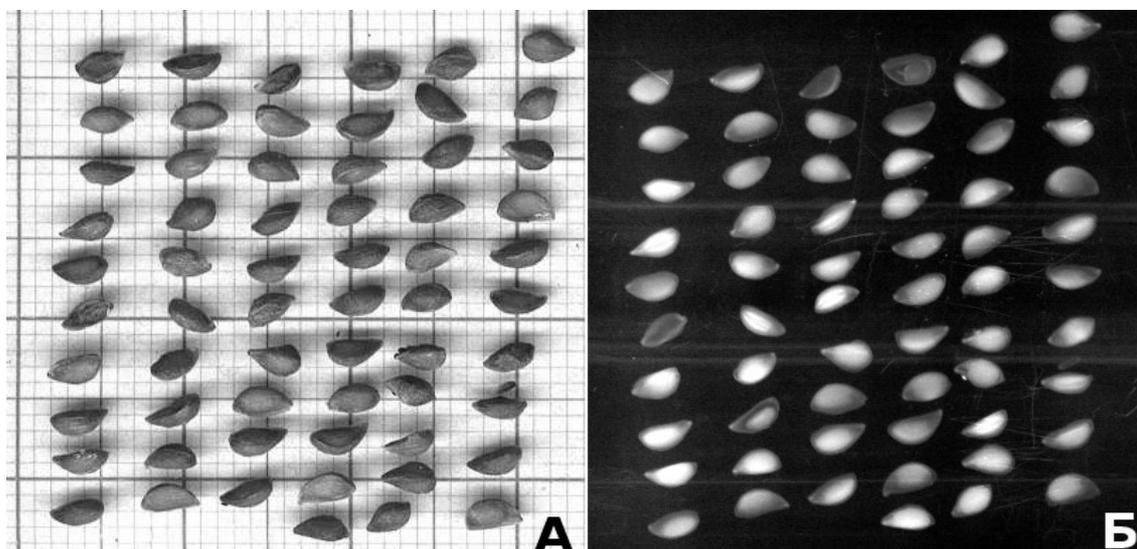


Рис. 1. Семена *Malus sieboldii* (Regel) Rehder. (А) и их рентгенограмма (Б)
 Fig. 1. Seeds of *Malus sieboldii* (Regel) Rehder. (A) and their X-ray picture (Б)

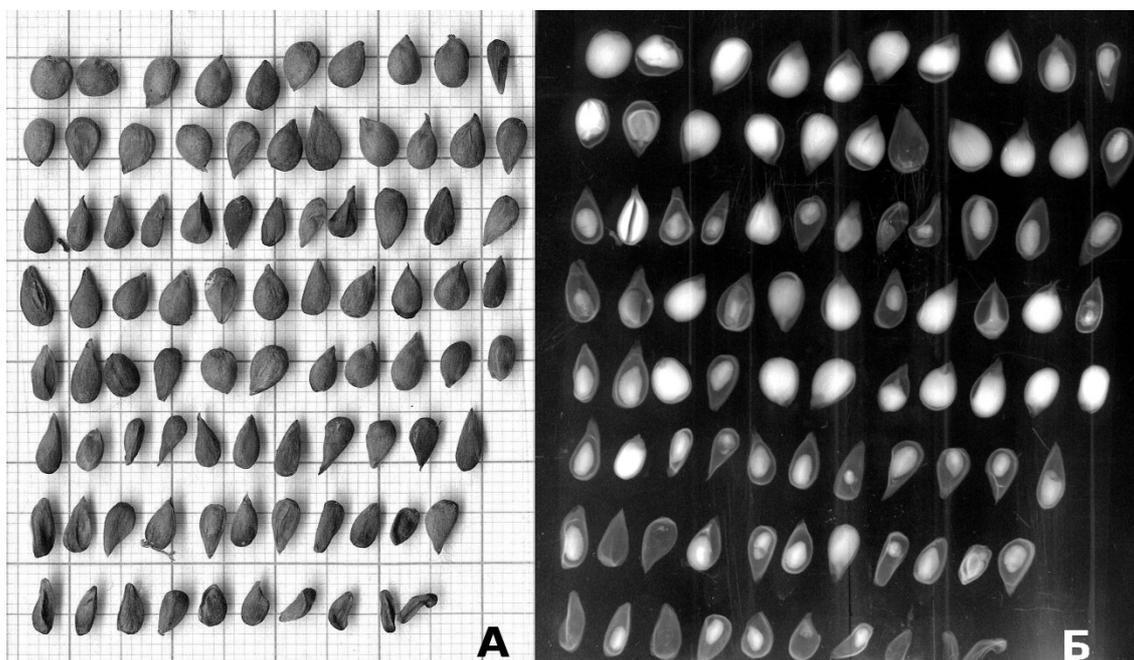


Рис. 2. Семена *Malus sylvestris* (L.) Mill. (А) и их рентгенограмма (Б)
 Fig. 2. Seeds of *Malus sylvestris* (L.) Mill. (A) and its X-ray picture (Б)

Заключение

Ежегодно в условиях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН (Санкт-Петербург), значительное число интродуцирован-

ных видов рода *Malus* ежегодно образуют плоды и полноценные всхожие семена. Часть семян не развита (остаются щуплыми), часто образовавшиеся плоды бесплодны (семена в них не образуются). Большинство выполнен-

ных семян у ряда видов яблонь в значительной степени (до 90%) поражается насекомыми-вредителями (*M. baccata*, *M. tan-shurica*, *M. purpurea*, *M. sachalinensis* и *Malus sylvestris*).

Рентгенографический метод оценки качества и выполненности семян интродуцированных растений позволяет не деструктивно осуществлять контроль качества и выявлять пораженные личинками семена.

Для семенного размножения можно использовать семена собственной репродукции, но только после тщательного отбора наиболее крупных и выполненных из них, не пораженных вредителями. Необходимо проводить профилактические меры по фумига-

ции репродуктивных диаспор для своевременного уничтожения вредителей.

Благодарности: выражаю слова благодарности сотруднику Ботанического сада Петра Великого БИН РАН Э. А. Лебедеву за техническую помощь в подготовке материала.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН по теме [52.5. Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (история, современное состояние, перспективы развития и использования)].

References/Литература

- Baranova T. V., Kalaev V. N., Voronin A. A.* Environmentally friendly growth stimulators for pre-plans seed treatment // Herald Baltic Federal I. Kant University. Series Natural and Medical Sciences, 2014, no. 7, pp. 96–102 [in Russian] (*Баранова Т. В., Калаев В. Н., Воронин А. А.* Экологически безопасные стимуляторы роста для предпосевной обработки семян // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия Естественные и медицинские науки, 2014. № 7. С. 96–102).
- Evdokimov E. V., Rossieva I. A., Payvin M. A.* Treatment of carrot seeds with a solution of hydrogen peroxide. M.: VNIIO, 2000, pp 166–168. [in Russian] (*Евдокимов Е. В., Россиева И. А., Пайвин М. А.* Обработка семян моркови раствором перекиси водорода. М.: ВНИИО, 2000. С. 166–168).
- Ivanova E. V., Sorokopudov V. N.* The morphological characteristics of species of the genus *Malus* (L.) Mill. when introduced into the conditions of the Belgorod region // Modern problems of science and education, 2014, vol. 3, pp. 630–638 [in Russian] (*Иванова Е. В., Сорокопудов В. Н.* Морфологические особенности видов рода *Malus* (L.) Mill. при интродукции в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования, 2014. Вып. 3. С. 630–638).
- Ivanova E. V., Sorokopudov V. N., Sorokopudova O. A.* The quality of the fruit of the genus *Malus* Mill. when introduced into the conditions of the Belgorod region // Modern problems of science and education, 2014. Vol. № 4. С. 499–506. [in Russian] (*Иванова Е. В., Сорокопудов В. Н., Сорокопудова О. А.* Качество пло-
- дов видов рода *Malus* Mill. при интродукции в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования, 2014. Вып. № 4. С. 499–506).
- Ishmuratova M. M., Tkachenko K. G.* Seeds of herbaceous plants: features of the latent period, the use of the introduction and propagation in vitro. Ufa. Gilem, 2009, 116 p. [in Russian] (*Ишмуратова М. М., Ткаченко К. Г.* Семена травянистых растений: особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении in vitro. Уфа. Гилем, 2009. 116 с.
- Nikolaeva M. G., Razumova M. V., Gladkova V. N.* Guide to germination of dormant seeds. Leningrad, Science, 1985. 347 pp. [in Russian] (*Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н.* Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 347 с.).
- Svjaseva O. A.* Trees, shrubs and vines Park Botanical Garden Botanical Institute V. L. Komarov (To the history of the introduction of the culture). St. Petersburg: Rostock, 2005, 384 p. [in Russian] (*Связева О. А.* Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб.: Росток, 2005. 384 с.).
- Tkachenko K. G., Kapelyan A. I., Grjaznov A. Y., Staroverov N. E.* Quality reproductive diaspores *Rosa rugosa* Thunb., Introduced in the Peter the Great Botanic Garden // Bull. BSI DVO RAN [electronic resource]: Science Journal. / Botanical Garden-Institute of FEB RAS. Vladivostok, 2015a, vol. 13, pp. 41–48. <http://botsad.ru/media/cms/3205/41-48.pdf>. [in

- Russian) (Ткаченко К. Г., Капелян А. И., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. Качество репродуктивных диаспор *Rosa rugosa* Thunb., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн. / Ботан. сад-институт ДВО РАН. Владивосток, 2015а. Вып. 13. С. 41–48. <http://botsad.ru/media/cms/3205/41-48.pdf>).
- Tkachenko K. G., Firsov G. A., Vasilyev N. P., Volchanskaya A. V. Features of formation and quality of the fruit of the genus *Malus* Mill, introduced in the Peter the Great Botanic Garden // Bulletin of Voronezh State University, Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2015b, no. 1, pp. 104–109 [in Russian] (Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Васильев Н. П., Волчанская А. В. Особенности формирования и качество плодов видов рода *Malus* Mill., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация, 2015б. № 1. С. 104–109).
- Tkachenko K. G., Firsov G. A., Grjaznov A. Y., Staroverov N. E. Quality reproductive diaspores species of apple tree (*Malus* Mill.) Introduced in the Peter the Great Botanical Garden // Bulletin of Udmurt University. Biology Series. Earth Sciences 2015с, vol. 25, no. 4, pp. 75–80 [in Russian] (Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. Качество репродуктивных диаспор видов рода Яблоня (*Malus* Mill.) интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Вестник Удмуртского Университета. Серия Биология. Науки о земле 2015в. Т. 25, вып. 4. С. 75–80).
- Firsov G. A., Vasilyev N. P., Tkachenko K. G. Genus Apple (*Malus* Mill.) in the collection of the Peter the Great Botanical Garden // Hortus Bot. 2015а, vol. 10, pp. 156–173 URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2341>. [DOI: 10.15393 / j4.art.2015.2341] [in Russian] (Фирсов Г. А., Васильев Н. П., Ткаченко К. Г. Род Яблоня (*Malus* Mill.) в коллекции Ботанического сада Петра Великого // Hortus bot. 2015 а. Т. 10. С. 156–173. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2341>. [DOI: 10.15393/j4.art.2015.2341].
- Firsov G. A., Tkachenko K. G., Vasilyev N. P., Volchanskaya A. V. Some results and prospects of introduction of species of the genus *Malus* Mill. in the Peter the Great Botanic Garden // Bull. BSI DVO RAN [electronic resource]: to teach. Zh. / Nerd. Garden-Institute FEB RAS. Vladivostok 2015b, vol. 13б, pp. 17–33. <http://botsad.ru/media/cms/3205/17-33.pdf> [in Russian] (Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Васильев Н. П., Волчанская А. В. Некоторые итоги и перспективы интродукции видов рода *Malus* Mill. в Ботаническом саду Петра Великого // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс] науч. журн. / Ботан. сад-институт ДВО РАН. Владивосток, 2015б. Вып. 13. С. 17–33. <http://botsad.ru/media/cms/3205/17-33.pdf>
- Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G., Staroverov N. E., Grjaznov A. Y. *Cydonia oblonga* Mill. (Rosaceae) at the Peter the great botanikal garden // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, vol. 177, iss. 4, pp.28–36 [in Russian] (Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*, Rosaceae) в ботаническом саду Петра Великого // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1916. Т. 177. Вып. 4. С. 28–36).
- Moore-Gough C., Gough R. E. Growing trees and shrubs from seed // Yard and Garden (Trees and Shrubs). MontGuide. Montana State University. MT199604AG, 2009, Reprinted 9/09. 250-909 SA.

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-33-37

УДК 635.21:631.527

А. Ад. Подгаецкий,
Н. В. Кравченко,
А. Ан. Подгаецкий

Сумской национальный
аграрный университет,
Украина, 40021, г. Сумы, ул.
Г. Кондратьева, 160,
e-mail: podgaje@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ С УЧАСТИЕМ ВИДА *SOLANUM BULBOCASTANUM* DUN.

Начиная со середины прошлого столетия основу селекции картофеля составляет межвидовая гибридизация. Расширение генетической основы исходного селекционного материала за счет интрогрессии генов диких и культурных видов позволило не только решить ряд сложных задач, которые ставили под сомнение возможность выращивания картофеля, но и позволили поднять селекцию культуры на новый уровень с использованием гетерозисного эффекта. При создании новых сортов использовали сложные многовидовые гибриды, их беккроссы с участием видов, отнесенных к шести сериям, в том числе очень редко используемый дикий мексиканский вид *Solanum bulbocastanum* Dun. Методы общепринятые в селекции картофеля согласно утвержденной схеме процесса. Вовлечение в селекционную практику вида *S. bulbocastanum* позволило создать ряд сортов, отличающихся по агрономическим характеристикам. Многим из них свойственно редкое качество – высокая адаптивная способность к выращиванию в часто меняющихся метеорологических условиях.

Ключевые слова:

картофель, межвидовые
гибриды, *Solanum*
bulbocastanum, родословная,
методы создания гибридов,
характеристика сортов.

Поступление:

24.03.2017

Принято:

12.06.2017

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-33-37

А. Ад. Podgaietskiy,
Н. В. Kravchenko,
А. Ан. Podgaietskiy

Sumy National Agrarian
University,
160, St. G. Kondratieva, Sumy,
Ukraine, 40021,
e-mail: podgaje@mail.ru

THE RESULTS OF USE INTERSPECIFIC HYBRIDS WITH PARTICIPATION OF SPECIES *SOLANUM BULBOCASTANUM* DUN. IN POTATO BREEDING

Since the middle of the last century, the basis for breeding potatoes is interspecific hybridization. Extension of the genetic basis of the original breeding material due to introgression of genes of wild and cultivated species allowed not only to solve a number of complex problems that called into question the possibility of growing potatoes, but also allowed raising the breeding of crop to a new level using the heterosis effect. When creating new varieties, complex multi-species hybrids were used, their backcrosses involving species classified into six series, including the very rarely used wild Mexican species *Solanum bulbocastanum* Dun. The methods are generally accepted in potato breeding according to the approved process scheme. Involvement of species *S. bulbocastanum* in breeding practice allowed creating a number of varieties differing in agronomic characteristics. Many of them are characterized by a rare quality – a high adaptive ability to grow in frequently changing meteorological conditions

Keywords:

potato, interspecific hybrids,
pedigree, methods of creating
hybrids, characteristics of varieties

Received:

24.03.2017

Accepted:

12.06.2017

Картофель – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур в мире. По причине невысокой требовательности к условиям выращивания, значительной адаптивности он произрастает в различных почвенно-климатических зонах. Один из главных недостатков культуры – поражаемость и повреждаемость многочисленными болезнями и вредителями. Известно несколько периодов в истории картофеля, когда по причине значительного распространения вредных организмов возможность выращивания его ставилась под сомнения. Решение проблем, которые возникали, стало возможным в результате вовлечения в практическую селекцию культурных и диких видов картофеля.

Наиболее экономически выгодным, санитарно и гигиенически безопасным, экологически оправданным методом выращивания картофеля в производстве является использование сортов, устойчивых к вредным организмам, что возможно только при вовлечении в селекционную практику сородичей сортов – культурных и диких видов. В настоящее время это, практически, единственный путь защиты культуры от болезней и вредителей в органическом земледелии, реализации генетического потенциала сортов по другим агрономическим признакам.

Среди генофонда картофеля возможен поиск источников устойчивости, практически, ко всем возбудителям болезней и вредителям. Очень ценным во многих отношениях является дикий мексиканский вид картофеля *Solanum bulbocastanum* Dup. Отдельные его образцы проявили полную устойчивость к фитофторозу в месте наибольшего распространения болезни – долине Толука (Мексика) (Zoteeva et al., 2004). По многочисленным данным кроме фитофтороза он устойчив к серебристой парше, картофельной моли (Zoteeva et al., 2004), колорадскому жуку и 28-пятнистой картофельной коровке, вирусу X, макроспориозу (Budín, 1986) и другим болезням и вредителям.

По нашим данным (Podgaietskiy, Koval', 1986; Podgaietskiy, Timoshenko, 1992; Podgaietskiy et al., 2008), гибриды с видом *S. bulbocastanum* кроме очень высокой устойчивости к фитофторозу характеризуются аналогичной устойчивостью к макроспориозу, сухой фузариозной гнили, черной ножке.

Беккроссы межвидовых гибридов отличаются высокой комплексной устойчивостью к четырем-пяти вредным организмам (Podgaietskiy, 2012).

Несмотря на значительную селекционную ценность вид до последнего времени мало использовался при создании сортов картофеля. Основная причина изложенного – филогенетическая отдаленность от других видов и, особенно, сортов. Поэтому вовлечение *S. bulbocastanum* в скрещивание очень затруднено. В то же время, используя методы полиплоидии (Lebedeva, 1966) посредника (Zhitlova, 1971), в качестве последних применялись дикие виды *S. acaule* Bitt., *S. demissum* Lindl., удалось получить гибриды с участием этого ценного вида. Использование дополнительно в скрещивании других диких и культурных видов позволило создать четырех-, шестивидовые гибриды, которые для создания высоко ценного исходного селекционного материала неоднократно беккроссировали.

Как правило, большинство сородичей культурных сортов являются позднеспелыми формами, поэтому многие потомки, полученные с их участием, также отличаются этим признаком. Однако, в процессе беккроссирования, независимо от спелости другого компонента скрещивания в комбинациях с участием межвидовых гибридов можно выделить ранние формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Среди девяти сортов, которые переданы в Государственное сортоиспытание и созданы с участием вида *S. bulbocastanum* в качестве второго родительского компонента в скрещиваниях использовали сорта: ранний 'Беллароза', среднеранний 'Пост 86', среднеспелые 'Санте', 'Аусония', 'Франзи', 'Багряна' и среднепоздний 'Воловецкий'. То есть, ранние сорта 'Днипрянка', 'Подолянка' и 'Щедрык' созданы от скрещивания беккроссов межвидовых гибридов и среднеспелых сортов и только сорт 'Завия' с участием среднераннего сорта 'Пост 86' (таблица).

Несмотря на изложенное выше, среди девяти сортов, в родословной которых присутствует вид *S. bulbocastanum*, три сорта: 'Днипрянка', 'Подолянка' и 'Щедрык' ранние, один среднеранний – 'Завия', четыре среднеспелые: 'Палитра', 'Базис', 'Околица', 'Анатан' и только один – 'Свиточ' – среднепоздний.

**Таблица. Сорты картофеля, созданные с участием сложных межвидовых гибридов
The potato varieties, created with participation of interspecific hybrids**

Название сорта	Группа спелости	Комбинация скрещивания	Происхождение гибрида	В Реестре с (год)
Институт картофелеводства НААН Украины				
Днипрянка	ранний	Санте × 85.314с27	*В ² с шестью видами	2002
Подольянка	ранний	Аусония × 88.1439с6	F ₂ V ² с шестью видами	2006
Палитра	среднеспелый	88.1450с2 × Франзи	F ₂ V ² с шестью видами	-
Щедрик	ранний	85.291с12 × Багряна	V ² с шестью видами	2011
Базис	среднеспелый	85.291с12 × Багряна	V ² с шестью видами	-
Околиця	среднеспелый	90.817с4 × Беллароза	V ³ с тремя видами	2011
Свиточ	среднепоздний	90.691/38 × Беллароза	V ³ F ₂ с четырьмя видами	-
Полесская опытная станция Института картофелеводства				
Завия	среднеранний	89.721с81 × Пост 86	V ² от скрещивания двух шестивидовых гибридов	2008
Сумской национальной аграрный университет				
Анатан	среднеспелый	94.922/6 × Воловецкий	V ³ с тремя видами	2014

*В – беккросс

Вовлеченные в скрещивания беккроссы межвидовых гибридов отличались по числу использованных видов, методами получения. Наибольшее количество сортов (шесть) создано на основе шести-видовых гибридов: $\{[(S. \textit{acaule} \times S. \textit{bulbocastanum}) \times S. \textit{phureja}] \times S. \textit{demissum}\} \times S. \textit{andigenum} / \times S. \textit{tuberosum}$, два – с участием трех видов ($S. \textit{demissum} \times S. \textit{bulbocastanum}$) $\times S. \textit{tuberosum}$ и один – четырех $[(S. \textit{demissum} \times S. \textit{bulbocastanum}) \times S. \textit{andigenum}] \times S. \textit{tuberosum}$. В двух схемах посредником при вовлечении в селекционную практику вида *S. bulbocastanum* использован *S. demissum*, а в одной – *S. acaule*.

При создании большинства сортов использован метод беккроссирования, однако, по количеству возвратных скрещиваний сорта очень отличались. Например, сорта ‘Днипрянка’, ‘Щедрик’, ‘Базис’ и ‘Завия’ являются двукратными беккроссами, сорт ‘Околиця’ – трехкратным, а сорт ‘Анатан’ – четырехкратным. В процессе беккроссирования также использовались разные сорта, однако некоторые из них встречаются в родословной созданных по несколько раз. В генеалогии четырех сортов на разных этапах скрещивания присутствует сорт ‘Гитте’. Два-

жды компонентами скрещивания использованы сорта ‘Марко’, ‘Воловецкий’ ‘Полесский розовый’ и ‘Аквила’ и по одному разу – ‘Аурелия’, ‘Немешаевский белый’, ‘Белорусский 3’. На промежуточных этапах у четырех сортов – ‘Днипрянка’, ‘Щедрик’, ‘Базис’ и ‘Завия’, в скрещивания вовлекались межсортные гибриды. Однако, изложенное не может относиться к последнему этапу скрещивания, когда только у двух сортов ‘Щедрик’ и ‘Базис’ опылителем был сорт ‘Беллароза’.

Три сорта – ‘Подольянка’, ‘Свиточ’ и ‘Палитра’, созданы с использованием (на одном из этапов вместо скрещивания) потомства от самоопыления, а у последнего сорта это имело место на промежуточном и последнем этапе. Единственный сорт ‘Завия’ получен от скрещивания двух беккроссов межвидовых гибридов.

Редкой особенностью созданных сортов является выделение двух из них (‘Щедрик’ и ‘Базис’) среди потомства одной комбинации. Ценность беккроссов межвидовых гибридов в качестве родительских форм также подтверждается повторяемостью отдельных беккроссов в происхождении созданных сортов. Например, у сортов ‘Дни-

пряка', 'Щедрык' и 'Базис' на промежуточных этапах скрещивания использован шестивидовой гибрид 81.386с103, а у сортов 'Околыця' и 'Анатан' – однократный бек-кросс трехвидового гибрида 85.568с9.

Особенность сортов, созданных с участием вида *S. bulbocastanum*, – высокая пластичность и адаптивная способность. Только сорт 'Завия' предложен для выращивания в одной почвенно-климатической зоне – Полесье. Сорт 'Анатан' рекомендован для производства в двух зонах: Полесье и Лесостепь, а остальные сорта – в трех, включая Степь.

Ввиду того, что в родословной сортов присутствуют многие виды, они характеризуются высокой устойчивостью к болезням и вредителям. Для всех их характерна высокая полевая устойчивость к вирусным болезням. Проявление этого признака не только позволяет реализовывать сортам генетически контролируемый потенциал урожайности, содержания крахмала и других признаков, а также положительно сказывается на ведении семеноводства с ними. Их сортообновление можно проводить на 2–3 года позже, чем у других сортов. При выращивании на юге большинство сортов характеризуются высокой устойчивостью к вырождению, формируя при этом значительный урожай.

Характеристика сортов

'Днипрянка'. Особенностью сорта является многоклубневость. Число клубней может быть до 16–18 шт. Для раннего сорта он характеризуется повышенным содержанием крахмала (15–16%). При ранней уборке его урожайность составляет 17 т/га, а в конце вегетации – 45. Клубни округло-овальные, желтые, мякоть желтая. Не поражается обычным биотипом рака картофеля и золотистой цистообразующей картофельной нематодой. Устойчив к вирусным болезням, стеблевой нематоды, относительно устойчив к фитофторозу и кольцевой гнили.

'Подольянка'. Сорт имеет урожайность на 40–45-й день после всходов 14–16,5 т/га, а в конце вегетации – 40–45 т/га. Клубни овальные с желтой кожурой и мякотью. Вкусовые качества хорошие. Мякоть не темнеет до и после варки. Не поражается

обычным биотипом рака картофеля. Устойчив к вирусным болезням, парше обыкновенной и ржавой пятнистости. Средне устойчив к фитофторозу, кольцевой гнили, бактериальной гнили.

'Щедрык'. Пользуется большой популярностью среди производителей картофеля. Он очень урожайный: на 40–45 день после всходов накапливает до 18 т/га клубней, а в конце вегетации – 50 т/га. Клубни округлые, желтые, мякоть белая. Отличные вкусовые качества. Содержание крахмала 13–14%. Не поражается обычным биотипом рака картофеля. Устойчив к вирусным болезням, фитофторозу, парше обыкновенной и другим заболеваниям.

'Околыця'. Сорт отличается активным началом клубнеобразования. На 40–45 день после всходов его урожайность составляет 20 т/га, а в конце вегетации – 45 т/га. Содержание крахмала 15–17%. Имеет хорошие вкусовые качества. Клубни овальные, белые, мякоть кремовая. Не поражается обычным биотипом рака картофеля. Относительно устойчив к вирусным болезням, фитофторозу, парше обыкновенной.

'Завия'. Сорт отличается повышенным содержанием крахмала – до 17–18 %, высокой урожайностью – до 40 т/га. Клубни желтые, округло-овальные, мякоть белая. Не поражается обычным биотипом рака картофеля. Устойчив к ржавой пятнистости клубней, фитофторозу (листья и клубни), парше обыкновенной, относительно устойчив к вирусным болезням.

'Анатан'. Сорт имеет высокую урожайность – до 55 т/га. Клубни розовые, овальные, мякоть светло-желтая. Вкусовые качества отличные. Не поражается обычным биотипом рака картофеля, золотистой цистообразующей картофельной нематодой. Высоко устойчив к вирусным болезням, парше обыкновенной, мокрым гнилям.

Заключение

Вовлечение в селекционную практику вида *Solanum bulbocastanum* позволило создать исходный селекционный материал, использование которого в практической работе привело к созданию сортов с особым ценным сочетанием агрономических признаков.

References/Литература

- Zoteeva N. M., Chzhanovskaya M., Evstratova L. P., Fasulati S. P., Yusupov T. M. Resistance of wild potato species accessions to diseases and pests // Katalog mirovoj kollekcii VIR, St. Petersburg: VIR, 2004, iss. 761, 88 p. [in Russian] (Зотеева Н. М., Хжановска М., Евстратова Л. П., Фасулати С. П., Юсупов Т. М. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям // Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2004. 88 с.).
- Budin K. Z. The genetic basis of potato breeding. Geneticheskie osnovy selekcii kartofelya. Leningrad: Agropromizdat, 1986, 192 p. [in Russian] (Будин К. З. Генетические основы селекции картофеля. Л.: Агропромиздат, 1986. 192 с.).
- Podgayetzkiy A. A., Koval' N. D. Perspective interspecific hybrids for potato breeding on resistance to dry fusarium rot // J. Selekcija i semenovodstvo, 1986, no. 6, pp. 29–30 [in Russian] (Подгаецкий А. А., Коваль Н. Д. Перспективные для селекции на устойчивость к сухой фузариозной гнили межвидовые гибриды картофеля // Селекция и семеноводство. 1986. № 6. С. 29–30).
- Podgayetzkiy A. A., Sidorchuk V. I., Pisarenko N. V. Characteristics of the initial potato breeding material resistant to diseases and other commercial traits. // Sbornik nauchnykh troudov "Kartofelevodstvo". Minsk, 2008, vol. 14, pp. 196–203 [in Russian] (Подгаецкий А. А., Сидорчук В. И., Писаренко Н. В. Характеристика исходного селекционного материала картофеля, устойчивого против болезней и другим хозяйственным признакам // Сб. научн. тр. «Картофелеводство». Минск, 2008. Т. 14. С. 196–203).
- Podgayetzkiy A. A., Timoshenko T. V. Creating initial material of potato, resistant to black leg // Sbornik nauchnykh troudov "Sozdanie iskhodnogo materiala v selekcii kartofelya UAAN Institut kartofelevodstva. Kiev, 1992, pp. 1–11 [in Russian] (Подгаецкий А. А., Тимошенко Т. В. Создание исходного селекционного материала картофеля, устойчивого к черной ножке Межвидовая гибридизация в селекции картофеля в Украине // Сб. научн. тр. «Создание исходного материала в селекции картофеля УААН. Институт картофелеводства». Киев, 1992. С. 1–11).
- Podgayetzkiy A. A. Interspecific hybridisation in potato breeding in Ukraine // Vaviloskii journal selekcii i genetiki, 2012, vol. 16, no. 2, pp. 171–479 [in Russian] (Подгаецкий А. А. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля в Украине // Вавиловский журн. сел. и ген. 2012. Т. 16. № 2. С. 171–479).
- Lebedeva N. A. Change in potato properties and traits under the influence of polyploidy and use of experimental polyploidy in potato breeding // Avtoref. diss. ... doc. biol. nauk, Kiev, 1966, 34 p. [in Russian] (Лебедева Н. А. Изменение свойств и признаков картофеля под влиянием полиплоидии и использование экспериментальной полиплоидии в селекции картофеля // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Киев, 1966. 34 с.).
- Zhitlova N. A. Experimental raising of polyploides of wild potato species and their use in interspecific hybridization // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, vol 44, iss. 1, pp. 175–188 [in Russian] (Житлова Н. А. Экспериментальное получение полиплоидов диких видов картофеля и их использование в межвидовой гибридизации // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т. 44. Вып. 1. С. 175–188).

Ю. С. Иванова¹,
М. Н. Фомина²,
И. Г. Лоскутов¹

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ СОРТОВ ОВСА В ЗОНЕ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

¹Федеральный
исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова (ВИР),
190000, Россия, г. С-Петербург,
ул. Большая Морская, д. 42, 44,
e-mail: averyasova-uliy@mail.ru

²Научно-исследовательский
институт сельского хозяйства
Северного Зауралья,
625501, Россия, г. Тюмень,
п. Московский, ул. Бурлаки, 2,
e-mail: maria_f72@mail.ru

Ключевые слова:

*голозерный овес, содержание
белка, урожайность, сбор
сырого протеина, источники*

Поступление:
30.11.2016

Принято:
12.06.2017

Актуальность. Важнейшей составной частью зерна овса является белок, что, в значительной степени, определяет пищевое и кормовое значение этой культуры. Процентное содержание белка в зерне овса и его выход с единицы площади часто превышает эти показатели у других зерновых культур, а его аминокислотный состав лучше сбалансирован. Формирование белка в зерне овса зависит как от условий выращивания, так и сортовых особенностей. Одним из важнейших направлений в селекции овса на качество является увеличение содержания белка. Особый интерес в этом плане представляют голозерные формы, которые способны накапливать в зерне 14–22% сырого протеина. **Материал и методика.** В условиях северной лесостепи Тюменской области проведена оценка 213 образцов голозерного овса из коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения на содержание белка в зерне. **Результаты и выводы.** Выявлена степень влияния условий выращивания, сортовых особенностей и их взаимодействия на формирование белка в зерне голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья. Установлена тесная отрицательная корреляция между содержанием белка и зерновой продуктивностью сортов овса в условиях северной лесостепи Тюменской области ($r = -0,72 \dots -0,84$). Анализ взаимосвязи содержания белка с элементами структуры урожая показал отрицательную корреляцию. Связь содержания белка с массой зерна с растения, массой 1000 зерен, количеством зерен в метелке и продуктивной кустистостью была неоднозначна. Положительная корреляция продуктивности растения с содержанием белка в зерне голозерных сортов ($r = 0,22$; $r = 0,98$) была отмечена в экстремальных условиях выращивания. Положительное влияние крупности зерна и озерненности метелки на формирование белка ($r_1 = 0,57$; $r_2 = 0,76$) проявилось лишь в условиях достаточного тепло- и влагообеспечения. Положительная средняя по величине корреляция между содержанием белка и содержанием жира была найдена в условиях достаточного обеспечения теплом и влагой ($r = 0,52$). Тесная положительная связь между содержанием в зерне белка и крахмала была отмечена в условиях недостатка тепла и избытка влаги ($r = 0,98$). Выделены источники, формирующие высокое содержание белка, которые рекомендуются для использования в селекции на повышение белковости зерна овса.

Ju. S. Ivanova¹,
M. N. Fomina²,
I. G. Loskutov¹

SOURCE MATERIAL TO CREATE OF HIGH-PROTEIN VARIETIES OF OATS IN A ZONE OF NORTHERN TRANS-URAL

¹Federal research center The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 str. Bol'shya Morskaya, St.Petersburg, 190000, Russia, e-mail: averyasova-ulyiy@mail.ru

²Research Institute of Agriculture in Northern Trans-Ural, 2, str. Burlaki, Tyumen, p. Moskovskij, 625501, Russia, e-mail: maria_f72@mail.ru

Keywords:

naked oats, protein content, productivity, collecting a crude protein, sources

Received:

30.11.2016

Accepted:

12.06.2017

Background. Oats – culture of universal use. It was widely adopted thanks to high fodder qualities of his grain and vegetative weight. The most important component of grain is protein. His contents substantially defines food and fodder value of grain crops, including and oats. Percentage of protein in grain of oats and its exit from unit of area often exceeds these indicators at other grain crops, and his amino-acid structure is better balanced. What speaks about good nutritional value of this culture. Formation of protein in grain of oats depends as on cultivation conditions, and high-quality features. One of the major directions in selection of oats on quality is increase in protein content. In this plan naked forms which are capable to form 14–22% of a crude protein in grain are of special interest. **Materials and methods.** In the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region the assessment the naked of 213 samples of oats from VIR collection of various ecological and geographical origin on ability of formation of protein in grain is carried out. **Results and conclusions.** Extent of influence of conditions of cultivation, high-quality features and their interaction on formation of protein in grain the naked of grades of oats in a zone of Northern Trans-Ural is revealed. Close negative correlation between protein content and grain efficiency the naked of grades of oats in the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region is established. Positive connection between protein content and contents endosperm in grain is established. The sources forming the high content of protein which are recommended for use in selection for increase of a protein are allocated: ‘Polard’ (Canada), ‘Hull-less’ (China), local cultivar (Norway), etc. The sources combining the increased grain protein content with high productivity are allocated: ‘Beg 2’ (Belarus); MF 9224-106, MF 9224-101 (USA); ‘Hullless Oats’, ‘Brighton (Canada) et all.

Введение

Широкое распространение овес получил благодаря высоким кормовым качествам его зерна и вегетативной массы. Важнейшей составной частью зерна является белок, содержание которого в значительной степени определяет пищевое и кормовое значение зерновых культур в т. ч. и овса. Белки (протеины) – высокомолекулярные органические вещества, которые играют важнейшую роль в жизнедеятельности всех организмов. Они выполняют каталитические (ферменты), регуляторные (гормоны), транспортные (гемоглобин и др.) и защитные (антитела и др.) функции, а также функции преобразования различных видов энергии (Batalova et al., 2008).

Процентное содержание белка в зерне овса и его выход с единицы площади часто превышает эти показатели у других зерновых культур, а его аминокислотный состав лучше сбалансирован. Что говорит о хорошей питательной ценности этой культуры (Loskutov, 2007). Содержание белка в зерне овса в среднем находится на уровне 9–12% (Kozlenko, Gubanova, 1981). Максимальное содержание белка у выдающихся коммерческих сортов доходит до 20 (Souza, Sorrells, 1990), а у сорно-полевых гексаплоидных видов овса – до 27–28 (Carpmbell, Frey, 1972) и даже до 35% (Frey, 1975) в пересчете на беспленчатое зерно.

Среди видов овса наиболее богато белком зерно у *Avena byzantina* C. Koch и *A. sterilis* L. (Sichkar, 1966). Овес средиземноморский может служить хорошим исходным материалом в селекции на повышение белка в зерне, т. к. этот признак легко передается потомству (Carpmbell, Frey, 1972). Высокое содержание белка в зерне многих видов овса отмечают И. Г. Лоскутов и З. В. Чмелева (Loskutov, Chmeleva, 1977). По их данным, среднее содержание белка в зерне *A. barbata* Pott. составляет 21,6, *A. ludoviciana* Dur. – 18,9, *A. sterilis* – 20,3, *A. fatua* L. – 18,6%. По мнению ряда авторов, вид *A. sterilis* не только имеет, но и хорошо передает по наследству высокое содержание в зерне белка, сбалансированного по аминокислотному составу (Pasyukov, 1972; Trofimovskaya et al, 1976; Briggles et al, 1975). Однако вовлечение перечисленных выше видов в селекционные программы процесс достаточно трудоемкий и длительный. Наиболее короткий путь повы-

шения белковости овса – использование генетического разнообразия среди рода *Avena* L. Особый интерес в этом плане представляет коллекция США, в которой имеются сорта *A. sativa* с содержанием белка 18–26% (Peterson, 2004).

Результаты анализа коллекционных образцов в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (г. Омск) свидетельствуют о том, что в степи и лесостепи Западной Сибири у овса формируется более высокобелковое зерно, чем в среднем по РФ. Содержание белка в зерне, в зависимости от условий выращивания и сорта, может изменяться в данном регионе от 9,80 до 17,88% (Gamzikova et al., 1977). Сравнительно низкое содержание белка в зерне овса было выявлено в условиях Кемеровской и Томской областей (Chumanova, 1991; Sartakova, 2001; Komarova, 2009). Оценка исходного материала овса в зоне Северного Зауралья показала варьирование данного показателя в пределах от 8,22 до 15,75% (Fomina, Loginov, 1994). Высокобелковый материал среди пленчатых сортов *A. sativa* L., гибридов *A. sativa* × *A. byzantina*, уровень белковости которых достигает 16–17%, выделен в условиях Кировской области (Batalova et al., 2008).

Установлено, что содержание белка у зерновых культур зависит от генетических факторов и условий выращивания растений, а качество белка определяется, главным образом, особенностью сорта (Sedova, 1974). Влияние генотипа, условий произрастания и их взаимодействие на уровень накопления белка в зерне овса отмечается многими авторами (Peterson, Dimberg, 2004; Batalova et al., 2008).

М. В. Лукьяновой, Н. А. Родионовой (Luk'yanova, Rodionova, 1977) отмечена общая закономерность – чем более приспособлен сорт к экстремальным условиям и способен сохранять уровень урожайности, тем более устойчиво у него содержание белка.

Одним из важнейших направлений в селекции овса на качество является увеличение содержания белка. Особый интерес в этом плане представляют голозерные формы (Ganichev, Isachkova, 2009; Borisov, 2008; Batalova et al., 2008; Kozlova, Akimova, 2008; Smishhuk, Vasyukevich, 2008; Batalova, 2010), которые способны формировать в зерне 14–22% сырого протеина (Jarosh, Salmina, 1978).

Голозерность у овса обуславливает существенные изменения в накоплении питательных веществ. При существенном увеличении синтеза белка и крахмала, содержание клетчатки снижается в несколько раз, увеличивается переваримость протеина и минеральных веществ (Kozlova, Akimova, 2008). Питательность голозерного овса на 24,9–26,8% выше, чем у пленчатого, и находится на одном уровне с кукурузой, считающейся самой энергонасыщенной культурой (Isachkova, 2013).

Рациональная стратегия селекции сельскохозяйственных культур на повышенное содержание белка в зерне овса должна предусматривать расширение генетического разнообразия возделываемых сортов. Задача выделения новых источников весьма актуальна и голозерные формы играют существенную роль в ее решении.

Цель настоящей работы – оценить голозерные образцы овса различного эколого-географического происхождения на содержание белка в зерне в условиях Северного Зауралья.

Материал и методика

Исследования проводились в 2012–2014 гг. на опытном поле НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья (НИИСХ Северного Зауралья). Почва – серая лесная, тяжелосуглинистая. Предшественник – чистый пар.

Объектами исследования послужили 213 образцов овса разного эколого-географического происхождения, полученных из Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР). В качестве стандарта использовался сорт ‘Тюменский голозерный’ (St), возделываемый в регионе.

Погодные условия в 2012–2014 гг. были различны по обеспеченности теплом и влагой. Весенне – летний период 2012 г. был сухим и жарким. Погодные условия в период вегетации 2013 г. были достаточно благоприятными.

Частые дожди во время созревания привели к полеганию посевов. Метеорологические условия 2014 г. отмечены обилием осадков и низкими среднесуточными температурами, что удлинит период вегетации и спровоцировало значительное полегание хлебов.

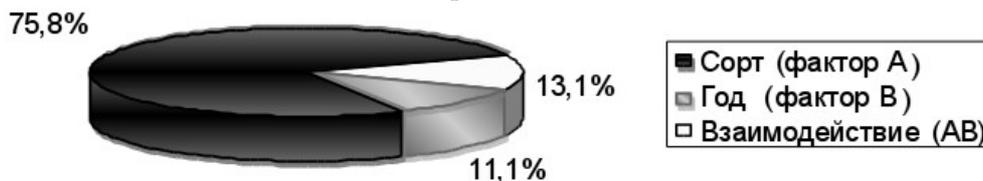
Закладка опытов, изучение коллекционных образцов и анализ полученных результатов проводился по общепринятым методикам: Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса (Luk'yanova et al., 1981, Loskutov et al., 2012); Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. (International..., 1984); Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Methodological..., 1989).

Лабораторные и биохимические исследования проводились в лабораторно-аналитическом центре и лаборатории качества зерна НИИСХ Северного Зауралья. Общий азот определяли фотоколориметрическим методом (Kurkaev et al., 1977).

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (Dospikhov, 1985) с использованием пакетов компьютерных программ Microsoft Excel и пакета «Snedecor». Для всех средних величин рассчитывали стандартную ошибку, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Изучение коллекционных образцов в условиях северной лесостепи Тюменской обл. в течение трех лет (2012–2014 гг.) показало, что формирование белка в зерне голозерных сортов овса в значительной степени зависело от условий выращивания, степень их влияния которых составила 75,8%. Доля влияния генотипа была 11,1%, а доля взаимодействия генотип-среда – 13,1% (рисунок).



Степень влияния факторов на содержание белка в зерне голозерных сортов овса в условиях Северного Зауралья

Extent of influence of factors on protein content in grain the naked of grades of oats in the conditions of Northern Trans-Ural

Максимальное количество белка (среднее по опыту – 20,07%) было отмечено в условиях жесткой засухи (2012 г.), минимальное (среднее по опыту – 15,20%) – в условиях недостатка тепла и избытка влаги (2014 г.). О существенной роли сорта в формировании белка свидетельствует широкий размах варьирования данного показателя.

Так, в засушливых условиях 2012 г. содержание белка в зерне у коллекционных образцов колебалось от 15,92% (к-14564) до 23,79% (к-2353, к-15225), в холодном влажном 2014 г. – от 11,54 (к-14440) до 18,25% (к-14944, к-15158). Изменчивость образцов по содержанию белка в зерне (V) находилась в пределах 6,5–10,3% (табл. 1).

Таблица 1. Влияние условий выращивания на формирование белка в зерне голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья, 2012–2014 гг.

Table 1. Influence of conditions of cultivation on formation of protein in grain the naked of grades of oats in a zone of Northern Trans-Ural, 2012–2014

Годы Years	Содержание белка в зерне, % The protein content in grain, %		
	Среднее Average	Размах варьирования The scope of variation	Коэффициент вариации (V) The coefficient of variation (V)
2012	20,07 ± 0,22	14,49 - 23,79	10,3
2013	15,56 ± 0,17	12,83 - 18,31	8,7
2014	15,20 ± 0,10	11,54 - 18,25	6,5

Анализ взаимосвязи содержания белка с зерновой продуктивностью голозерных сортов овса показал, что в условиях северной лесостепи Тюменской обл. она была в сильной степени отрицательной ($r = -0,72 \dots -0,84$). Анализируя взаимосвязь содержания белка с элементами структуры урожая, следует отметить отрицательную корреляцию с продуктивностью одного растения ($r = -0,55 \dots -0,57$). Связь содержания белка с массой зерна с 1 растения, массой 1000 зерен, количеством зерен в метелке и продуктивной кустистостью неоднозначна. Положительная корреляция продуктивности 1 растения с содержанием белка в зерне голозерных сортов ($r = 0,22$; $r = 0,98$) была отмечена в экстремальных условиях выращивания (жесткая засуха, 2012 г.; избыточное увлажнение и недостаток тепла, 2014 г.). Положительное влияние крупности зерна и озерненности метелки на формирование белка ($r_1 = 0,57$; $r_2 = 0,76$) проявилось лишь при достаточном обеспечении теплом и влагой (2013 г.). В остальных случаях связь была отрицательной. Рост продуктивной кустистости положительно отразился на содержании сырого протеина ($r = 0,76$) лишь в условиях избыточного увлажнения и дефицита тепла (2014 г., табл. 2).

При проведении корреляционного анализа было установлено, что содержание

белка в зерне голозерного овса достаточно тесно связано с количеством эндосперма в нем ($r = 0,12 \dots 0,69$). Связь содержания белка с такими показателями как содержание жира и крахмала не так прямолинейна. В большинстве случаев она была несущественной или слабой отрицательной.

Положительная средняя по величине корреляция между содержанием белка и содержанием жира была найдена в благоприятных условиях 2013 г. ($r = 0,52$). Тесная положительная связь между содержанием в зерне белка и крахмала была отмечена в холодном, влажном 2014 г. ($r = 0,98$). Увеличение природы зерна не всегда способствовало накоплению белка. Достоверная положительная связь между этими показателями ($r = 0,59$) была отмечена лишь в условиях достаточного тепло- и влагообеспечения (2013 г.).

Многолетняя оценка коллекционных образцов голозерного овса по содержанию в зерне белка позволила выделить ряд высокобелковых форм, которые можно рекомендовать для использования в селекции на улучшение качественных показателей. Большой интерес в этом плане представляют: 'Успех' (Ленинградская обл.), 'Помор' (Кемеровская обл.), местный сорт (Норвегия), а также ряд образцов из США, Канады и Китая. Содержание белка у данных образцов в среднем за три года (2012–

2014 гг.) составило 18,03–19,20%, в то время как у стандартного сорта ‘Тюменский голозерный’ этот показатель равнялся 16,68%. (табл. 3). Следует отметить, что большинство высокобелковых форм имели низкую урожайность. В результате этого сбор сырого протеина с единицы площади у них был невысоким. Увеличение выхода белка с единицы площади может быть обеспечено как за счет повышения белковости, так и роста урожайности.

Таблица 2. Взаимосвязь содержания белка в зерне голозерных сортов овса с урожайностью и элементами ее структуры. Тюмень, 2012–2014 гг.

Table 2. Interrelation of protein content in grain the naked of grades of oats with productivity and elements of its structure. Tyumen, 2012–2014

Коррелирующие факторы Correlating factors	Коэффициент корреляции ($r \pm S_r$) The correlation coefficient ($r \pm S_r$)		
	2012	2013	2014
Урожайность Productivity	-0,84 \pm 0,06*	-0,72 \pm 0,08*	-0,84 \pm 0,06*
Масса зерна с 1 растения The weight of grains in 1 plant	0,22 \pm 0,11*	-0,95 \pm 0,04*	0,98 \pm 0,02*
Масса зерна с 1 метелки The weight of grains in panicle 1	-0,05 \pm 0,11	-0,55 \pm 0,10*	-0,57 \pm 0,10*
Масса 1000 зерен Weight of 1000 grains	-0,62 \pm 0,09*	0,57 \pm 0,10*	-0,07 \pm 0,12
Количество зерен в метелке Number of grains in panicle	-0,13 \pm 0,11	0,76 \pm 0,09*	-0,38 \pm 0,11*
Продуктивная кустистость Productive tillering	-0,22 \pm 0,11	-0,38 \pm 0,11*	0,76 \pm 0,08*

* достоверно на уровне 5%

Таблица 3. Источники высокой белковости овса в зоне Северного Зауралья, 2012–2014 гг.
Table 3. Sources of a high protein of oats in a zone of Northern Trans-Ural, 2012–2014

№ по каталогу VIP № cata- logue VIR	Сорт Variety	Происхождение Origin	Содержание белка в зерне, % The protein content in grain, %			
			2012	2013	2014	Среднее Average
14784	Тюменский голозерный (St)	Тюменская обл.	20,99	14,58	14,46	16,68
11278	Успех	Ленинградская обл.	20,99	16,79	16,32	18,03
15117	Помор	Кемеровская обл.	21,74	17,66	15,45	18,28
12563	Местный	Норвегия	21,98	16,79	16,15	18,31
15089	MF 9224-106	США	21,74	17,66	15,27	18,22
15220	MF 9424-13	США	21,28	17,49	15,45	18,07
2299	POLARD	Канада	23,38	16,73	17,49	19,20
1926	HULL-LESS	Китай	21,86	17,70	16,32	18,46
14616	HULL-LESS	Китай	22,56	18,31	14,64	18,50

В результате проведенных исследований выделены высокоурожайные образцы, существенно уступающие стандартному сорту (‘Тюменский голозерный’) по содержанию белка в зерне, но обеспечившие значительную прибавку по выходу сырого протеина с 1 м². К ним относятся: ‘Першерон’ (Кировская область), ‘Прогресс’ (Омская об-

ласть), 'Hulles Oats' (Канада) и др. Прибавка к стандарту по выходу сырого протеина у них составила 11,24–29,14 г/м². Особый интерес представляют образцы, сочетающие повышенное содержание белка в зерне с высокой продуктивностью. Это сорта: 'Бег 2' (Белоруссия); MF 9224-106, MF 9224-101 (США), а также ряд образцов из Канады и Китая (табл. 4).

Таблица 4. Содержание белка и сбор сырого протеина у высокобелковых и высокопродуктивных образцов голозерного овса. Тюмень, 2012–2014 гг.

Table 4. Protein content and collecting a crude protein at high-protein and highly productive samples of naked oats. Tyumen, 2012–2014

№ по каталогу ВИР № Catalogue VIR	Сорт Variety	Происхождение Origin	Урожайность, г/м ² Yield, g/m ²	Содержание белка, % The protein content, %	Сбор сырого протеина, г/м ² Collecting crude protein, g/m ²
Высокобелковые формы High-protein forms					
14784	Тюменский голозерный (St)	Тюменская область	179,3	16,68	29,91
11278	Успех	Ленинградская обл.	200,7	18,03	36,19
15117	Помор	Кемеровская обл.	194,0	18,28	35,46
12563	Местный	Норвегия	178,0	18,31	32,59
15089	MF 9224-106	США	252,0	18,22	45,91
15220	MF 9424-13	США	218,0	18,07	39,39
2299	POLARD	Канада	128,7	19,20	24,71
1926	HULL-LESS	Китай	260,7	18,46	48,12
14616	HULL-LESS	Китай	283,3	18,50	52,41
Высокопродуктивные формы Highly productive form					
15275	Першерон	Кировская область	265,3	15,51	41,15
15339	Прогресс	Омская область	355,3	16,62	59,05
14227	Бег 2	Белоруссия	283,3	17,70	50,21
15088	MF 9224 - 101	США	262,0	17,51	45,88
2301	HULLESS OATS	Канада	278,0	16,25	45,18
10262	BRIGHTON	Канада	266,0	17,39	46,26
11003	VICAR	Канада	290,7	16,46	47,85

Заключение

В условиях Северного Зауралья проведена оценка 213 образцов голозерного овса различного эколого-географического происхождения по содержанию белка в зерне. Выявлена степень влияния условий выращивания, сортовых особенностей и их взаимодействия на формирование белка в зерне голозерных сортов овса в данной зоне. Установлена тесная отрицательная корреляция между содержанием белка и зерновой продуктивностью голозерных сортов овса в условиях северной лесостепи Тюменской области. Установлена положи-

тельная связь между содержанием белка и содержанием эндосперма в зерне. Выделены источники, формирующие высокое содержание белка, которые рекомендуются для использования в селекции на повышение белковости: 'Успех' (Ленинградская область), 'Помор' (Кемеровская область), местный сорт (Норвегия), 'Polard' (Канада), 'Hull-less' (Китай) и др. Выделены источники, сочетающие повышенное содержание белка в зерне с высокой продуктивностью: 'Бег 2' (Белоруссия); MF 9224-106, MF 9224-101 (США); 'Hulless Oats', 'Brighton' (Канада) и др.

References/Литература

- Batalova G. A., Lisicyan E. M., Rusakova I. I.* Biology and genetics of oats. Kirov: Zonal Agricultural Research Institute of the North-East, 2008, 456 p. [in Russian] (*Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Русакова И. И.* Биология и генетика овса. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.).
- Batalova G. A.* Formation of a crop and quality of grain oats // Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2010, no 11, pp. 10–13 [in Russian] (*Баталова Г. А.* Формирование урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 10–13).
- Borisov Yu. V.* The study of the collection hullless oats *Avena nudisativa* L. for plant breeding // Diss. ... kand. biol. sciences. M., 2008, 164 p. [in Russian] (*Борисова Ю. В.* Изучение коллекции голозерного овса *Avena nudisativa* L. с целью селекции // Дисс. ... канд. биол. наук. М., 2008. 164 с.).
- Briggle L. W., Smith R. T., Pomeranz Y.* Protein concentration and amino – acid composition of *Avena sterilis* L. groats // Crop Sci., 1975, vol. 15, no. 4, pp. 547–549.
- Campbell A. R., Frey K. J.* Association between groat-protein percentage and certain plant and seed traits in interspecific oat crosses // Euphytica, 1972, vol. 21, pp. 352–362.
- Chumanova N. N.* Initial material for breeding oats for Western Siberia // Nauch.-tech. bull. VIR., 1991, iss. 207, pp. 14–16 [in Russian] (*Чуманова Н. Н.* Исходный материал для селекции овса на качество в условиях Западной Сибири // Науч.-техн. бюл. ВИР. 1991. Вып. 207. С. 14–16).
- Dospekhov V. A.* Methodology of field experience. Moscow, 1985, 380 p. [in Russian] (*Доспехов В. А.* Методика полевого опыта. М., 1985, 380 с.).
- Fomina M. N., Loginov Yu. P.* Grain quality collectible varieties of oats in the conditions of Northern Zauralye // Sel'skoxozyajstvennaya nauka i ee vliyanie na razvitie agropromyshlennogo kompleksa Kuzbassa / Sb. nauch. tr. Kemerovo, 1994, pp. 180–181 [in Russian] (*Фомина М. Н., Логинов Ю. П.* Качество зерна коллекционных сортов овса в условиях Северного Зауралья // Сельскохозяйственная наука и ее влияние на развитие агропромышленного комплекса Кузбасса / Сб. науч. трудов. Кемерово, 1994. С. 180–181).
- Frey K. J.* Inheritability of groat-protein percentage of hexaploid oats // Crop Sci. – 1975, vol. 15(2), pp. 277–279.
- Gamzikova O. I., Bogachkov V. I., Zenchenko V. F.* The results of the study of oat breeding for protein content in grain and lysine in the conditions of forest-steppe of Western Siberia // Sibirskij vestnik sel'skoxozyajstvennoj nauki, 1977, no. 4, pp. 31–34 [in Russian] (*Гамзикова О. И., Богачков В. И., Зенченко В. Ф.* Результаты изучения коллекции овса на содержание в зерне белка и лизина в условиях лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1977. № 4. С. 31–34).
- Ganichev B. L., Isachkova O. A.* Strategy and tactics in the selection of naked oats // Razvitie nauchnogo naslediya N. I. Vavilova na sovremennom etape: Materialy mezhdunar. nauch. konf., posvyashh. 120-letiyu so dnya rozhdeniya N.I. Vavilova (Novosibirsk, 19 dek. 2007) / Rossel'hozakademiya, Sib. otd-nie. Novosibirsk, 2009, pp. 56–58. [in Russian] (*Ганичев Б.Л., Исачкова О.А.* Стратегия и тактика в селекции голозерного овса // Развитие научного наследия Н. И. Вавилова на современном этапе: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения Н. И. Вавилова (Новосибирск, 19 дек. 2007 г.) / Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2009. С. 56–58).
- International COMECON List of Descriptors for the Genus Avena L.* Leningrad, 1984, 39 p. [in Russian] (Международный классификатор рода *Avena*. Л. Л., ВИР. 1984. 39 с.)
- Isachkova O. A.* Selection estimation samples of naked oats (*Avena sativa* subsp. *nudisativa* L.) In the conditions of northern forest-steppe of Western Siberia // Dis. cand. agricultural Sciences. Kemerovo, 2013, 190 p. (*Исачкова О. А.* Селекционная оценка образцов голозерного овса (*Avena sativa* subsp. *nudisativa* L.) в условиях северной лесостепи Западной Сибири // Дис. ... канд. с.-х. наук. Кемерово, 2013. 190 с.).
- Jarosh N. P., Salmina I. S.* Variability of biochemical traits of grain and productivity of oats varieties under different growing conditions in Western Siberia // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1978, vol. 63, iss. 2, pp 175-180 [in Russian] (*Ярош Н. П., Салмина И. С.* Изменчивость биохимических признаков зерна и продуктивности сортов овса при различных условиях выращивания в Западной Сибири // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1978. Т. 63. Вып. 2. С. 175–180).
- Komarova G. N.* Breeding oats in the taiga zone of Western Siberia // Prociding on applied botany,

- genetics and plant breeding, 2009, vol. 165, pp. 203–206 [in Russian] (Комарова Г.Н. Селекция овса в таежной зоне Западной Сибири // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 203–206).
- Kozlenko L. V., Gubanov L. G. Search donor productivity and quality of grain // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1981, vol. 69, iss. 3, pp. 45–52 [in Russian] (Козленко Л. В., Губанов Л. Г. Поиск доноров продуктивности и качества зерна // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1981. Т. 69. Вып. 3. С. 45–52).
- Kozlova G. Ya., Akimova O. V. Grain quality gymnosperms and hulled oat varieties (Kachestvo zerna golozernykh i plenchatykh sortov ovsy) Agrarnaya nauka Sibiri XXI veka (k 180-letiyu sibirskoy agrarnoy nauki): Materialy mezhdunar. nauchno-praktich. Konf. (Omsk. 29–30 iyulya 2008) RASXN, Sib. otd-nie. Omsk, 2008, pp. 117–122 [in Russian] (Козлова Г. Я., Акимова О. В. Качество зерна голозерных и пленчатых сортов овса // Аграрная наука Сибири XXI века (к 180-летию сибирской аграрной науки): Материалы междунар. научно-практич. конф. (г. Омск. 29–30 июля 2008 г.) РАСХН, Сиб. отд-ние. Омск, 2008. С. 117–122).
- Kurkaev V. T., Kurkaev S. M., Eroshkina A. A. Agricultural analysis and biochemical of plants Moscow: Kolos, 1977, pp. 107–108 [in Russian] (Куркаев В. Т., Куркаев С. М. Ерошкина, А. А. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии растений // Москва: Колос, 1977. С. 107–108).
- Loskutov I. G. Oves (*Avena L.*) Distribution, taxonomy, evolution and selection value. St. Petersburg: GNC RF VIR, 2007. 336 pp. [in Russian] (Лоскутов И. Г. Овес (*Avena L.*) Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.).
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. Methodological guidance directory for studying and maintaining VIR's collections of barley and oat. St. Petersburg, VIR, 2012, 63 pp. [in Russian] (Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.).
- Loskutov I. G., Chmeleva Z. V. Agronomic characteristics and biological characteristics of the wild species of grain oats // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1977, vol. 151, pp. 98–106 [in Russian] (Лоскутов И. Г., Чмелева З. В. Агрonomические признаки и биохимические характеристики зерна дикорастущих видов овса // Тр. по прикл. ботан., ген. и сел. 1977. Т. 151. С. 98–106).
- Luk'yanova M. V., Rodionova N. A. Quality problems in breeding barley and oats. Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1977, vol. 59, iss. 3, pp. 60–65 [in Russian] (Лукьянова М. В., Родионова Н. А. Проблемы качества в селекции ячменя и овса // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1977. Т. 59. Вып. 3. С. 60–65).
- Luk'yanova M. V., Rodionova N. A., Trofimovskaya A. Ya. Methodological guidance directory for studying and maintaining VIR's collections of barley and oat. Leningrad, 1981, 29 p. [in Russian] (Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981. 29 с.).
- Methodological guidance directory for state varieties evaluation of agricultural crops. Moscow, 1989, 194 p. [in Russian] (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.).
- Pasynkov V. I. Wild oats and prospects of their use in breeding // Author. diss. ... kand. of agricultural Sciences. Leningrad, 1972, 16 p. [in Russian] (Пасынков В. И. Дикие виды овса и перспективы их использования в селекции // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Л., 1972. 16 с.).
- Peterson D. M. Oat – a multifunctional grain / Proc. 7th International Oat Conference – MTT Agrifood Research Finland, 2004, pp. 21–26.
- Peterson D. M., Dimberg L. H. Avenanthramide concentrations in developing oat genotypes as influenced by crown rust // In: P. Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds.) Proc. 7th International Oat Conference. – MTT Agrifood Research Finland, 2004, pp. 182.
- Sartakova S. V. Prospects of breeding of oats by as // Breeding of crops for quality. Novosibirsk, 2001, pp. 126–127 [in Russian] (Сартакова С. В. Перспективы селекции овса на качество // Селекция сельскохозяйственных культур на качество. Новосибирск, 2001. С. 126–127).
- Sedova E. V. About breeding crops to increase protein content and a balanced amino acid composition // Fiziologiya i biohimiya kul'turnykh rastenij, 1974, vol. 6, iss. 2, pp. 134–141 [in Russian] (Седова Е. В. О селекции зерновых культур на повышение содержания белков и их сбалансированный аминокислотный состав // Физиология и биохимия культурных растений. 1974. Т. 6. Вып. 2. С. 134–141).
- Sichkar N. M. The variability of the composition of chemicals in the seeds of barley and oats. Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1966, vol. 38, iss. 1, pp. 91–98 [in Russian] (Сичкар Н. М. Изменчивость состава химических веществ в семенах ячменя и овса //

- Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1966. Т. 38. Вып. 1. С. 91–98).
- Smishhuk N. G., Vasyukevich S. V.* Selection of naked oats in SibNIISKH (Selekcija golozernogo ovsa v SibNIISKH) Agrarnaya nauka Sibiri XXI veka (k 180-letiyu sibirskoj agrarnoj nauki): Materialy mezhdunar. nauchno-praktich. konf. –Agricultural science Siberia of XXI century (to the 180th anniversary of the Siberian Agrarian Science): Proceedings of the Intern. Scientific-practical. conf (g. Omsk. 29-30 iyulya 2008 g.) RASKXN, Sib. otd-nie. Omsk, 2008, pp. 211–214 [in Russian] (*Смищук Н. Г., Васюкевич С. В.* Селекция голозерного овса в СибНИИСК // Аграрная наука Сибири XXI века (к 180-летию сибирской аграрной науки): Материалы междунар. научно-практич. конф. (г. Омск. 29-30 июля 2008 г.) РАСХН, Сиб. отд-ние. Омск, 2008. С. 211–214).
- Souza E., Sorrells M. E.* Inheritance and distribution of variation at four avenin loci in North American oat germ plasm // *Genome*, 1990, vol. 33, pp. 567–570.
- Trofimovskaya A. Ya., Pasyнков V., Rodionova N. A., Soldatov V. N.* The genetic potential of the section of real oats of the genus *Avena* and its significance for plant breeding // *Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*, 1976, vol. 58, iss. 2, pp. 83–109 [in Russian] (*Трофимовская А. Я., Пасынков В. И., Родионова Н. А., Солдатов В. Н.* Генетический потенциал секции настоящих овсов рода *Avena* и его значение для селекции // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1976. Т. 58. Вып. 2. С. 83–109).

А. А. Грушин,
А. С. Сиднин

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Филиал Волгоградская опытная
станция Федерального
исследовательского центра
Всероссийского института
генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова, 404160,
Россия, Волгоградская обл.,
г. Краснослободск, квартал
опытная станция ВИР, 30,
e-mail: gnuvosvniir@yandex.ru

Ключевые слова:

*слива, биохимический состав,
крупноплодность, источники
ценных признаков, описательная
статистика, корреляционный
анализ*

Поступление:

20.10.2016

Принято:

12.06.2017

Актуальность. Пищевая и лечебно-профилактическая ценность плодов сливы, технологические качества определяются их биохимическим составом. Для селекционной работы так важен поиск источников биохимических компонентов. **Материалы и методы.** Исследования проводились на 260-ти коллекционных образцах сливы, выращиваемых на филиале Волгоградская опытная станция ВИР. Изучение биохимического состава плодов осуществлялась в лаборатории станции по общепринятым методикам. Определяли средний вес плодов, содержание сухих веществ, общих (сумма) сахаров, кислот, аскорбиновой кислоты и вычисляли сахарокислотный индекс. **Результаты и выводы.** Полученные данные позволили несколько расширить диапазон изменчивости содержания биохимических соединений в плодах сливы, но все они находятся в пределах нормы варьирования и их распределение близко к симметричному. Выявлена тесная взаимосвязь между сахарокислотным индексом и содержанием сахаров и кислот, умеренная – у пары сухие вещества – сахара. Остальные признаки взаимосвязаны слабо, либо связь отсутствует. Выделены образцы с высоким содержанием биохимических соединений, как по отдельным показателям, так и по комплексу признаков, которые могут служить в качестве источников при селекции на качество плодов. Особое внимание заслуживают сорта: ‘Ренклод Альтана’ (‘Reneclaud D’Althan’), ‘Ранняя Цимлера’ (‘Zimmers Frühzwetsche’), ‘Мечта’ (‘Dream’), ‘Гуляева’, ‘Богатырская’, ‘Durancie’, ‘Венгерка Ажанская’ (‘D’Agen’), ‘Ренклод Онтарио’.

A. A. A. Grushin,
A. S. Sidnin

THE STUDY OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF PLUM IN CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

The branch of the Volgograd experimental station of the Federal research center The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 404160, Russia, Volgograd region, g. Krasnoslobodsk, the quarter experiment station of VIR, 30, e-mail: gnuvosvniir@yandex.ru

Keywords:

plum, biochemical composition, large-fruited, the sources of valuable traits, descriptive statistics and biostatistician analysis

Received:

20.10.2016

Accepted:

12.06.2017

Background. Nutritional and therapeutic value of the fruit plum, and also technological qualities are determined by their biochemical composition. Therefore, it is important to search for breeding sources of biochemical components.

Materials and methods. The research was conducted on 260 collectible plum samples grown in the branch of the Volgograd ES VIR. The study of biochemical composition of fruits was conducted in the laboratory of the station according to standard techniques. Determined the content of dry matter, total sugars, acids, ascorbic acid and calculated on a sugar-acid index. In addition, it was determined the average weight of the fruit. **Results and conclusions.** Descriptive statistics revealed differences in the degree of variability of studied parameters, but they are all in the normal range of variation and their distribution is close to symmetric. The obtained data allowed to expand the range of variability of the content of biochemical compounds in plum fruits. Correlation analysis showed high and significant correlation between sugar-acid index and content of sugars and acids as well as moderate have a pair of dry substance of sugar. In other cases the link was weak or absent. Selected samples with a high content of biochemical compounds, both for individual indicators and sets of indicators that can serve as sources in breeding for fruit quality. Of them deserve special attention and 'Reneclaude D'Althan', 'Zimmers Frühzwetsche', 'Dream', 'Gulyaeva', 'Bogatyrskaya', 'Durancie', 'D'Agen', 'Renklod Ontario'.

Введение

Слива довольно популярна в Нижнем Поволжье и культивируется, в основном, на приусадебных участках и в садоводческих хозяйствах. Плоды сливы ценятся за свои высокие десертные, профилактические свойства и потребляются, как в свежем, так и в переработанном виде. Благодаря высокому содержанию сухих веществ, плоды сливы можно сушить и получать сухофрукты.

Для селекционеров актуальными задачами остаются выведение сортов сливы, обладающих крупными плодами, отличающихся высокими вкусовыми и товарными качествами, с высоким содержанием биологически активных веществ. Еще Н. И. Вавилов подчеркивал, что селекция в первую очередь должна вестись на качество, на химический состав, на выяснение амплитуды сортовой и видовой химической изменчивости важнейших групп культурных растений (Vavilov, 1965). Благодаря исследованиям, проводимым учеными ВИР, были выделены доноры и источники ценных признаков сливы, в том числе и по биохимическим показателям (Sharova et al., 1989, Radchenko, Streltsina, 2013).

Цель наших исследований – изучить изменчивость биохимического состава сортов сливы в условиях Нижнего Поволжья, выделить генисточники с комплексом ценных биохимических показателей и крупными плодами.

Материалы и методы

Объектом изучения были 260 образцов сливы домашней (*Prunus domestica* L.), выращиваемых на филиале Волгоградская опытная станция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). Коллекция представлена 72 образцами зарубежного происхождения и 188 – отечественного, из которых 140 образцов селекции научных учреждений Волгоградской области. Исследования проводили на протяжении 35 лет (1961–1994 гг.). Определяли массу плода, содержание сухих веществ, общих сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты (витамин С) и вычисляли сахарокислотный индекс.

Биохимический анализ проводили в станционной лаборатории биохимии по

принятым в ВИР методикам (Ermakov et al., 1987). Содержание сухих веществ определяли высушиванием до постоянного остатка; кислот – титрованием водной вытяжки 0,1N раствором щелочи с последующим перерасчетом на яблочную кислоту; общих сахаров – по методу Бертрана; аскорбиновой кислоты – йодометрическим методом (титрованием краской Тильманса).

Статистическую обработку данных, полученных за все годы изучения, осуществляли по Г. Н. Зайцеву (Zaytsev, 1973; табл. 1, 2) с использованием программой надстройкой «Пакет анализа» табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Степени изменчивости биохимического состава и массы плодов сливы домашней коллекции филиала Волгоградская ОС ВИР.

Как следует из приведенных в таблице 1 коэффициентов вариации, наименьшей изменчивостью обладают показатели содержание сухих веществ и общего сахара. Они находятся в пределах «нижней» нормы варьирования. Остальные показатели варьируются в большей степени, и находятся в «верхней» норме варьирования.

Близкие, а порой и совпадающие значения средней, моды и медианы говорят о близости данных показателей к симметричному распределению (Zaytsev, 1973).

В научной литературе приводятся следующие сведения о средних, минимальных и максимальных значениях данных показателей и о диапазоне их изменчивости в плодах сливы:

– содержание сахаров до 21% (Eremin, Vitkovsky, 1980); от 7,75 до 13,55 % (Kruglova, 1970); от 6 до 15 % (Vitkovsky, 1973); от 7,27 до 17,65%. (Ansin et al., 1956); до 11,6% (Radchenko, Streltsina, 2013); от 8,24 до 13,12 % и в среднем 10 % (Dubovskaya, 2015);

– содержание кислот до 3% (Eremin, Vitkovsky, 1980); от 0,96 до 2,28% (Kruglova, 1970); 0,4–2,7 % (Vitkovsky, 1973), среднее 1,76, максимальное 2,85% (Radchenko, Streltsina, 2013); от 1,37 до 2,95 и среднее 2,15% (Ansin et al., 1956);

– сахарокислотный индекс от 4,93 до 9,56 (Ansin et al., 1956); от 3,8 до 9,3

(Dubovskaya, 2015) от 6,6 до 9,3 (Radchenko, Streltsina, 2013);

– аскорбиновой кислоты от 20 до 30 мг/100 г (Eremin, Vitkovsky, 1980); от 7,0 до 13,4 (среднее 10,3 мг/100 г) (Dubovskaya, 2015) от 8,7 до 17,8 и среднее 12,34 мг/100 г (Ansin et al., 1956);

– содержание сухих веществ от 13 до 23% (Vitkovsky, 1973); от 11,90 до 25,40% (Ansin et al., 1956);

– средняя масса плода от 10,6 до 36,5 г (Radchenko, Streltsina, 2013); от 20,3 до 57,1 г (Dubovskaya, 2015).

Таким образом, все изученные показатели обладают значительной степенью изменчивости и различными величинами их максимальных и минимальных значений. Такая изменчивость обусловлена климатическими, агро-

техническими, почвенными условиями выращивания и зависит от сортового состава изучаемой коллекции. Обобщая наши и литературные данные, получим следующие диапазоны изменчивости: сухие вещества – от 11,0 до 27,8%; сахара – от 4,0 до 21,0%; кислоты – от 0,4 до 3,95%; сахарокислотный индекс – от 1,6 до 24,5; аскорбиновая кислота – от 2,8 до 42,5 мг/100 г; масса плода – от 7,4 до 78,3 г.

Степени взаимосвязи биохимических признаков и массы плодов сливы домашней коллекции филиала Волгоградская ОС ВИР

Для выяснения степени взаимосвязи биохимических признаков и массы плодов были вычислены коэффициенты парных корреляций (табл. 2).

Таблица 1. Описательная статистика биохимических показателей и массы плода (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 1. Descriptive statistics of biochemical performance and weight fruit (Volgograd experimental station VIR)

Показатель	СВ %	Сах %	Кис %	С/К	АК мг/100 г	МП г
Среднее	17,25	9,06	1,382	7,28	10,71	26,76
Стандартная ошибка	0,11	0,07	0,016	0,128	0,18	0,43
Медиана	17	9	1,34	6,6	10	25,2
Мода	17	9,3	1,34	6,3	8,8	24
Стандартное отклонение	2,76	1,81	0,424	3,16	4,38	10,40
Дисперсия выборки	7,60	3,26	0,18	9,95	19,20	108,08
Коэффициент вариации	15,98	19,98	30,68	43,41	40,90	38,86
Эксцесс	0,87	0,09	1,937	3,23	11,33	1,16
Асимметричность	0,66	0,32	0,741	1,35	2,27	0,82
Интервал	16,8	10,9	3,55	22,9	39,7	70,9
Минимум	11	4	0,4	1,6	2,8	7,4
Максимум	27,8	14,9	3,95	24,5	42,5	78,3
Счет	656	669	667	612	604	573
Уровень надежности (95,0)	0,21	0,14	0,032	0,25	0,35	0,85

Таблица 2. Коэффициенты парных корреляций между биохимическими показателями и массой плода (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 2. The coefficients of pair correlations between biochemical parameters and weight of the fetus (Volgograd experimental station VIR)

Показатель	СВ	Сах	Кис	С/К	АК	МП
СВ	1					
Сах	0,65±0,024	1				
Кис	-0,10±0,041	-0,23±0,039	1			
С/К	0,36±0,036	0,62±0,026	-0,79±0,016	1		
АК	0,03	0,06	0,07	-0,03	1	
МП	0,02	0,15±0,041	-0,08	0,16±0,041	-0,09	1

*Все коэффициенты корреляций, имеющие значения больше 0,1, достоверны на 1%-ном уровне значимости.

Качественная оценка тесноты связи была дана на основе шкалы Чеддока (Макарова, Trofimets, 2003). Высокая обратная теснота связи наблюдается между парой С/К-Кис; заметная прямая – СВ-Сах и С/К-Сах; умеренная прямая – С/К-СВ; слабая обратная – Сах-Кис и СВ-Кис; слабая прямая – МП-СК и МП-Сах. Для других показателей корреляции практически отсутствовали.

Многолетние биохимические показатели и масса плодов образцов сливы домашней коллекции филиала Волгоградская ОС ВИР

В таблицах 3 и 4 приведены средние многолетние данные биохимических показателей и массы плода образцов коллекции сливы домашней филиала Волгоградская ОС ВИР, отличающихся высоким содержанием биохимических соединений, как по отдельным показателям, так и по комплексу при-

знаков. Все величины показателей в таблицах проранжированы по степени уменьшения, кроме показателя содержание кислот.

Как видно, наибольшим содержанием сахаров выделились образцы ‘Ренклюд Фиолетовый’, ‘Волжские Зори’, ‘Гуляева’, ‘Ренклюд Альтана’, ‘Топаз Гютри’; сухих веществ – ‘Ранняя Цимлера’, ‘Durancie’, ‘Ренклюд Фиолетовый’, ‘Гуляева’, ‘Bühlska’; аскорбиновой кислоты – ‘Гуляева’, ‘Гибрид 1321’, ‘Bühlska’, ‘Венгерка Гартвиса’, ‘Мирная’; наименьшим содержанием кислот – ‘Ренклюд Альтана’, ‘Зеленая Плотная’, ‘Аленушка’, ‘Мечта’, ‘Авербаха Ранняя’; высоким значением сахарокислотного индекса – ‘Ренклюд Альтана’, ‘Богатырская’, ‘Зеленая Плотная’, ‘Аленушка’, ‘Мечта’. Самыми крупными плодами обладали ‘Привет Октября’, ‘Белорусская’, ‘Гибрид Гарева 356’, ‘Мечта’, ‘Ренклюд Альтана’.

Таблица 3. Образцы сливы, выделенные по содержанию сахаров, кислот и величине сахарокислотного индекса (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 3. Samples of plum, released on the sugar content, acids and the value of sugar-acid index (Volgograd experimental station VIR)

№ п/п	№ Кат. ВИР	Название	Сах, %	№ Кат. ВИР	Название	Кис, %	№ Кат. ВИР	Название	С/К индекс
1	19466	Ренклюд Фиолетовый	12,57±1,19	19435	Ренклюд Альтана	0,60±0,05	19435	Ренклюд Альтана	19,65±4,85
2	27624	Волжские Зори	12,40±0,17	19373	Зеленая Плотная	0,74±0,14	19301	Богатырская	14,69±1,28
3	35616	Гуляева	11,96±0,75	27619	Аленушка	0,74±0,05	19373	Зеленая Плотная	13,65±1,85
4	19435	Ренклюд Альтана	11,80±2,90	32240	Мечта	0,76±0,04	27619	Аленушка	13,59±0,58
5	19825	Топаз Гютри	11,75±0,65	19298	Авербаха Ранняя	0,78±0,12	32240	Мечта	12,95±2,37
6	19249	Ранняя Цимлера	11,65±2,05	19301	Богатырская	0,79±0,06	19249	Ранняя Цимлера	12,85±0,85
7	276380	Durancie	11,55±0,75	19835	Венгерка Глинская	0,86±0,09	19298	Авербаха Ранняя	12,70±2,82
8	19342	Вильгельмина Шпет	11,49±0,53	–	Гибрид 10-4-2а	0,87±0,06	19311	Венгерка Ажанская	11,59±0,67
9	19311	Венгерка Ажанская	11,44±0,63	19346	Венгерка Авербаха	0,87±0,3	276380	Durancie 276980	11,50±0,12
10	19301	Богатырская	11,26±0,49	19249	Ранняя Циммера	0,90±0,1	19835	Венгерка Глинская	11,43±1,55
11	19374	Золотая парча Эсперена	11,06±1,06	–	Гибрид 5-37	0,91±0,15	–	Ренклюд Онтарио	11,40±0,75
12	–	Ренклюд Онтарио	11,00±0,45	19280	Анна Шпет	0,91±0,05	–	Гибрид 8-111	10,70±1,70
13	A2454	Сеянец Калашниковой	10,98±0,64	19311	Венгерка Ажанская	0,94±0,07	19280	Анна Шпет	10,68±0,96
14	19340	Венгерка Донецкая Ранняя	10,84±0,39	27625	Волжская Розовая	0,97±0,13	19342	Вильгельмина Шпет	10,63±0,95
15	28472	Нижневолжская	10,79±0,42	36703	Память Тимирязева	0,97±0,08	27624	Волжские Зори	10,60±0,17
16	–	Медовая	10,77±0,64	–	Онтарио	0,98±0,11	19346	Венгерка Авербаха	10,53±0,01
17	19302	Бессарабская ранняя	10,73±0,85	19836	Удача	0,98±0,10	19374	Золотая Парча Эсперена	10,48±2,57
18	A5958	Гибрид 6-48-9	10,67±1,19	–	Гибрид 8-111	0,99±0,05	–	Гибрид 5-37	10,40±1,6
19	27637	Зайнап	10,57±0,46	–	Гибрид 8-10-74	1,00±0,04	A5962	Гибрид 16-21-8	10,40±2,58
20	19446	Ренклюд Улленский	10,46±0,92	276380	Durancie	1,01±0,07	19409	Онтарио	10,35±1,87
21	19394	Линкольн	10,45±0,05	19377	Исполинская	1,02±0,08	27625	Волжская Розовая	10,30±1,91
22	28325	Stanley	10,43±0,33	19386	Красавица Шепнесберга	1,03±0,12	28325	Stanley	10,20±1,91
23	27639	Институтская	10,42±0,83	19315	Венгерка Итальянская	1,03±0,17	27639	Институтская	10,10±0,64
24	19409	Онтарио	10,38±0,22	27639	Институтская	1,03±0,05	35616	Гуляева	9,70±1,10
25	–	Гибрид 8-111	10,35±1,93	19409	Онтарио	1,04±0,16	–	Гибрид 10-4-2а	9,50±1,41
26	19280	Анна Шпет	10,31±0,63	27677	Якуб	1,07±0,07	27676	Юннатка	9,38±1,43

Таблица 4. Образцы сливы, выделившиеся по содержанию сухого вещества, аскорбиновой кислоты и массе плода (филиал Волгоградская ОС ВИР)
Table 4. Samples of plum of released content dry matter, ascorbic acid and the weight of the fetus (Volgograd experimental station VIR)

№ п/п	№ Кат. ВИР	Название	СВ, %	№ Кат. ВИР	Название	АК, мг/100 г	№ Кат. ВИР	Название	Масса плода, г
1	19249	Ранняя Цимлера	24,0±2,8	35616	Гуляева	17,20±3,6	27742	Привет Октября	56,13±5,97
2	276380	Durancie	23,75±3,25	9298	Гибрид 1321	16,75±2,85	19304	Белорусская	50,33±5,49
3	19466	Ренклюд Фиолетовый	22,33±2,78	35608	Bühlska	16,30±0,8	5949	Гибрид Гареева 356	46,93±4,63
4	35616	Гуляева	21,9±0,12	19344	Венгерка Гартвисса	16,15±3,98	32240	Мечта	44,50±8,50
5	35608	Bühlska	21,80±2,4	15486	Мирная	15,60±6,5	19434	Ренклюд Альтана	44,50±6,50
6	27641	Консервная	20,70±1,7	28325	Stanley	15,35±1,25	27614	Хорошавка	44,50±8,50
7	-	Гибрид 8-111	20,45±1,95	3964	Ренклюд Терновый	15,33±1,39	27625	Волжская Розовая	44,13±2,92
8	19374	Золотая парча Эсперена	20,45±2,57	19825	Топаз Гютри	15,15±5,15	-	Ренклюд Онтарио	42,80±4,62
9	5958 А	Гибрид 6-48-9	20,43±2,14	5958 А	Гибрид 6-48-9	15,10±2,94	32239	Надежная	42,50±1,50
10	19342	Вильгельмина Шпет	20,40±1,13	28335	Plovdivska	15,07±4,14	27632	Дочь Альтана	42,25±2,62
11	27637	Зайнап	20,29±0,60	35602	Vaskova 276391	14,47±1,08	19348	Великая Синяя	40,60±6,27
12	19302	Бессарабская ранняя	20,10±1,47	27624	Волжские Зори	14,35±5,95	19446	Ренклюд Улленский	38,68±2,00
13	-	Медовая	20,00±1,13	19447	Ренклюд Ульяницева	14,25±0,65	5955	Гибрид № 2-30-17	37,55±2,98
14	19344	Венгерка Гартвисса	19,90±1,70	19348	Великая Синяя	14,20±0,70	27626	Волжанка	37,40±4,00
15	-	Ренклюд Онтарио	19,83±1,75	32240	Мечта	14,20±3,00	19858	Фиолетово-красная	36,92±4,70
16	28472	Нижневожская	19,83±0,26	5031	Eliasova	14,03±2,91	19367	Евразия № 5	36,90±3,96
17	12996	Чернослив Тамбовский	19,75±1,79	27676	Юннатка	13,60±1,7	27675	Южанка	35,60±0,40
18	19311	Венгерка Ажанская	19,73±0,36	27641	Консервная	13,50±1,91	19338	Восход	35,33±1,39
19	19301	Богатырская	19,69±0,90	19824	Трагедия	13,24±2,77	27669	Фирменная	35,30±2,78
20	5962 А	Гибрид 16-21-8	19,55±1,89	35603	Schulleho	12,90±1,01	19409	Онтарио	35,10±14,30
21	27652	Осенняя	19,55±0,75	35601	Гвардейская 485	12,75±1,55	27663	Смена	34,70±12,3
22	27676	Юннатка	19,55±2,55	A2454	Сеянец Калашниковой	12,43±1,84	19378	Исполинская	34,62±0,93
23	2454 А	Сеянец Калашниковой	19,38±0,42	A5964	Гибрид 16-22-8	12,33±2,58	19326	Изумительная	34,60±2,77
24	-	Гибрид 10-4-2а	19,30±1,2	28471	Коростинская	12,27±1,45	19326	Волгоградская	34,38±1,49
25	19850	Эдинбургская	19,25±1,37	27614	Хорошавка	12,25 ±0,72	19377	Венера	34,00±1,00
26	19388	Кирке	19,10±0,50	-	Медовая	12,23±2,33	27642	Краса Поволжья	33,36±1,84

Известно, что высокие вкусовые и диетические свойства плодов сливы обусловлены, в первую очередь, удачным сочетанием кислот и сахаров. Общепринято, что наилучшим вкусом обладают плоды сливы с наибольшим содержанием сахаров и небольшим количеством кислот, т. е. имеющие высокую величину сахарокислотного индекса. Сахарокислотный индекс также является важным технологическим показателем. По данным Б. Н. Анзина с соавторами (Ansin et al., 1956), наиболее ценные десертные сорта сливы домашней имеют высокое содержание сахаров (11–17%) и небольшой процент кислоты (0,16–0,74%). К ним относятся: ‘Анна Шпет’, ‘Ренклюд Фиолетовый’, ‘Ренклюд Улленса’, ‘Венгерка Ажанская’, ‘Венгерка Итальянская’ Прекрасным вкусом обладает сорт ‘Ренклюд Альтана’ (Egemin, Vitkowsky, 1980); хорошим – ‘Анна Шпет’,

‘Венгерка Ажанская’, ‘Кирке’, ‘Онтарио’ (Ansin et al., 1956). Донорами высокого качества сухофрукта являются сорта ‘Венгерка Ажанская’ и ‘Богатырская’ (Dubovskaya, 2015). Все перечисленные сорта вошли и в число образцов, приведенных в наших таблицах (см. табл. 3 и 4).

Наиболее перспективные для селекции на качество плодов образцы сливы, выделившиеся по комплексу показателей, приведены в таблице 5. Из них, один образец выделился по пяти показателям, девять – по четырем и 13 – по трем.

Если вычислить средние порядковые номера рангов, занимаемые показателями в таблицах 3 и 4, для каждого из образцов, то первой место займет ‘Ренклюд Альтана’, второе – ‘Ранняя Цимлера’, и далее: ‘Мечта’, ‘Гуляева’, ‘Богатырская’, ‘Durancie’, ‘Венгерка Ажанская’, ‘Ренклюд Онтарио’.

Таблица 5. Образцы сливы, выделившиеся по комплексу показателей (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 5. Samples of plum, separated by a set of indicators (Volgograd experimental station VIR)

Наименование образца	Показатель						Число показателей
	Сах	Кис	СК	СВ	АК	МП	
Ренклод Онтарио	Сах	Кис	СК	СВ		МП	5
Богатырская	Сах	Кис	СК	СВ			4
Венгерка Ажанская	Сах	Кис	СК	СВ			4
Гибрид 8-111	Сах	Кис	СК	СВ			4
Гуляева	Сах		СК	СВ	АК		4
Мечта		Кис	СК		АК	МП	4
Онтарио	Сах	Кис	СК			МП	4
Ранняя Цимлера	Сах	Кис	СК	СВ			4
Ренклод Альтана	Сах	Кис	СК			МП	4
Durancie	Сах	Кис	СК	СВ			4
Анна Шпет	Сах	Кис	СК				3
Вильгельмина Шпет	Сах		СК	СВ			3
Волжские Зори	Сах		СК		АК		3
Волжская Розовая		Кис	СК			МП	3
Гибрид 6-48-9	Сах			СВ	АК		3
Гибрид 10-4-2а		Кис	СК	СВ			3
Гибрид 16-21-8			СК	СВ	АК		3
Золотая парча Эсперена	Сах		СК	СВ			3
Институтская	Сах	Кис	СК				3
Медовая	Сах			СВ	АК		3
Сеянец Калашниковой	Сах			СВ	АК		3
Юннатка			СК	СВ	АК		3
Stanley	Сах		СК		АК		3

Заключение

Результаты исследований позволили уточнить диапазон изменчивости содержания биохимических соединений в плодах сливы. При анализе полученных данных описательной статистики, были выявлены различия в степени варибельности показателей, но все они находятся в пределах нормы варьирования и их распределение близко к симметричному. Выявлена тесная взаимозависимость между сахарокислотным индексом и содержанием сахаров и кислот, умеренная – у пары сухие вещества – сахара.

Остальные признаки взаимосвязаны слабо, либо связь отсутствует.

Образцы с высоким содержанием биохимических соединений, выделенные как по отдельным показателям, так и по комплексу признаков, могут служить источниками при селекции на качество плодов. Из них особое внимание заслуживают сорта: 'Ренклод Альтана' ('Reneclaude DAlthan'), 'Ранняя Цимлера' ('Zimmers Frühzwetsche'), 'Мечта', 'Гуляева', 'Богатырская', 'Durancie', 'Венгерка Ажанская' ('D' Agen'), 'Ренклод Онтарио'.

References/Литература

- Ansin B. N., Enikeev H. K., Rozhkov M. I. Plum. Moscow: Selkhozgiz, 1956, 460 p. [in Russian] (Анзин Б. Н., Еникеев Х. К., Рожков М. И. Слива. М.: Сельхозгиз, 1956. 460 с.).
- Dubovskaya O. Y. Biochemical composition of fruits of varieties and forms of plums and selection of the best genotypes for breeding and processing // Avtoref. dis. ... kand/ s.-kh. nauk. Michurinsk-Naukograd, 2015, 23 p. [in Russian] (Дубовская О. Ю. Биохимический состав плодов сортов и форм сливы и выделение лучших генотипов для селекционного использования и переработки // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск-наукоград РФ, 2015, 23 с.).
- Eremin G. V., Vitkovsky V. L. Drain. Moscow: Kolos, 1980, 255 p. [in Russian] (Еремин Г. В., Витковский В. Л. Слива. М.: Колос, 1980. 255 с.).

- Ermakov A. I., Arasimovich V. V., Yarosh N. P.* et al. Methods of biochemical research of plants. Leningrad: Agropromizdat, 1987, 430 p. [in Russian] (*Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П.* и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение. 1987. 430 с.).
- Kruglova A. P.* Plum. Saratov: Volga book publishing house, 1970, p. 4. [in Russian] (*Круглова А. П.* Слива. Саратов: Приволжское книжное издательство, 1970. С. 4).
- Makarova N. V., Trofimets V. J.* Statistics in Excel // Moscow: Finance and statistics, 2002, 252 p. [in Russian] (*Макарова Н. В., Трофимец В. Я.* Статистика в Excel // М.: Финансы и статистика, 2002. 252 с.).
- Vavilov N. I.* The main tasks of the Soviet plant breeding and ways of their implementation. N. I. Vavilov. Selected works, vol. V. Moscow – Leningrad: Nauka, 1965, 322 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления. Н. И. Вавилов. Избранные труды. Т. V. М. – Л.: Наука, 1965. 322 с.).
- Radchenko O. E., Streltsina S. A.* Biochemical composition of fruits of *Prunus domestica* in North-West Russia. Modern gardening. Electronic magazine, 3/2013. <http://vniisp.k.ru/news/zhurnal/article.php>. [in Russian] (*Радченко О. Е., Стрельцина С. А.* Биохимический состав плодов сливы домашней в условиях Северо-Запада России. Современное садоводство. Электронный журнал, 3/2013. <http://vniisp.k.ru/news/zhurnal/article.php>).
- Sharova N. I., Illarionova N. P., Mestrovica K. Y.* Plum (the chemical composition of fruits) // the Catalogue of VIR world collection, iss. 481, Leningrad: VIR, 1989, 78 p. [in Russian] (*Шарова Н. И., Илларионова Н. П., Местровица К. Ю.* Слива (химический состав плодов) // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 481. Л.: ВИР, 1989. 78 с.).
- Vitkowsky V. L.* Plum. Leningrad: Kolos, 1973. С. 4 [in Russian] (*Витковский В. Л.* Слива. Л.: Колос, 1973. С. 4).
- Vitkowsky V. L.* peculiarities of studying pomological characteristics of species of *Prunus* Mill. in connection with the establishment and genetic core collections (guidelines). St. Petersburg: VIR, 2001, 44 p. [in Russian] (*Витковский В. Л.* Особенности изучения помологических признаков видов *Prunus* Mill. в связи с созданием генетической и стержневой коллекций (методические указания). СПб.: ВИР, 2001. 44 с.).
- Zaytsev G. N.* The methodology of biometric calculations. Moscow: Nauka, 1973, 256 p. [in Russian] (*Зайцев Г. Н.* Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.).

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-56-63
УДК 633.31: 631.527

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Н. Л. Исаева¹,
Н. Ю. Малышева²,
Л. Л. Малышев²,
Н. В. Вавкина¹

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

¹Филиал Екатеринбургская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Тамбовская область, Никифоровский район, с. Екатеринбург

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, ул. Б. Морская, д. 42, 44, Санкт-Петербург, Россия, 190000, e-mail: l.malyshev@vir.nw.ru

Актуальность. Люцерна – одна из основных кормовых культур Центрально-Черноземной зоны России. В 2017 г. в Центрально-Черноземной зоне России допущены к использованию 12 сортов люцерны изменчивой и 13 сортов люцерны посевой. Увеличение сортового разнообразия люцерны позволит семеноводам выбирать сорта для конкретных условий такого крупного региона как Центрально-Нечерноземная зона. **Объект.** В настоящее изучение было привлечено 100 сортов отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВИР: 26 образцов люцерны посевой (*Medicago sativa* L.) и 74 – люцерны изменчивой (*M. × varia* Mart.). **Материал и методы.** Место изучения – филиал Екатеринбургская опытная станция ВИР (Тамбовская обл., Никифоровский район). Оценка коллекции люцерны проводилась согласно методике изучения кормовых культур ВИР по признакам урожайности зеленой и воздушно-сухой массы, семенной продуктивности, облиственности, высоте растений на 20-й день после весеннего отрастания, высоте растений перед первым укосом в начале цветения и в фазе полного цветения в 2007–2009 гг. **Результаты и выводы.** Показатели урожайности зеленой и воздушно-сухой массы по всей коллекции люцерны варьировали в широких пределах. Во все годы изучения по урожайности зеленой массы выделились сорта ‘Желтогибридная 99’, ‘Флора 2’ и ‘№ 152’ (гибрид ‘Северной гибридной’ и ‘Аугуне’). Высокими показателями урожайности сухого вещества характеризовались сорта, выделившиеся по показателям урожайности зеленой массы ($r = 0,84$; $P = 0,05$). Ни один сорт люцерны не выделился и не показал устойчиво высокую урожайность семян. Интенсивность отрастания растений на 20-й день после весеннего отрастания отличалась у сортов по годам. На втором году жизни образцы из Омской области: ‘Флора 2’, ‘Флора 3’ и ‘Флора 4’ превзошли стандарт ‘Марусинская 425’ (*M. × varia*). В последующие годы они не выделились. Различия между сортами и превышение стандарта по высоте растений перед первым укосом и в фазе полного цветения были несущественны во все три года изучения. Степень облиственности проявила себя как средне изменчивый признак. В 2007 г. выделился сорт ‘Казанская 64/95’, в 2008 – ‘Ташкентская 1’, в 2009 – ‘№ 151’. В настоящем исследовании выявлена достоверная зависимость между урожаем зеленой массы и сена, урожаем зеленой массы и интенсивностью отрастания на 20-й день после весеннего отрастания. Обнаружена слабая отрицательная зависимость урожая зеленой массы и урожайности семян во все три года изучения. По комплексу признаков были выделены сорта *M. × varia*, представляющие интерес для дальнейшего использования в селекции: ‘Желтогибридная 99’, ‘Флора 2’, ‘Карлыгаш’ и ‘№ 152’.

Ключевые слова:

люцерна, сорт, продуктивность, Тамбовская область

Поступление:
23.03.2017

Принято:
12.06.2017

COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-56-63

ORIGINAL ARTICLE

N. I. Isaeva¹,
N. Yu. Malysheva²,
L. L. Malyshev²,
N. V. Vavkina¹

THE RESULTS OF THE STUDY OF VARIETIES OF ALFALFA IN THE CENTRAL-CHERNOZEM ZONE

¹Ekaterininskaya Experiment
Station of the Federal research
center The N. I. Vavilov All-
Russian Institute of Plant Genetic
Resources, Tambovskaya
Province, Russian Federation

²Federal research center The N. I.
Vavilov All-Russian Institute of
Plant Genetic Resources,
42, ul. Bol'shaya Morskaya,
St. Petersburg, 190000 Russia,
e-mail: l.malyshev@vir.nw.ru

Keywords:

*alfalfa, variety, productivity,
Tambovskaya Province*

Received:

23.03.2017

Accepted:

12.06.2017

Background. To increase alfalfa diversity in chernozem zone it is necessary to apply new varieties. **Objective.** The collection of 26 varieties of *Medicago sativa* L. and 74 varieties *M. × varia* Mart. was studied. **Material and methods.** Yield of green mass and dry mass, seed productivity, foliage, plant height on the 20th day after spring regrowth, before first cutting (the beginning of flowering) and in the full flowering were studied on Ekaterininskaya Research Station (Tambov Province). **Results and conclusions.** The productivity of green mass and dry mass of varieties varied widely. Yield of green mass was highest in varieties 'Zheltogibridnaya 99' (Khakassia), 'Flora 2' (Omsk Province) and '№ 152' (hybrid 'Severnaya hybridnaya' X 'Augune II') (Lithuania). The highest level of dry mass yield was produced by 'Zheltogibridnaya 99', 'Flora 2', 'Flora 4' (Omsk Province), 'Kamalinskaya 1323' (Krasnoyarsk Territory), '№ 152'. Correlation analysis showed that yield of green and dry mass are closely related ($r = 0.82-0.84$; $P = 0.05$). Seed production was highly variable. Neither variety of alfalfa showed consistently high seed yield in all years of study. The intensity of spring regrowth differed from year to year. On the second year of life 'Flora 2', 'Flora 3', 'Flora 4' (Omsk Province) significantly exceeded the standard. The differences between the varieties in the height of plants at the beginning of flowering and in the full flowering were insignificant in all years of the study. Foliage had medium variability. 'Kazanskaya 32' in 2007, 'Tashkentskaya 1' in 2008, '№ 151' in 2009 exceeded standard 'Marusinskaya 425' (*M. × varia*). Significant correlations between yield of green mass and hay, yield of green mass and intensity of spring regrowth were detected. A weak negative correlation between yield of green mass and seed yield was discovered. Varieties of *M. × varia* 'Zheltogibridnaya 99', 'Flora 2', '№ 152' (hybrid 'Severnaya hybridnaya' × 'Augune II') and 'Karlygash' (Western Kazakhstan) were recommended for breeding programs.

Введение

Люцерна – одна из основных кормовых культур Центрально-Черноземной зоны России. Она обладает высокой продуктивностью вегетативной массы и белка, сбалансированного по содержанию аминокислот, а также характеризуется многоукосностью. Велико агротехническое значение культуры люцерны как предшественника для многих сельскохозяйственных культур, улучшающего структуру и состав почвы.

В 2017 г. в Центрально-Черноземной зоне России допущены к использованию 12 сортов люцерны изменчивой и 13 сортов люцерны посевной (The state register..., 2017). Увеличение сортового разнообразия люцерны в указанном регионе позволит семеноводам выбирать сорта, выделяющиеся по хозяйственно ценным признакам в конкретных условиях такого крупного региона, как Центрально-Нечерноземная зона.

В мировой коллекции ВИР представлено 3490 дикорастущих, местных и культурных образцов, относящихся к видам люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) и люцерны изменчивой (*M. × varia* Mart.) различного

географического происхождения. Видовая принадлежность сортов люцерны из коллекции соответствует системе, предложенной А. И. Ивановым (Ivanov, 1980. P. 57).

В задачу исследований входили оценка уровня изменчивости по урожайности вегетативной массы и семенной продуктивности у 100 образцов из коллекции люцерны, выявление сортов с высокой вегетативной массой и семенной продуктивностью, а также предложение выделившихся сортов в качестве источников хозяйственно ценных признаков для дальнейшей селекционной работы.

Материалы и методы

Изучение проводили на филиале Екатеринбургская опытная станция ВИР (ЕОС), расположенной в Никифоровском районе Тамбовской области. В настоящее изучение было привлечено 100 сортов люцерны, изменчивой и посевной, отечественной и зарубежной селекции: 26 образцов люцерны посевной (*M. sativa*) и 74 – люцерны изменчивой (*M. × varia*). Разнообразие географического происхождения изученных сортов отражено в таблице 1.

Таблица 1. Географическое происхождение сортов люцерны (филиал Екатеринбургская ОС ВИР, 2007–2009 гг.)
Table 1. Geographical origin of varieties of alfalfa (Ekaterininskaya Experiment Station VIR, 2007–2009)

Регион	Число образцов
Центральный район Европейской части РФ и Белоруссия	11
Поволжье	11
Северный Кавказ	9
Западная Сибирь	12
Восточная Сибирь	8
Прибалтика	6
Украина и Молдавия	16
Закавказье	4
Казахстан	8
Средняя Азия	15
Всего	100

Образцы люцерны были посеяны в 2006 г. Изучение проводилось в течение трех лет (2007–2009 гг.) Опыт был заложен по модифицированной методике ВИР (Ivanov et al., 1985). Изменение методики касалось площади делянки: 1 м² – вместо предложенных в методике 5 м². Образцы изучали в двух повторностях: на зеленую массу и семена. В качестве стандарта (St) был принят сорт 'Марусинская 425' (*M. × varia*), районированный в Центрально-Черноземной зоне.

Изучение коллекции люцерны проводили по признакам урожайности зеленой и воздушно-сухой массы, семенной продуктивности, облиственности, высоте растений на 20-й день после весеннего отрастания,

перед первым укосом в начале цветения и во время массового цветения.

Математическая обработка данных производилась в системе Statistica 7.0. По каждому из параметров для стандартного сорта были вычислены верхняя граница доверительного интервала среднего, которая использовалась для оценки превышения параметра изучаемого образца над стандартом.

Метеорологические условия в годы проведения опытов во время вегетационного периода незначительно различались по температурному режиму, но отличались по осадкам. В 2008 г. среднесуточная температура января была значительно ниже средних многолетних показателей (рис. 1).

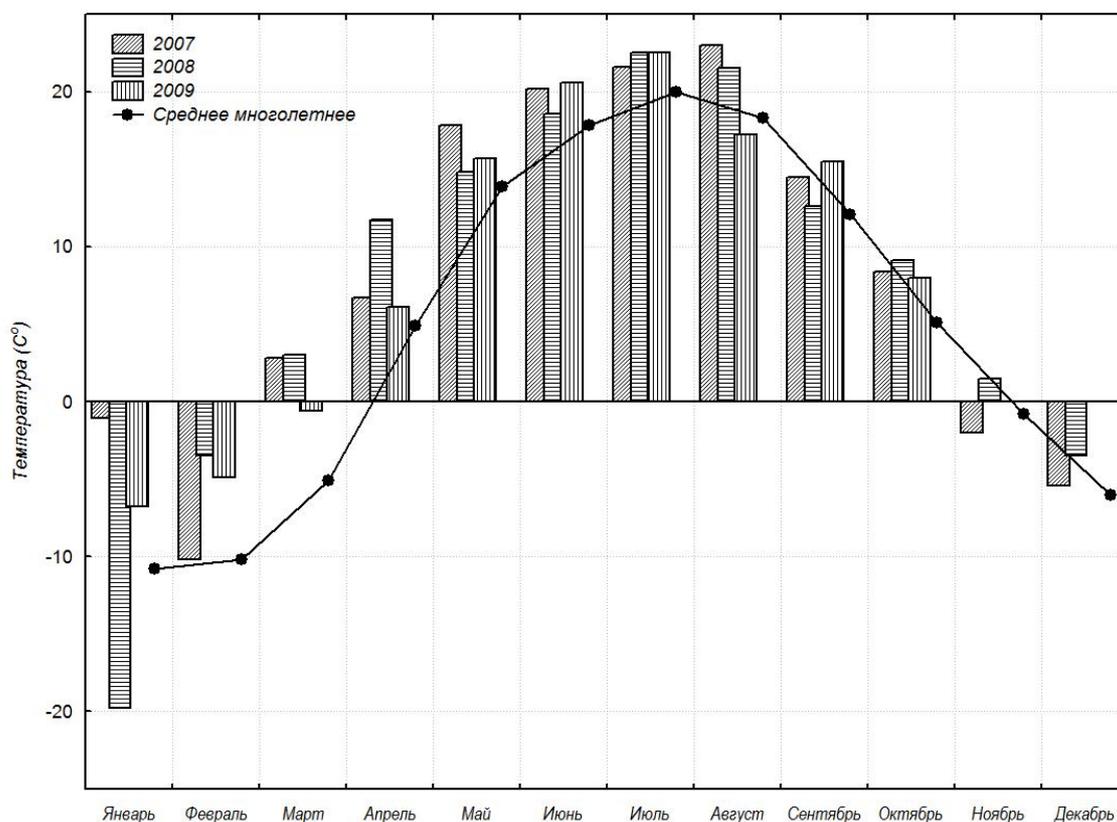


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха в годы изучения (филиал Екатеринбургская ОС ВИР, 2007–2009 гг.)

Fig. 1. The average monthly temperature during the study (Ekaterininskaya Experiment Station VIR, 2007–2009)

Количество осадков, выпавших в годы изучения, превысило среднее многолетнее значение. В то же время в 2008 и 2009 годах наблюдались периоды относительной засухи (рис. 2).

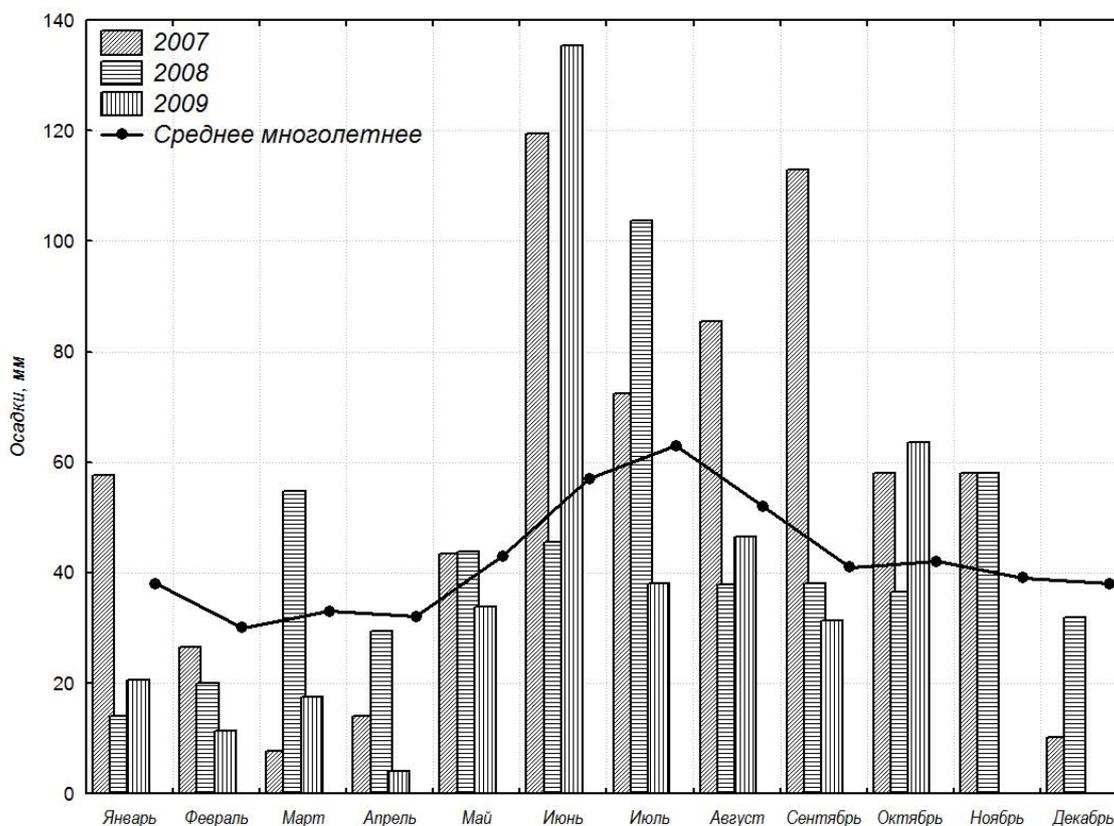


Рис. 2. Месячная сумма осадков в годы изучения (филиал Екатеринбургская ОС ВИР, 2007–2009 гг.)
Fig. 2. Monthly rainfalls during the study. (Ekaterininskaya Experiment Station VIR, 2007–2009)

Результаты и обсуждение

Даты начала весеннего отрастания в разные годы близки друг к другу. У стандартного сорта ‘Марусинская 425’ первые всходы появились 7, 5 и 8 апреля в 2007, 2008 и 2009 годах, соответственно. Первое измерение высоты растений на 20-й день проводилось в конце апреля (показатель интенсивность весеннего отрастания – *H20*). Цветение стандартного сорта начиналось 4, 3 и 5 июня в 2007, 2008 и 2009 годах, соответственно. В фазе начала цветения перед укосом проводилось второе измерение высоты растений (*H1*). Третье измерение высоты проводилось в фазу массового цветения люцерны через 2 недели (*HF*). Уборка семян проходила 13, 14, 12 августа в 2007, 2008 и 2009 годах, соответственно. Показатель облиственность (*L*) оценивали во время укоса.

Показатели урожайности зеленой и воздушно-сухой массы по всей коллекции люцерны варьировали в достаточно широких пределах. В 2007 году коэффициент вариации для показателя зеленой массы составил 34,9%, в 2008 году – 33,9% и в 2009 – 28,5%. Коэффициент вариации для показателя воздушно-сухой массы – 44,0%, 42,6% и 36,1%, соответственно, по годам. Во все годы изучения по показателю урожайность зеленой массы наибольшие значения среди всех сортов показали сорта ‘Желтогибридная 99’ из Хакассии и ‘Флора 2’ из Омской области (табл. 2). Они превысили стандарт на 102,7% и 95,9% в первый год изучения, 67,1% и 61,5% во второй, 48,5% и 42,4% в третий, соответственно. Сорт ‘№ 152’ (гибрид ‘Северной гибридной’ и ‘Аугуне’) из Литвы превзошел стандарт на 55,4% в 2007, на 67,1% – в 2008, на 42,4% – в 2009 г. Следующие сорта выделились в меньшей степени: ‘УРФ-С-1’ из Краснодарского края, ‘Камалинская 530’ и

‘Камалинская 1323’ из Красноярского края, ‘Флора 4’, ‘Желтогибридная 191’ и ‘Омская 7’ из Омской области, ‘№ 151’ из Литвы. Самыми высокими показателями урожайности сухого вещества характеризовались сорта, проявившие себя как высокоурожайные по зеленой массе: ‘Желтогибридная 99’, ‘Флора

2’ и ‘Флора 4’ из Омской области, ‘Камалинская 1323’ из Красноярского края, ‘№ 152’ (см. табл. 2).

По урожайности сухой массы также выделялись ‘Карлыгаш’ из Западного Казахстана, ‘Надежная’ из Красноярского края и ‘Ярославна’ из Украины.

Таблица 2. Образцы, выделившиеся по урожаю зеленой массы и выходу сена (филиал Екатеринбургская ОС ВИР, 2007–2009 гг.), среднее за 2007–2009 годы)
Table 2. Varieties exceeding the harvest of green mass and yield of hay (Ekaterininskaya Experiment Station VIR, average over 2007–2009)

Каталог ВИР	Название	Происхождение	Зеленая масса		Воздушно-сухая масса		Семенная продуктивность	
			кг/м ²	%	кг/м ²	%	г/м ²	%
к-38385	Желтогибридная 99	Хакасия	4,6	172,8	1,49	173,8	19,7	77,7
к-44567	Флора 2	Омская обл.	4,4	166,6	1,35	158,2	31,2	104,5
к-44564	№ 152	Литва	4,5	169,7	1,25	148,1	35,7	123,0
к-45350	Карлыгаш	Казахстан	3,9	141,1	1,12	137,3	20,0	75,7
к-9766	Марусинская 425 (St)	Тамбовская обл.	2,5	100%	0,77	100%	27,3	100%

Признак семенная продуктивность показал высокую изменчивость в пределах изучаемой коллекции. Значения коэффициента вариации составили 67,9% в 2007, 43,4% в 2008 и 53,8% в 2009 годах.

Ни один сорт люцерны не показал устойчиво высокую урожайность семян по годам изучения. Сорт ‘Флора 2’ из Омской области показал превышение над стандартом более 30% в 2007 и 2009 годах. Сорт ‘Казанская 64/95’ превысил стандарт на 24,3% и 68,8% в 2008 и 2009 годах, ‘Полтавчанка’ – на 75,7% и 46,5% в те же годы, соответственно. В среднем за 3 года выделился сорт ‘№ 152’ из Литвы (см. табл. 2).

Обращает на себя внимание факт низкой урожайности семян в 2008 г. по сравнению с предыдущим и последующим годами. При рассмотрении факторов среды за три года температура воздуха во время цветения и опыления люцерны в этот год мало отличалась от средней многолетней температуры июля (см. рис. 1), но средняя температура воздуха января была заметно ниже нормы.

Особо выделился показатель количество осадков в 2008 г. (см. рис. 2). В июне месяце в период цветения люцерны сумма выпавших осадков составила в 2007-м году 209% от среднего многолетнего показателя, в 2008 – 79,8% в 2009 – 237,7%. В июле месяце во время созревания бобов осадки по годам по сравнению со средними многолетними составили 115%, 164% и 60%, соответственно.

Возможно, снижение урожайности семян люцерны в 2008 году обусловлено распределением осадков по сезону, отличающимся от среднего.

Высокая изменчивость урожайности семян по годам в пределах изучаемой коллекции и отсутствие какой-либо закономерности позволяет судить о сильном влиянии неучтенных в настоящей работе факторов.

Изменчивость высоты растений на 20-й день после весеннего отрастания колебалась от 16,5% в 2007 до 10,1% в 2009 году, что позволяет считать данный признак средне изменчивым. Интенсивность отрастания растений на 20-й день после первого укоса различалась по годам. На втором году жизни в значительной мере превысили стандарт образцы из Омской области: ‘Флора 2’, ‘Флора 3’, ‘Флора 4’. На третий и четвертый годы жизни перечисленные сорта по этому показателю не выделялись. Высота растений перед первым укосом и при полном цветении – слабо изменчивые признаки. Коэффициент вариации высоты перед первым укосом составил 6,8% в 2007, 5,3% в 2008 и 3,9% в 2009 году. Изменчивость высоты при полном цветении была еще ниже: коэффициент вариации равен 2,2–3,1%; различия между сортами и превышение стандарта незначительны во все 3 года изучения.

Признак облиственность характеризуется как средне изменчивый. Коэффициент изменчивости по коллекции составил от 11,1% в

2007 до 16,0% в 2009 годах. В группу высоко облиственных сортов в 2007 году вошли 'Казанская 64/95', 'Айслу', 'Казанская 32' и 'Гибридная 6' из Татарстана, 'Камалинская 1323', 'Флора 2' и 'Флора 4', 'Карлу' из Эстонии, 'Вахшская 412' из Таджикистана, 'Терра' из Краснодарского края, 'Винничанка' из Украины, 'Лунинская 1' из Пензенской области. Степень их облиственности составила 50–62%. Остальные указанные образцы превысили стандарт на 19,0–33,3%. Согласно данным 2008 г. в группу высоко облиственных образцов вошли сорта 'Карлу', 'Киевская пестрогибридная' из Украины, 'Популяция' и 'Карлыгаш' из Казахстана, 'Вахшская 412', 'Ташкентская 1' из Узбекистана, 'Надежная', 'Луговая 67' из Московской области. Степень облиственности этих сортов была в пределах 50–59%. Сорта 'Надежная' и 'Ташкентская 1' превзошли все образцы и превысил стандарт на 35% и 30,4%, соответственно. В 2009 г. высокой степенью облиственности характеризовался единственный образец – '№ 151' (57%), в предыдущие годы проявивший себя как сред-

необлиственный: 43% и 40% в 2007 и 2008 годах, соответственно. Выделившиеся в 2007 году сорта сибирской селекции в последующие годы проявили себя как среднеоблиственные в 2008 году и низко облиственные в 2009. Только 2 образца превзошли другие во второй и третий год жизни: 'Вахшская 412' – 53% и 51% и 'Карлу' – 53% и 50%. В четвертый год жизни эти сорта не выделились. Уменьшение листовой массы люцерны в четвертый год жизни скорее связано с угнетением растений от болезней и вредителей, а не их сортовыми особенностями.

Настоящее исследование подтверждает достоверную зависимость между урожаем зеленой массы и сена за три года изучения ($r = 0,84$). Выявлена достоверная взаимосвязь (рис. 3) между урожаем зеленой массы и облиственностью ($r = 0,23$) и урожаем зеленой массы и интенсивностью весеннего отрастания ($r = 0,18$). Связь урожайности зеленой массы у изученных сортов и урожайности семян во все три года изучения не установлена.

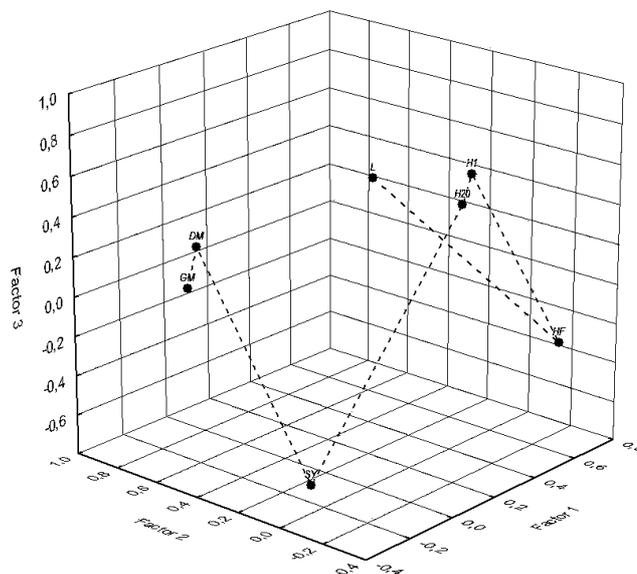


Рис. 3. Система корреляций между хозяйственно ценными признаками сортов коллекции люцерны (филиал Екатеринбургская ОС ВИР, среднее за 2007–2009 гг.)

GM – урожайность зеленой массы, DM – урожайность воздушно-сухой массы, SY – семенная продуктивность, L – облиственность, H20 – высота растений на 20-й день после отрастания, H1 – высота растений перед первым укосом, HF – высота растений в фазе полного цветения.

Fig. 3. System correlations between valuable signs of varieties of the collection of alfalfa (Ekaterininskaya Experiment Station VIR, average for 2007–2009)

GM – green mass yield, DM – yield of air-dry mass, SY – seed production, L – the foliage, H20 – plant height on the 20th day after the spring regrowth, H1 – plant height before the first mowing, HF – plant height in the phase of full flowering

Выводы

Семенная продуктивность и урожайность зеленой массы, а также выход сена в пределах изученной коллекции – высоко изменчивые признаки. Степень облиственности и высота растений на 20-й день после отрастания имеют среднюю изменчивость. Высота перед первым укосом и

во время полного цветения характеризуются низкой изменчивостью. По комплексу признаков были выделены сорта *M. × varia*, представляющие интерес для дальнейшего использования в селекции: ‘Желтогибридная 99’, ‘Флора 2’, ‘Карлыгаш’ и ‘№ 152’ (гибрид ‘Северной гибридной’ и ‘Аугуне’). Установлена высокая корреляция между урожаем зеленой массы и выходом сена.

References/Литература

- Ivanov A. I., Bukhteeva A. V., Shutova Z. P., Tikhomirova I. A., Soskov Yu. D., Sinyakov A. A., Bazilev E. Ya. The study of collection of the perennial forage crops / Metodicheskie ukazaniya. Leningrad: VIR, 1985, 48 p. [in Russian] (Иванов А. И., Бухтеева А. В., Шутова З. П., Тихомирова И. А., Сосков Ю. Д., Синяков А. А., Базылев Э. Я. Изучение коллекции многолетних кормовых растений. / Методические указания. ВИР. Ленинград, 1985. 48 с.).
- Ivanov A. I. Alfalfa. Moscow: Kolos, 1980, 350 p. [in Russian] (Иванов А. И. Люцерна. М.: Колос. 1980. 350 с.).
- The state register of selection achievements, admitted to use. “Plant varieties” (the official publication).* Moscow: FBGNU “Rosinformagrotekh”, 2017, vol. 1, 504 p. [in Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2017. Т. 1. 504 с.).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-64-72

УДК 634.737:631.529:632.111.5

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

С. Л. Приходько,
В. П. Дедков

Балтийский федеральный
университет им. И. Канта,
Россия, 236016), г. Калининград,
ул. А. Невского, д. 14,
e-mail: sinitskayas@gmail.com

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ СОРТОВ
VACCINIUM × COVILLEANUM BUT. ET PL. (ERICACEAE)
ПО ВТОРОМУ И ЧЕТВЕРТОМУ КОМПОНЕНТАМ
ЗИМОСТОЙКОСТИ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Ключевые слова:

северная высокорослая голубика, *Vaccinium × covilleanum*, Республика Беларусь, морозостойкость

Поступление:

15.02.2017

Принято:

12.06.2017

Актуальность. Для успешной интродукции «северной высокорослой голубики» необходимо подобрать сорта, которые обладают наибольшей пластичностью, к низким температурам зимних месяцев, а также ее перепадам. Оценка максимальной морозостойкости растений, которую они могут развить в закаленном состоянии к середине зимы (второй компонент зимостойкости) должна осуществляться до длинных оттепелей. Однако в условиях Беларуси зим без оттепелей не бывает, поэтому оценку по второму компоненту необходимо проводить с учетом способности растений восстанавливать устойчивость к морозу при повторной закалке после оттепелей (четвертый компонент зимостойкости). **Материалы и методы.** Исследования проводились в 2012–2014 годах на территории фермерского хозяйства «Синяя птица» (Ганцевичский район, д. Борки, Республика Беларусь). В качестве объектов исследования были использованы 6 сортов «северной высокорослой голубики» (*Vaccinium × covilleanum* But. et Pl.): раннеспелые – ‘Bluetta’, ‘Spartan’, среднеспелые – ‘Bluecrop’, ‘Toro’, позднеспелые – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’. **Результаты и выводы.** Зимний период исследуемого региона характеризуется неустойчивой скачкообразной сменой погоды от оттепели к морозу, что приводит к снижению холодостойкости голубики. Резкий температурный скачок вниз после оттепели наносит вред генеративной сфере пробудившегося растения, приводя к снижению урожая. Постепенное же уменьшение температуры воздуха не оказывает существенного влияния на голубику в связи с вторичной закалкой культиваров. По второму (максимальная морозостойкость растений, которую они могут развить в закаленном состоянии к середине зимы) и четвертому (способность растений восстанавливать устойчивость к морозу при повторной закалке после оттепелей) компонентам зимостойкости позднеспелые сорта проявляют более низкую морозостойкость, чем раннеспелые и среднеспелые.

S. L. Prikhodko,
V. P. Dedkov

Immanuel Kant Baltic Federal
University, d. 14, ul. A. Nevskogo,
g. Kaliningrad, Russian
Federation, 236016,
e-mail: sinitskayas@gmail.com

**RESISTANCE EVALUATION OF INTRODUCING SPECIES
VACCINIUM COVILLEANUM ACCORDING TO THE SECOND
AND THE FOURTH COMPONENTS OF WINTER HARDINESS
IN BELARUSIAN POLESIE CONDITIONS**

Keywords:

“northern highbush blueberry”,
Vaccinium × covilleianum,
Republic of Belarus,
frost-resistance

Received:
15.02.2017

Accepted:
12.06.2017

Background. For successful introduction of “northern highbush blueberry” it is necessary to choose the varieties that have the greatest flexibility to low temperatures of winter months and also its differences. Assessment of the maximum frost resistance of plants, which they can educe in the quenched state by the middle of winter (the second component of winter hardiness), should be carried out before long thaws. However, in the conditions of Belarus, there are no winters without thaws, therefore the assessment in the second component should be realized taking into account the ability of plants to restore resistance to frost during re-quenching after thaws (the fourth component of winter hardiness). **Materials and methods.** The studies were conducted in 2012–2014 on the territory of the farm “Blue Bird” (Gantsevichi district, d. Borki, Belarus). The objects of the study were used grades 6 “northern highbush blueberry” (*Vaccinium × covilleianum* But. et Pl.): early ripening – ‘Bluetta’, ‘Spartan’, is middle – ‘Bluecrop’, ‘Toro’, late-ripening – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’. **Results and conclusions.** The winter period of the experimental region is characterized by unstable weather hopping from thaw to frost that leads to the reduction of blueberries cold tolerance. A sharp temperature fall after a thaw causes damage to the generative sphere of the awakened plant, leading to a decrease in yield. The gradual fall of the air temperature does not influence significantly on blueberry due to the secondary quenching of cultivars. Late-ripening varieties show a lower frost resistance than early- and mid-season varieties on to the second (the maximum frost resistance of plants, which they can educe in the quenched state by the middle of winter) and the fourth (the ability of plants to restore frost resistance during re-quenching after thaws) winter hardiness components.

Введение

Интродукция голубики в Беларуси началась относительно недавно, в 1980 году. За более чем 30-летний период достаточно подробно рассмотрен ряд вопросов, касающихся роста и развития этой ягодной культуры, однако адаптационный потенциал растения и специфика физиологии ее развития далеки от разрешения. Одной из брешей в изучении данного интродуцента является оценка экологической пластичности культуры с точки зрения зимостойкости, лимитирующим фактором которой является наследственно закрепленный потенциал (Zaytsev, 1983), доставшийся северной высокорослой группе голубик (*Vaccinium × covilleatum* But. et Pl.) от двух разных по морозостойкости североамериканских видов *Vaccinium corymbosum* L. и *V. angustifolium* Ait. – прародителей культивара (Lyrene, Williamson, 2006; Hancock, 2009), формирующийся во взаимосвязи с условиями внешней среды. Поэтому для успешной интродукции необходимо подобрать сорта, которые обладают наибольшей экологической пластичностью к неблагоприятным климатическим условиям района исследования, в частности, к экстремально низким температурам зимних месяцев, а также резким их перепадам.

В настоящее время под зимостойкостью понимают суммарный показатель четырех независимых компонентов, воздействию которых растения могут подвергаться в течение зимы (Stushnoff, 1973; Quamme, Stushnoff, 1983). Первый компонент – устойчивость к воздействию низких отрицательных температур в конце осени – начале зимы; второй – способность развивать максимальную морозостойкость в середине зимы; третий – устойчивость к морозам в период оттепели; четвертый – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепели (Kichina, 1999).

Анализ литературных источников, касающихся зимостойкости голубики по первому компоненту, показал, что наибольшую опасность он представляет для поздно образовавшихся побегов формирования и замещения (Gough, 1994) и не причиняет ущерба побегам ветвления, на которых сосредоточена основная масса генеративных почек, а также

побегам формирования и замещения при наличии на них цветковых почек (Pavlovskiy, 2014a). Данный факт говорит о том, что воздействие низких отрицательных температур в конце осени – начале зимы не влияет на урожайность культиваров, поэтому не несет негативных последствий для фермеров. Подмерзание вегетативной сферы голубики, ввиду ее хорошей возобновляемости, также сводит риски потери растения к минимуму.

Зимостойкость голубики по третьему компоненту, при воздействии естественных стрессовых факторов, вычленив достаточно трудно. Данная оценка, как правило, определяется в экспериментах при искусственном промораживании по методике М. М. Тюриной, А. Г. Гоголевой (Turgina, Gogoleva, 1978).

Наибольший интерес для изучения морозостойкости голубики в условиях Беларуси представляют второй и четвертый ее компоненты.

Цель работы – изучение зимостойкости голубики по второму и четвертому компоненту.

В задачи исследований входило:

- 1) проведение анализа уязвимости цветковых почек максимальными возвратными морозами;
- 2) оценка влияния повреждаемости генеративной сферы на урожайность плодов.

Материал и методы

Исследования проводились в 2012–2014 гг. на территории фермерского хозяйства «Синяя птица» (Ганцевичский район, д. Борки, Республика Беларусь). Ганцевичский район относится к центральной агроклиматической области Беларуси (рис. 1). Северной частью примыкает к Барановичской равнине, южной – к Припятскому Полесью. По характеру климатических условий входит в умеренно теплую и влажную южную климатическую область. Климат региона формируется под влиянием воздушных масс с Атлантического океана, приносящих летом дождливую и пасмурную погоду, зимой – частые оттепели. Данная зона охватывает большую часть Брестской и Гомельской областей, всю Полесскую низменность и Прибугскую равнину (Pavlovskiy, Ruban, 2000).

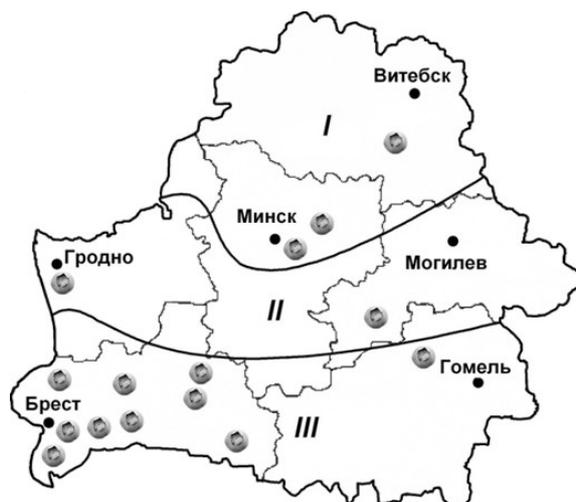


Рис. 1. Агроклиматические области Беларуси: I – северная, II – центральная, III – южная
 Fig. 1. Agroclimatic regions of Belarus: I – northern, II – central, III – southern

В качестве объектов исследования были использованы шесть сортов «северной высокорослой голубики» (*Vaccinium × coveleanum*): раннеспелые – ‘Bluetta’, ‘Spartan’, среднеспелые – ‘Bluecrop’, ‘Toro’, позднеспелые – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’. В качестве субстрата для выращивания использовали специально подготовленную смесь, состоящую из минеральной почвы и верхового торфа в соотношении 1:1, замульчированную, после посадки растений, слоем перепревших опилок хвойных видов растений шириной 1 м и толщиной 10–15 см. Схема посадки растений 1,0 × 2,0 м. Общая экспериментальная площадь 120 м². Высажено по 10 растений каждого сорта. Возраст растений по состоянию на 2012 г. (первый год изучения) – пять лет.

Максимальную устойчивость растений к возвратным морозам исследовали в полевых условиях после устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 0°C в сторону увеличения. Для этого отбирали по 5 генеративных почек с 10 растений каждого сорта. Повреждаемость, выражающуюся в полной или частичной гибели, определяли визуально после проведения микроскопических срезов.

Морозостойкость сортов оценивали по пятибалльной шкале Э. Л. Вольфа (Volf, 1915), приведенной в публикации «Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета» (Kozlovskiy et al., 2000):

1 балл – растения незимостойкие: без защиты обмерзают до поверхности почвы или

снега, восстанавливаются плохо, находятся в вегетативном состоянии, недолговечны;

2 балла – растения слабомостойкие: систематически обмерзают или усыхают одно- и двулетние побеги и цветочные почки, растения в холодные зимы обмерзают до поверхности почвы или снега, восстанавливаются, эпизодически могут цвести;

3 балла – растения среднемостойкие: периодически обмерзает часть однолетнего прироста и цветочных почек или повреждаются скелетные ветви, но при этом хорошо восстанавливаются, цветут и плодоносят;

4 балла – растения зимостойкие: повреждаются только верхушки отдельных побегов или, в суровые зимы, часть цветочных почек;

5 баллов – растения высокозимостойкие: повреждений не наблюдается.

Для характеристики погодно-климатических показателей зимнего периода определяли: абсолютную минимальную и максимальную температуры воздуха; число дней с оттепелью в декабре – январе и январе – феврале, в зависимости от периода наступления возвратных морозов; оттепелями считали дни зимнего периода со среднесуточной температурой воздуха выше 0°C.

Продуктивность плодов определяли ежегодно на пяти модельных кустах каждого сорта. Модельные особи выбирали исходя из схожести биометрических параметров растений (высота, диаметр кроны).

Статистическую обработку данных проводили на ПК с помощью программы Excel по

методике Б. А. Доспехова (Dospikhov, 1985). Определяли среднее значение выборки (\bar{x}), стандартное отклонение (m_x) и коэффициент вариации признака, % (V).

Результаты и их обсуждение

Культура голубики является достаточно морозостойкой, способна выдерживать заморозки до $-32...-35^{\circ}\text{C}$ (Quamme et al., 1972), однако имеет короткий период органического покоя (Eck et al., 1971; Quamme

et al., 1972; Gilreath, Buchanan, 1981; Austin et al., 1982; Gough, 1994; Lyrene, Williamson, 2006). Последний факт является негативным в условиях Белорусского Полесья, так как в данном регионе, как и во всей республике, не бывает зим без оттепелей (The Climate..., 1996). Заморозки после периода со среднесуточной температурой выше 0°C могут оказать губительное влияние на генеративную сферу растения, вышедшего из стадии глубокого покоя.

Таблица 1. Минимальные и максимальные температуры в декабре–феврале 2012–2014 годов, среднее число подмерзших почек и продуктивность сортов *Vaccinium* × *covilleanum* (КФХ «Синяя птица», д. Борки, Ганцевичский район, Беларусь)

Table 1. The minimum and maximum temperature in the December–February 2012–2014, the average number of frozen buds and average productivity of cultivar *Vaccinium* × *covilleanum* (the farm “Blue Bird”, d. Borki, Gantsevichi district, Belarus)

Показатель/Index	Зима/Winter		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Минимальная t , $^{\circ}\text{C}$ (декабрь/январь/февраль)	–	–	–11,8
Minimum t , $^{\circ}\text{C}$ (December/January/February)	–22,8	–24,3	–24,0
Максимальная t , $^{\circ}\text{C}$ (декабрь/январь/февраль)	–	–	7,2
Maximum t , $^{\circ}\text{C}$ (December/January/February)	–30,9	–7,1	–
Число дней с $t \geq 0$ (декабрь/январь/февраль)	–	–	21
The number of days from $t \geq 0$ (December/January/February)	7,6	4,5	7,3
	4,1	7,8	–
	8	5	10
	5	11	–
Среднее число подмерзших почек	3	0	0
The average number of frozen buds			
Средняя продуктивность, кг/раст.	4,2	5,3	2,7
The average productivity, kg/plant			

Сравнительный анализ метеорологических данных в период с декабря по февраль 2012–2014 годов показал, что минимальная температура воздуха ($-30,9^{\circ}\text{C}$) была зафиксирована в 2012 г. (табл. 1). В результате такого снижения температуры подмерзание генеративной сферы было отмечено у сортов ‘Elizabeth’ (18%) и ‘Elliott’ (12%) (табл. 2). Цветковые почки остальных изучаемых сортов не пострадали. Снижение температуры после 14-дневной оттепели (рис. 2) не оказал существенного негативного влияния на голубику в связи с постепенным, в течение 11 суток, снижением температуры воздуха до максимально низкой отметки. Средняя про-

дуктивность плодов всех изучаемых сортов после данной зимы составила 4,2 кг/раст., что на 1,5 кг/раст. больше, чем в 2014 г., когда подмерзания генеративной сферы не были обнаружены.

В результате обследования цветковых почек всех изучаемых сортов голубики в 2013, 2014 гг. ущерб от низких зимних температур не выявлено. Зимняя оттепель в начале января 2013 г. (рис. 3) была несущественной, а последующее снижение температуры происходило постепенно, в течение 22 дней, что позволило растениям пройти повторную закалку и без вреда перенести понижение температуры воздуха ниже $-24,3^{\circ}\text{C}$. Продук-

тивность голубики составила 5,3 кг/раст. и была максимальной в исследуемом периоде. Снижение температуры воздуха до почти такой же отметки ($-24,0^{\circ}\text{C}$) в январе 2014 г. (рис. 4), сопровождающееся достаточно про-

должительной оттепелью, также было постепенным и длилось 16 суток. Средняя продуктивность сортов была почти в 2 раза ниже, чем в 2013 году, и составила 2,7 кг/раст.

Таблица 2. Число генеративных почек, поврежденных морозами (верхняя цифра, %), и средняя продуктивность (кг/раст.) в 2012–2014 годах (КФХ «Синяя птица», д. Борки, Ганцевичский район, Беларусь)
Table 2. Number of generative buds damaged by frost (the upper number, %) and average productivity (the lower number, kg/plant) in 2012–2014 (The farm “Blue Bird”, d. Borki, Gantsevichi district, Belarus)

Сорт/Cultivar	Год/Year			Среднее/Average
	2012	2013	2014	
Bluetta	0	0	0	0
	5,528±0,248	6,319±0,331	2,326±0,460	5,393±1,573
Spartan	0	0	0	0
	3,410±0,324	4,056±0,349	3,328±0,282	3,598±0,230
Bluecrop	0	0	0	0
	5,624±0,310	6,185±0,370	3,204±0,883	5,004±0,915
Toro	0	0	0	0
	3,562±0,398	4,491±0,476	3,271±0,334	3,75±0,368
Elizabeth	18	0	0	6±6
	2,552±0,430	5,265±0,335	2,410±0,480	3,409±0,929
Elliot	12	0	0	4±4
	2,483±0,343	5,228±0,432	1,923±0,630	3,211±1,021

Генеративная сфера всех исследуемых сортов голубики в середине зимы способна выдержать низкую отрицательную температуру воздуха при постепенном ее снижении после оттепели до $-24,3^{\circ}\text{C}$. Данный минимальный показатель воздуха был зафиксирован в январе 2013 г. и не привел к повреждению цветковых почек, а средняя продуктивность растений была наибольшей за весь период исследования.

Наименее устойчивыми к сильным возвратным морозам после оттепели в период исследований оказались поздние сорта голубики ‘Elizabeth’ и ‘Eliott’ (4 балла по шкале зимостойкости Вольфа), генеративная сфера которых была частично повреждена при температуре воздуха $-30,9^{\circ}\text{C}$. Ранне- и среднеспелые сорта (‘Bluetta’, ‘Spartan’, ‘Bluecrop’, ‘Toro’) в условиях Белорусского Полесья оценены как высокозимостойкие (5 баллов по шкале Вольфа).

Исследуемый промежуток времени характеризовался циклично повторяющейся картиной смены оттепели морозом, которая проходила пластично, без стремительных скачков. Данное обстоятельство не позво-

лило выявить существенные закономерности влияния возвратных морозов при резком падении температуры после продолжительной оттепели.

Анализ литературных источников по оценке зимостойкости голубики по второму и четвертому компонентам показал, что подобные независимые исследования были проведены Н. Б. Павловским (Pavlovskiy, 2014b) на Ганцевичской научно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси в период с 1993 по 2013 гг. Данный 11-летний отрезок характеризовался более динамичной сменой периодов от оттепелей к заморозкам и дал возможность выявить ряд особенностей, позволяющих более широко оценить степень повреждения генеративной сферы и побегов голубики.

Самым показательным для изучения зимостойкости голубики при резком падении температуры был период с января по февраль 2003 г. (Pavlovskiy, 2014b). Указанный отрезок зимы характеризовался трехкратным стремительным снижением температуры воздуха до показателей $-27,0...-$

28,7°C в феврале после оттепели, что оказалось губительным для генеративной сферы большинства сортов голубики. Повреждение цветковых почек составило от 50 до 100%, а средняя продуктивность – 100

г/раст. Также было показано, что быстрый температурный скачок воздуха вниз после оттепели до отметки –16,7°C не влияет на генеративную сферу голубики (Pavlovskiy, 2014b).

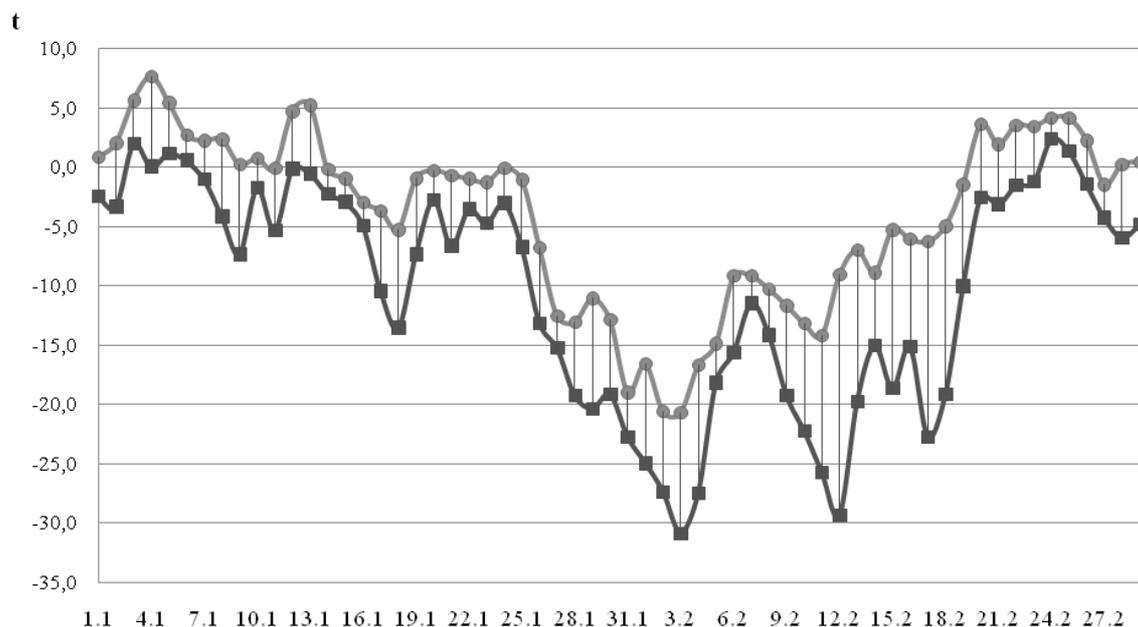


Рис. 2. Динамика минимальной (■) и максимальной (●) температуры воздуха в январе – феврале 2012 г. в г. Ганцевичи, Беларусь
Fig. 2. Dynamics of minimum (■) and maximum (●) air temperature in January – February 2012 in the town of Gantsevichi, Belarus

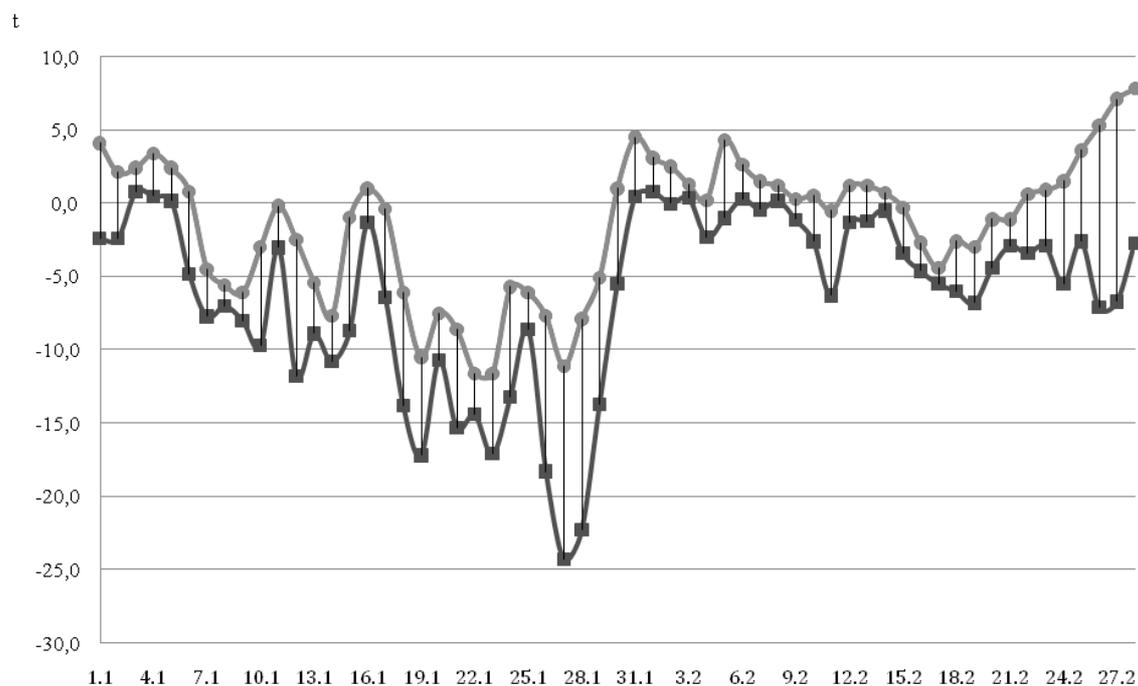


Рис. 3. Динамика минимальной (■) и максимальной (●) температуры воздуха в январе – феврале 2013 г. в г. Ганцевичи, Беларусь
Fig. 3. Dynamics of minimum (■) and maximum (●) air temperature in January – February 2013 in Gantsevichi, Belarus

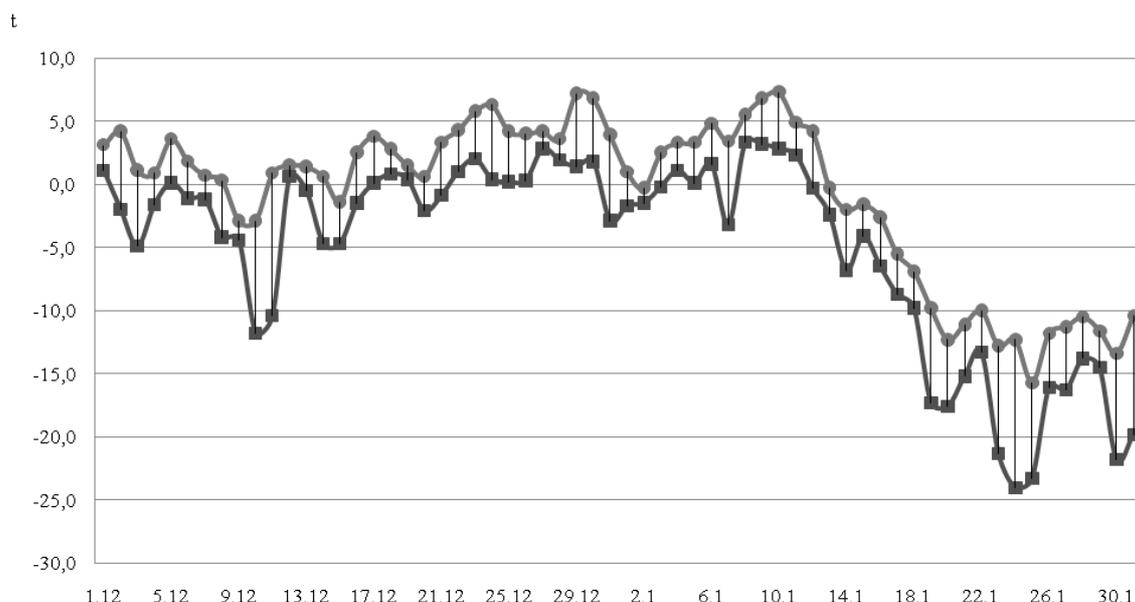


Рис. 4. Динамика минимальной (■) и максимальной (●) температуры воздуха в декабре – январе 2014 года в г. Ганцевичи, Беларусь
Fig. 4. Dynamics of minimum (■) and maximum (●) air temperature in December – January 2014, in Gantsevichi, Belarus

Сопоставляя результаты двух независимых исследований 1993–2013 и 2012–2014 гг. (Н. Б. Павловского и наше) можно сделать вывод, о том, что генеративная сфера всех исследуемых сортов «северной высокорослой голубики» в середине зимы способна выдержать низкие отрицательные температуры после оттепели до $-24,3^{\circ}\text{C}$ ($-25,4^{\circ}\text{C}$), при условии постепенного ее снижения. Данная минимальная температура воздуха была зафиксирована в наших исследованиях в январе 2013 года (в январе 2009 года в опытах Н. Б. Павловского) и не привела к повреждению цветковых почек.

Заключение

Исследования, проведенные в условиях Белорусского Полесья (Республика Беларусь) показали, что максимальная морозостойкость голубики, которую она может развить в закаленном состоянии к середине

зимы (второй компонент зимостойкости) с учетом способности растений восстанавливать устойчивость к морозу при повторной закалке после оттепелей (четвертый компонент зимостойкости), главным образом, зависит от темпа снижения температуры. Чем медленнее она опускается, тем большую устойчивость к возвратным морозам проявляют растения.

Наименее устойчивыми к сильным возвратным морозам при постепенном снижении термического режима в анализируемом периоде оказались поздние сорта голубики ‘Elizabeth’ и ‘Eliot’ (4 балла по шкале зимостойкости Вольфа), генеративная сфера которых была частично повреждена при температуре воздуха $-30,9^{\circ}\text{C}$. Ранне- и средне-спелые сорта (‘Bluetta’, ‘Spartan’, ‘Bluescrop’, ‘Toro’) по второму и четвертому компонентам зимостойкости оценены как высокозимостойкие (5 баллов по шкале Вольфа).

References/Литература

- Austin M. E., Mullinix, Mason J.* Influence of chilling on growth and flowering of rabbiteye blueberries. // Hort. Science, 1982, vol. 17, no. 5, pp. 768–769.
- Dospehov B. A.* Practice of field experiment. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).
- Eck P., Mainland C. M.* Highbush blueberry fruit set in relation to flower morphology // Hort. Science, 1971, vol. 6, pp. 494–495.

- Gilreath P. R., Buchanan D. M.* Temperature and cultivar influences on the chilling period of rabbiteye blueberry // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1981, vol. 16, no. 5, pp. 625–628.
- Gough R. E.* The Highbush Blueberry and Its Management. New York; London; Norwood, 1994, 262 p.
- Hancock J.* Highbush blueberry breeding. *Latvian J. of Agronomy*. 2009, no. 12, pp. 35–38.
- Kichina V. V.* Fruit and berry crop breeding on the high level of winter hardiness (concept, techniques and methods). Moscow, 1999, 126 p. [in Russian] (*Кичина В. В.* Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости (концепция, приемы и методы). М., 1999. 126 с.).
- Kozlovskiy B. L., Ogorodnikov A. Ya., Ogorodnikova T. K., Kuropyatnikov M. V., Fedorinova O. I.* Flowering woody plants in the Botanic garden of Rostov University (ecology, biology, geography). Rostov-on-Don: The Old Russian, 2000, 144 p. [in Russian] (*Козловский Б. Л., Огородников А. Я., Огородникова Т. К., Куропятников М. В., Федоринова О. И.* Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета (экология, биология, география). Ростов-на-Дону: Старые русские, 2000. 144 с.).
- Lyren P. M., Williamson J. G.* Protecting Blueberries from Freezes. *Blueberries for Grovers, Gardeners, Promoters*. Ed.: N.F. Childers and P.M. Lyrene. Florida, Gainesville, E.O. Printer Printing Company, Inc. 2006, pp. 21–25.
- Pavlovskiy N. B.* 2014a. Resistance of Belarus introduced blueberry to early frost // *Plodovodstvo*, 2014a, vol. 26, pp. 248–255 [in Russian] (*Павловский Н. Б.* Устойчивость к раннезимним морозам сортов голубики, интродуцированных в Беларуси // *Плодоводство*. 2014a. Т. 26. С. 248–255).
- Pavlovskiy N. B.* Resistance of blueberry introduced into Belarus to maximum frost and its resistance to increasing frost. *Plodovodstvo*, 2014b, vol. 26, pp. 256–270. [in Russian] (*Павловский Н. Б.* Максимальная морозостойкость и устойчивость к возвратным морозам сортов голубики, интродуцированных в Беларуси // *Плодоводство*, 2014б. Т. 26. С. 256–270).
- Pavlovskiy N. B., Ruban N. N.* High-quality cowberry in the Belarusian Polesie / Ed.: J.A. Rupasova. Minsk: Tehnologiya, 2000. 203 p. [in Russian] (*Павловский Н. Б., Рубан Н. Н.* Сортовая брусника в Белорусском Полесье / под ред. Ж. А. Рупасовой. Минск: Тэхналогія, 2000. 203 с.).
- Quamme H. A., Stushnoff C.* Resistance to environmental stress. *Methods in fruit breeding*, ed. J. Janien. 1983, pp. 242–266.
- Quamme H., Stushnoff S. and Weiser C. J.* Winter hardiness of several blueberry species and cultivars in Minnesota. *Hort Science*, 1972, vol. 7, pp. 213–225.
- Stushnoff C.* Breeding for cold hardiness // *Horticulture*, 1973, vol. 51, no. 10, pp. 10–31.
- The Climate of Belarus.* Minsk, 1996, 234 p. [in Russian] (*Климат Беларуси* / Под ред. В.Ф. Логинова. Минск, 1996. 234 с.).
- Tyurina M. M., Gogoleva G. A.* 1978. Rapid estimation of winter hardiness of fruit and berry crops. Moscow: AUAAS, 1978, 48 p. [in Russian] (*Тюрина М. М., Гоголева Г. А.* Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур – М.: ВАСХНИЛ, 1978. 48с.).
- Volf E. L.* Ornamental bushes and trees for gardens and parks. St. Peterburg, 1915, 462 p. [in Russian] (*Вольф Э. Л.* Декоративные кустарники и деревья для садов и парков. СПб., 1915. 462 с.).
- Zaytsev G. N.* The optimum rate and standard of plants' introduction. Moscow, 1983, 270 p. [in Russian] (*Зайцев Г. Н.* Оптимум и норма в интродукции растений. Москва, 1983. 270 с.).

**И. В. Ушаповский¹,
Л. Н. Павлова²,
Е. М. Корнеева³,
Н. Б. Брач⁴**

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЯХ ОСУШЕНИЯ

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства, 170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56, e-mail: vniiml1@mail.ru

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт льна, 172002, Россия, Тверская область, г. Торжок, ул. Луначарского, д. 35, e-mail: vniil@mail.ru

³ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорации земель, 170530, Россия, Тверская обл., Калининский р-н, п. Эммаусс, д. 27, e-mail: vniimz@list.ru

⁴Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, e-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Актуальность. Нечерноземная Зона РФ – одна из основных территорий возделывания льна-долгунца. В последние годы здесь наблюдается тенденция повышения температуры и сокращения осадков. Создание новых сортов льна-долгунца в условиях изменяющегося климата требует использования новых селективных фонов. Таким фоном могут стать мелиорированные поля. **Материалы и методы.** Сорта льна долгунца ‘Альфа’, ‘Зарянка’, ‘Дипломат’, ‘Росинка’, ‘Тверской’, ‘Лада’, ‘Ленок’ (Россия), ‘Мерилин’ (Голландия), ‘Могилевский 2’ (Беларусь) изучали на осушаемом и обычном поле в 2011–2013 гг. по урожайности соломы и семян. **Результаты и обсуждение.** По метеоусловиям 2011 год относился к благоприятным, 2012 – влажным, а 2013 – засушливым. Наиболее стабильные параметры урожайности наблюдали на мелиорированных землях, но в засушливом 2013 году урожай семян на обычном поле был значительно выше, чем на мелиорированном. Дисперсионный анализ для каждого года исследований, выявил 90% влияние условий поля на продуктивность сортов по обоим признакам, кроме урожая соломы в засушливом 2013 г., когда сорта ‘Зарянка’ и ‘Альфа’ имели одинаковую продуктивность при осушении и без него. Влияние генотипа сорта на урожай соломы (50%) и семян (3,3%) было статистически значимо только в экстремальном 2013 г. Тогда же достоверным было и влияние взаимодействия типа поля и генотипа сорта – 13 и 4 процента на урожай соломы и семян соответственно. В 2013 г. проявилось превышение влияния осушения на урожай семян, по сравнению с урожаем соломы (91 и 8 процентов соответственно), что указывает на большую зависимость от условий мелиорации процессов формирования генеративной части растений, по сравнению с вегетативной. Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости продуктивности сортов льна-долгунца от условий поля и года испытания показал, что сорта различаются по степени влияния осушения на урожай соломы и семян. Это указывает на различия у них систем контроля продуктивности и подтверждает целесообразность использования условий мелиорации для выявления различий между сортами и отбора наиболее перспективных из них.

Ключевые слова:

лен-долгунец, урожайность, ГТК, осушаемые земли

Поступление:

10.01.2017

Принято:

12.06.2017

I. V. Ushchapovskii¹,
L. N. Pavlova²,
E. M. Korneeva³,
N. B. Brutch⁴

**PECULIARITIES OF FIBER FLAX EVALUATION
IN SOIL-MELIORATION CONDITIONS OF DRAINAGE**

¹Institute of Flax Growing
Mechanization ,
17/56, Komsomolskii prospect,
Tver, 170041 Russia,
e-mail: vniiml1@mail.ru

²All-Russian Institute of Flax
Research,
35, ul. Lunacharskogo, Torzhok,
Tver Province, 172002 Russia,
e-mail: vniil@mail.ru

³Institute of Soil Melioration,
27, village Emmauss, Kalininskii
region, Tver Province, 170530
Russia,
e-mail: vniimz@list.ru

⁴Federal research center The
N. I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, ul. Bol'shaya Morskaya,
St. Petersburg, 190000 Russia,
e-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Keywords:

flax, yield, GTC, drained land

Received:

10.01.2017

Accepted:

12.06.2017

Background. The Non-Chernozem zone of Russian Federation is one of the fibre flax cultivation main areas. Recently trend of temperature increasing and precipitation reducing became apparent. New fibre flax varieties breeding in the conditions of changing climate requires the use of new selective backgrounds. Drained fields can become such a background. **Materials and methods.** Fibre flax varieties 'Alpha', 'Zarianka', 'Diplomat', 'Rosinka', 'Tverskoi', 'Lada', 'Lenok' (Russia), 'Marilyn' (The Netherlands), 'Mogilevskii 2' (Belorussia) were evaluated for their straw and seeds yields on drained and usual fields in 2011–2013. **Results and discussion.** According to weather conditions 2011 was considered as favorable year, 2012 as wet one and 2013 as dry season. The most stable productivity was observed on drained land, compared to ordinary field. But in dry 2013 seed yield on normal field has been significantly higher than on drained one. Analysis of variance for each year of the research revealed 90% of the effect of field conditions on the productivity for both characters, except of straw yield in dry 2013, when the varieties 'Zarianka' and 'Alpha' had the same productivity in drained and normal conditions. The influence of varieties genotypes on the straw yield (50%) and seeds (3.3%) was statistically significant only in extreme 2013. In 2013, the effect of interaction between field type and varieties genotype was also significant (13 and 4 percent for straw and seeds yield respectively). Also 2013 showed a significant excess of drainage influence on seeds yield, compared with the straw yield (91% and 8 percent respectively). This indicates greater dependence of the formation of plants generative parts compared to the vegetative parts, on the field conditions. Two-factor variance analysis of the different fibre flax varieties productivity dependence on the field conditions and years of tests have shown that varieties differ in their degree of drainage influence on the straw and seeds yield, suggesting that they have different systems controlling productivity, confirming the appropriateness of the drained backgrounds use for identification of the differences between varieties and selection of the most perspective ones of them.

Введение

Оптимизация современного растениеводства, основной целью которой является получение высоких и устойчивых урожаев, связана с системой многочисленных мероприятий по улучшению свойств и режима почв с учетом внутривидовой вариабельности среды обитания растений (Berezin, Karpatchevskii, 2012). В условиях переувлажнения проводят гидротехническую мелиорацию, позволяющую создать оптимальный водный режим для развития сельскохозяйственных культур. Однако, при недостатке осадков, мелиорация вызывает переосушение, которое ведет к резкому снижению урожаев.

Выращивание льна-долгунца в европейской части РФ сосредоточено в основном на старопашотных минеральных почвах в Нечерноземной зоне, характеризующейся низким почвенным плодородием и крайне неустойчивой погодой, как в критические периоды вегетации, так и в период уборки (Gringof, 1986). Так как количественные и качественные показатели льнопродукции во многом определяются условиями среды (Brutch et al., 2011), селекционно-генетические и агрономические исследования должны быть направлены на создание сортов, которые могут формировать стабильные урожаи за счет повышения адаптивного потенциала и устойчивости к различным экстремальным факторам среды, включая низкие и высокие значения pH почвенного раствора, повышенную влажность, изменение ландшафтных условий и т. п., (Zhutchenko et.al., 2009, Pavlova et.al., 2015). Это предполагает наличие в арсенале селекционера разнообразных естественных или искусственных фонов отбора, новой методологии оценки в селекции адаптивных форм (Ushchapovskii et.al., 2016). Различные почвенные и погодные условия естественных селекционных полей, моделируемые условия экологических испытаний, наличие широкой географической сети участков госсортоиспытаний позволяет раскрыть особенности адаптивного потенциала селекционных форм. Отмечаемое на северо-западе европейской части РФ повышение среднегодовой температуры и увеличение частоты ливневых осадков в период вегетации (Report..., 2016) обуславливают необходимость формирования различных

селекционных полигонов для оценки новых сортов.

Одним из направлений в исследовании адаптивных реакций сортов льна-долгунца может быть их изучение в условиях возделывания на осушаемых землях. Целью данной работы была сравнительная оценка продуктивности сортов льна-долгунца в условиях традиционного селекционного поля и осушаемых земель.

Материалы и методы

В 2011–2013 гг. согласно Методическим рекомендациям (Methodical recommendations..., 2004) Всероссийского научно-исследовательского института льна (ВНИИЛ) были проведены полевые испытания ряда сортов льна-долгунца в условиях традиционного неосушаемого полевого селекционного питомника ВНИИЛ, принимаемого за контроль, и на осушаемых землях агроэкологического стационара Всероссийского научно-исследовательского института мелиорации земель (ВНИИМЗ), характеризуемого как опыт. Мелиорация проведена закрытым гончарным дренажем с междренним расстоянием 20–30 м и глубиной залегания дрен 0,9–1,2 м.

Условия обоих участков имели сходные параметры – дерново-подзолистая, легкосуглинистая слабокислая почва (pH 5,2–5,5) с содержанием гумуса 1,94–2,09 и основных элементов питания: фосфора P_2O_5 от 29,8 до 39,6, калия K_2O от 16,1 до 18,2, азота NH_4 от 1,63 до 1,82 мг/100г почвы.

Были изучены девять сортов льна-долгунца различного происхождения: ‘Альфа’, ‘Зарянка’, ‘Дипломат’, ‘Росинка’, ‘Тверской’, ‘Лада’, ‘Ленок’ (селекция ВНИИЛ, г. Торжок, Россия), ‘Мерилин’ (компания Ван де Билт, Голландия), ‘Могилевский 2’ (Могилевская опытная станция, Беларусь).

Посев проводили в оптимальные сроки – в конце первой – начале второй декады мая сеялкой СЛН-1,6 с междурядьем 7,5 см с расчетной нормой высева 25 млн. семян/га. Использовали семена 1-го класса. До посева было внесено комплексное удобрение марки «Азофоска» (N16P16K16) из расчета 0,2 т/га. Обработка почвы включала зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование зяби и две культивации с боронованием. Предпосевная

культивация была проведена комбинированным агрегатом КБМ. В фазу «елочки» посевы обрабатывали баковой смесью гербицидов (Агритокс + Секатор Турбо) с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Уборку сортов проводили в фазу ранней желтой спелости тереблением их вручную. Повторность опыта – трехкратная, учетная площадь делянки – 5 кв. м.

Для оценки метеорологических условий использовали показатель средней температуры воздуха, суммарное количество осадков, а также величину гидротермического коэффициента (ГТК), которую рассчитывали по традиционной формуле (Selaninov, 1937): $ГТК = \text{Sum}P_{05} / (\text{Sum}T_{05} / 10)$, где $\text{Sum}P_{05}$ – сумма осадков за период с температурой воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$; $\text{Sum}T_{05}$ – сумма суточных температур за этот же период.

Данный показатель описывает влагообеспеченность культур в течение вегетации. Значение ГТК от 1,0 до 1,5 характеризует оптимальное увлажнение почвы, более 1,5 – избыточное, менее 1,0 – недостаточное и менее 0,5 – слабое.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения MS Excel© и STADIA©.

Результаты и обсуждение

Метеорологические показатели трех лет испытаний в период вегетации льна значи-

тельно различались и по сумме температур, и по количеству осадков (рис. 1). В 2011 и 2012 гг. перед посевом прошли дожди, и было прохладно. В 2013 г. начало мая выдалось сухим и более теплым. Период от всходов до цветения, наступавшего в конце июня – начале июля, во все три года сопровождался значительными осадками, но в 2013 г. было несколько жарче. Фаза созревания, заканчивавшаяся ко второй декаде августа, в 2013 г. прошла почти без дождей, а больше всего осадков в этот период выпало в 2012 г. Таким образом, по этапам развития растений и месяцам в разные годы испытаний наблюдалась крайняя неравномерность распределения осадков.

Многочисленные данные разных исследований, основанных на средних показателях, указывают, что для получения высокого урожая качественной льнопродукции необходимо до 230 мм осадков и среднесуточная температура воздуха $16\text{--}17^{\circ}\text{C}$ в период с мая по август. Таким образом, интегрированный показатель ГТК за вегетацию должен быть 1,4–1,8 (Karpunin, Ushcharovskii, 2015). В нашем опыте в период вегетации ГТК составил в 2011 г. – 1,47; в 2012 г. – 2,01 и в 2013 г. – 0,92. Исходя из этих данных 2011 год относился к благоприятным, 2012 – влажным, а 2013 – засушливым годам (табл. 1).

Таблица 1. Гидротермические условия вегетации льна в 2011–2013 гг. в Тверской области
Table 1. Hydrothermal conditions of flax vegetation in 2011–2013 in Tver' Province

Год	Значения ГТК по месяцам				Среднее за вегетацию
	май	июнь	июль	август	
2011	0,87	2,81	0,83	1,38	1,47
2012	1,80	2,73	1,71	1,80	2,01
2013	1,01	1,04	1,19	0,44	0,92

Сравнение величин ГТК с оптимальными значениями для каждого месяца вегетации (Novikov, 2008) указывает на то, что в последнее время они преимущественно смещаются в сторону засушливых условий,

хотя июнь 2011 и 2012 гг. были избыточно влажными (рис. 2) в значительной мере за счет ливней. Так, в 2012 г. отмечены 15 дней с осадками от 20 до 40 мм.

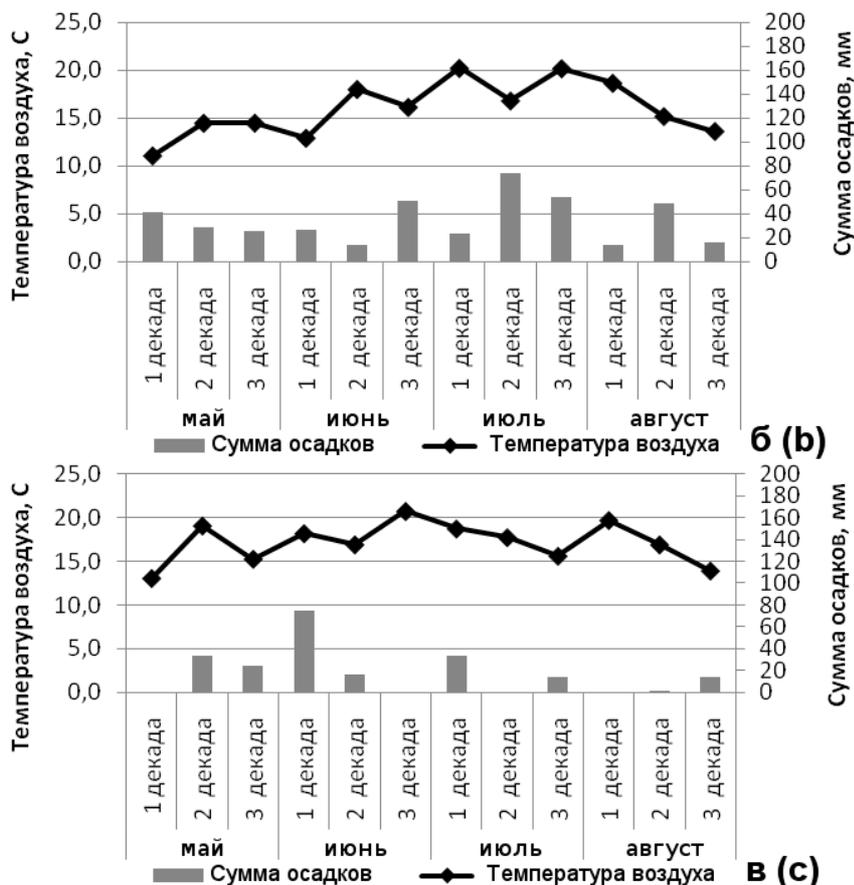


Рис. 1. Средняя температура воздуха и сумма осадков за период вегетации льна в 2011 (а), 2012 (б) и 2013 (в) годах в Тверской области
 Fig. 1. Average aire temperature and summ of precipitation during flax vegetative period in 2011 (a), 2012 (b) and 2013 (c) in Tver' Province

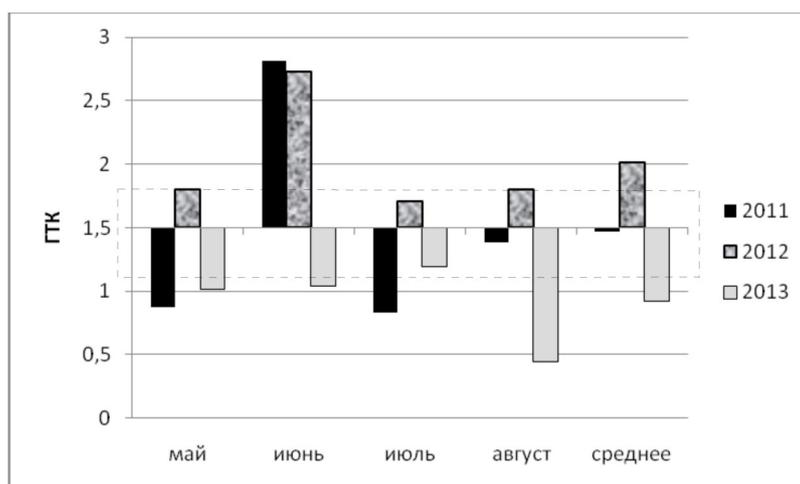


Рис. 2. Отклонения фактических гидротермических условий от зоны расчетных оптимальных значений (---) для льна-долгунца за май - август и весь период вегетации (среднее) в годы испытаний 2011-2013 гг. в Тверской области
 Fig. 2. Deviation of actual hydrothermal conditions from estimated optimal values (---) for fibre flax in May - August and whole vegetative period (average) in evaluation years 2011-2013 in Tver' Province

При равном общем количестве осадков за вегетационный период, режим их выпадения значительно влияет на развитие растений. Так, ливневые дожди (10–60 мм) или засуха в критические этапы формирования растений могут негативно влиять на дальнейшее развитие льна. Этим могут быть объяснены достоверные различия урожаев соломы и семян, полученных в контроле и опыте (табл. 2). Сравнение полученных данных показывает, что наиболее стабильные параметры урожайности наблюдали на мелиорированных землях, по сравнению с условиями обычного селекционного питомника. За трехлетний пе-

риод изучения на фоне осушения отмечены высокие (по сравнению с заявленными оригинаторами) характеристики показателей продуктивности. Вероятно, за счет отведения воды в условиях мелиорации ливневые дожди, приходившиеся на критические фазы развития, не вызывали значительного отрицательного воздействия. Однако при ограниченном количестве осадков в 2013 г. урожайность семян в контроле была значительно выше показателей опытного поля. Такая реакция льна на засушливые условия в период вегетации обуславливает необходимость орошения (Zinkovskaia, et.al., 2016).

Таблица 2. Характеристики урожайности сортов льна-долгунца в условиях мелиорированных земель (опыт) и традиционного селекционного питомника (контроль) в 2011–2013 гг. в Тверской области

Table 2. Productivity characters of fibre flax varieties in conditions of drained (experiment) and traditional (control) breeding nurseries in 2011–2013 in Tver' Province

Сорт	Опыт		Контроль	
	урожайность, ц/га			
	соломы	семян	соломы	семян
2011 г.				
Могилевский 2	67,4*	6,7*	45,2	3,3
Мерилин	68,9*	6,9*	46,2	3,4
Тверской	69,5*	7,0*	46,6	3,5
Альфа	71,1*	7,1*	47,7	3,5
Лада	67,4*	7,1*	45,2	3,5
<i>среднее</i>	68,9*	7,0*	46,2	3,4
<i>коэффициент вариации, %</i>	2,3	2,4	2,3	2,6
2012 г.				
Зарянка	59,2*	6,0*	35,2	2,4
Ленок	65,7*	6,3*	42,4	2,9
Тверской	69,1*	7,0*	44,0	2,7
Лада	66,1*	6,5*	39,2	2,8
<i>среднее</i>	65,0*	6,5*	40,2	2,7
<i>коэффициент вариации, %</i>	6,4	6,5	2,3	2,6
2013 г.				
Зарянка	61,1	6,7*	61,2	13,5
Альфа	73,4	7,1*	72,1	15,8
Дипломат	64,9*	7,5*	76,2	11,8
Росинка	70,2*	7,3*	73,8	14,1
Ленок	69,6*	7,2*	73,1	13,9
<i>среднее</i>	67,8	7,2*	71,3	13,8
<i>коэффициент вариации, %</i>	2,3	4,1	6,4	10,4

*Различия между полями значимы при t_{05}

Дисперсионный анализ, проведенный для каждого года исследований, выявил значимость влияния условий поля на продуктивность сортов (табл. 3). Для урожая семян во все годы испытаний оно составляло более 90%. Однако, если в первые два сезона, отли-

чавшиеся оптимальным и избыточным увлажнением, осушаемое поле давало в среднем в два раза больше семян по сравнению с обычным, то в последний год, напротив, контрольное поле обеспечило в 4–5 раз больший урожай семян, чем в 2011 и 2012 гг.

Таблица 3. Доля влияния условий поля и генотипов сортов на урожай соломы и семян льна-долгунца в 2011–2013 гг. в Тверской области по данным двухфакторного дисперсионного анализа
Table 3. Effect size of field conditions and varieties genotypes influence on fibre flax straw and seeds productivity in 2011–2013 in Tver' Province according to results of two-factor variance analyses

Год	Доля влияния на урожай соломы, %				Доля влияния на урожай семян, %			
	Осушение	Сорт	Взаимодействие сорт × осушение	Случайное варьирование	Осушение	Сорт	Взаимодействие сорт × осушение	Случайное варьирование
2011	90,4*	0,8	0,1	8,7	94,1*	0,6	0,2	5,2
2012	86,3*	6,6	0,3	6,9	94,8*	1,2	0,8	3,2
2013	8,1*	49,4*	12,8*	29,7	90,8*	3,3*	4,0*	1,9

* влияние фактора значимо при t_{05}

Влияние осушения на урожай соломы в 2011 и 2012 гг. также составило около 90%. А в 2013 году оно сократилось до 8,1%, так как в данном году продуктивность только трех сортов значимо зависела от мелиорации (см. табл. 2), причем соотношение урожайности на разных полях изменилось на противоположное, также как это было описано выше для урожая семян. Одинаковая продуктивность соломы на опытном и контрольном поле, отмеченная между этими вариантами у раннеспелого сорта 'Зарянка' и среднеспелого сорта 'Альфа', может быть связана с большей эффективностью использования ими влаги дождей, выпавших в первой половине лета, по сравнению с позднеспелыми сортами.

Влияние генотипа сорта на урожай соломы и семян было статистически значимо только в экстремальном 2013 г. По первому признаку оно составило почти 50%, что объясняется различием реакцией раннеспелых и позднеспелых сортов на осушение поля в данном году. Зависимость урожая семян от генотипа составила только 3,3%, видимо потому, что все сорта созревали в условиях сильного недостатка влаги. В 2013 г. достоверным было и влияние взаимодействия типа поля и генотипа сорта. Оно составило 13 и 4 процента на урожай соломы и семян соответственно. Другой важной особенностью 2013 г. было значительно более сильное влияние осушения на урожай семян, по сравнению с урожаем соломы (91 и 8 процентов соответственно). Это указывает на большую зависимость от обеспеченности влагой процессов развития генеративных органов растений, по сравнению с вегетативными частями.

Однофакторный дисперсионный анализ влияния осушения на урожайность сортов льна, выращивавшихся один год, показал его значимость (табл. 4). Урожай семян и в 2011 и в 2013 гг. зависел от условий поля на 95–100%. Урожай соломы в 2011 г. тоже сильно зависел от наличия или отсутствия осушения (на 87–98%). А в засушливом 2013 г. влияние условий поля составило только 60–74%, за счет повышения доли случайного варьирования до 26–40%. Интересен тот факт, что доли случайного варьирования урожая соломы у сортов 'Могилевский 2' и 'Мерелин', трестировавшихся в 2011 г., различались в пять раз, а у сортов 'Дипломат' и 'Росинка', изученных в 2013 г. – на треть. При этом условия опытного поля выявили более значительные различия между повторностями в эксперименте. Это указывает на потенциальную возможность использования осушаемого поля в качестве селективного фона.

Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости продуктивности различных сортов льна-долгунца от условий поля и года испытания показал, что урожай соломы всегда достоверно, но в разной степени, зависел от осушения. Сильнее всего его влияние проявилось у сортов 'Тверской' и 'Лада', выращивавшихся в 2011 и 2012 гг. (характеризовавшихся относительно сходными погодными условиями) и составило 89 и 90% соответственно. На урожай соломы сортов 'Альфа', 'Зарянка' и 'Ленок', которые выращивали во влажные 2011 либо 2012 гг. и в засушливом 2013 г., кроме непосредственно осушения (16–31%) большое влияние оказывало взаимодействие условий года и поля (25–29%). Урожай семян среднеспелых

лого сорта ‘Тверской’ зависел только от условий года, а позднеспелого сорта ‘Лада’ – только от осушения. Видимо, это связано с различиями условий последних этапов налива семян, в которые попадали сорта из-за неодинаковых сроков созревания. Сорта ‘Альфа’, ‘Зарянка’ и ‘Ленок’ продемонстрировали почти равную зависимость урожая семян от особенностей года и взаимодействия погодных условий с наличием или отсутствием осушения, так как в 2013 г. весь период их созревания пришелся на засуху. Проведенный анализ данных позволяет предположить наличие различных систем контроля продуктивности у изученных сортов одинакового происхождения.

Таблица 4. Доля влияния условий поля и года испытаний на урожай соломы и семян у различных сортов льна-долгунца по данным одно- и двухфакторного дисперсионного анализа
Table 4. Effect size of field conditions and evaluation year influence on straw and seeds productivity in different fibre flax varieties according to results of two-factor variance analyses

Сорт	Группа спелости	Годы изучения	Доля влияния на урожай соломы, %				Доля влияния на урожай семян, %			
			Год	Осушение	Взаимодействие год × осушение	Случайное варьирование	Год	Осушение	Взаимодействие год × осушение	Случайное варьирование
Могилевский	средний	2011	-	86,7*	-	13,3	-	96,2*	-	3,8
Мерелин	поздний	2011	-	97,5*	-	2,5	-	99,6*	-	0,4
Дипломат	поздний	2013	-	73,8*	-	26,2	-	95,4*	-	4,6
Росинка	поздний	2013	-	60,2*	-	39,8	-	98,4*	-	1,6
Тверской	средний	2011, 2012	0,1	88,6*	0,5	10,8	93,3*	0,9	1,4	4,5
Лада	поздний	2011, 2012	2,0	89,8*	0,8	7,4	3,1	91,8*	0,0	5,1
Альфа	средний	2011, 2013	38,0*	31,1*	24,9*	6,0	45,2*	7,7	45,7*	1,4
Зарянка	ранний	2012, 2013	35,2*	25,7*	26,3*	12,9	53,2*	4,0*	42,2*	0,6
Ленок	средний	2012, 2013	48,5*	15,7*	28,9*	6,9	55,1*	4,2*	39,3*	1,4

* влияние фактора значимо при t_{05}

Результаты дисперсионного анализа показывают, что у всех изученных сортов доля случайного варьирования по семенам была намного меньше, чем по соломе. Однако абсолютные значения признаков изменяются по-другому. В 2011 и 2012 годах внутрисортные различия урожайности в зависимости от участка испытаний у разных генотипов колебались от 23 до 40% по соломе и от 40 до 60% по семенам. В 2013 году эти показатели составляли от 5 до 20% и от 20 до 42% соответственно. Такие различия объясняются большим влиянием взаимодействия условий года с наличием или отсутствием осушения на проявление признаков, которое воздействовало на урожай семян сильнее, чем на продуктивность по соломе. Эти данные еще раз подтверждают более сильную

зависимость особенностей развития генеративных органов растений льна от условий выращивания, по сравнению с вегетативной частью. Кроме того, субоптимальные условия обеспеченности влагой, позволяют провести дифференциацию сортов по их адаптивности. Причем, нагрузка дифференцирующего фактора для оценки признаков, характеризующих генеративные органы растений, может быть меньше, чем для оценки вегетативных частей.

Сделанные выводы подтверждает и визуализация данных по продуктивности соломы и семян, полученных на разных полях (рис. 3). Кроме того, она показывает, что за три года испытаний на опытном поле характеристики сортов группируются в две совокупности: А и В (для 2011–12 гг., и для 2013 г.,

соответственно), а результаты, полученные в эти же годы на осушаемом поле, представляют одну совокупность – С. Эта «визуализированная стабильность» может характеризовать уровень реализации потенциальной продуктивности изученных сортов в условиях осушаемого поля в дождливые и сухие годы. Средне-сортовая величина урожайности, полученная за три года испытаний на опытном поле, 6–7 ц семян и 6–70 ц соломы с гектара. Тогда как во всем эксперименте средний по генотипам размах изменчивости

показателей урожайности в зависимости от условий среды составил по соломе от 35 до 70 ц/г, а по семенам – от 2 до 16 ц/га, в экстремально засушливом 2013 г. различия сортов на опытном и контрольном полях были максимальными. Это подтверждает целесообразность использования экстремальных условий эксперимента для выявления различий между сортами и выделения наиболее перспективных из них.

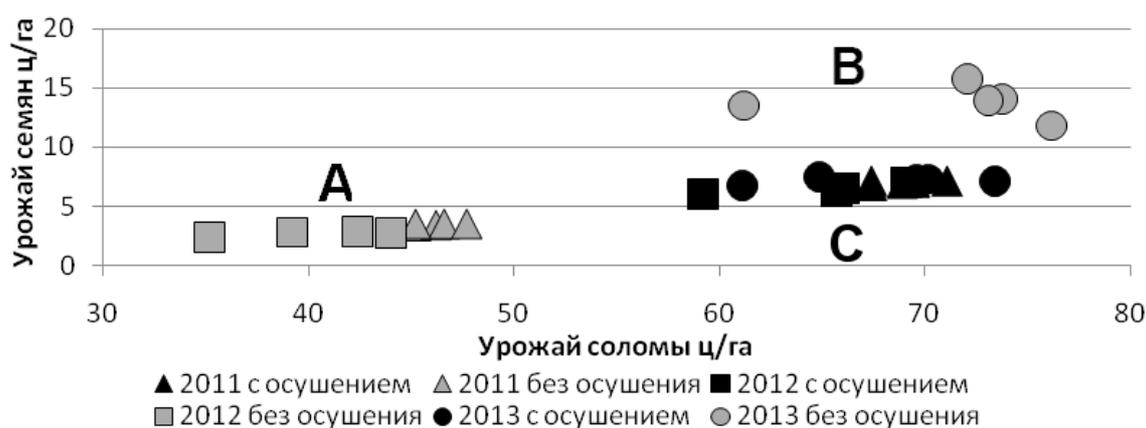


Рис. 3. Распределение сортов по показателям продуктивности в условиях осушаемого и обычного поля

Fig. 3. Varieties distribution according to the productivity characters in conditions of drained and usual fields

Таким образом, сравнительное изучение селекционного материала в условиях традиционного селекционного питомника и осушаемого поля может рассматриваться в качестве одного из эффективных методов оценки и раскрытия потенциала вновь создаваемых высокоурожайных сортов для конкретных почвенно-климатических условий в системе адаптивного растениеводства (Zhutchenko, 2008). Однако при выборе искусственно созданных условий засухи, как провокационно-селективного фактора, необходимо оценивать степень его нагрузки. Так, в экспериментах на масличном льне кратковременный дефицит влаги в диапазоне до 80%, являющийся стрессовым, приводил к снижению сухого веса растений до 40% (Kariuki, etc., 2016). Недостаток влаги может играть и роль рекомбинантного фактора (Ushchapovskii, 2015). Умеренные нагрузки позволяют выявить устойчивые к засухе линии и коллекционные образцы, характеризующиеся трех- и

пятикратными различиями по урожаю семян (Nematollahi, Saeidi, 2011).

Заключение

Оценка продуктивности сортов льна-долгунца в условиях мелиорированных земель указывает на высокую значимость влияния фактора осушения на реализацию сортового потенциала льна и позволяет выявить значительный размах изменчивости по урожайности семян и соломы во взаимодействии с различающимися по годам погодными условиями. Искусственно осушаемые земли, по сравнению с обычными полями, при значительной водообеспеченности в течение вегетации повышают урожай семян и соломы, а в субоптимальных засушливых условиях сдерживают налив семян. Таким образом, реализация возможностей роста вегетативной части растений, формирующей урожай соломы, меньше зависит от недостатка влаги, чем развитие генератив-

ных органов, ответственных за урожай семян. Кроме того, влияние сорта на накопление высокого урожая соломы в условиях осушения при умеренной засухе на поздних этапах вегетации больше, чем на формирование семян. Использование осушаемых зе-

мель для изучения адаптивного потенциала сортов льна позволяет выявлять их реакцию на различные гидротермические условия и отбирать наиболее перспективные генотипы.

References/Литература

- Berezin L. V., Karpatchevskiy L. O.* Innovative technologies in edaphology, agrochemistry and ecology (Contemporary problems and innovations in edaphology) educational book. Omsk: Publisher of Omsk state agricultural university, 2012, 200 p. [in Russian] (*Березин Л. В., Карпатчевский Л. О.* Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии (Современные проблемы и инновации в почвоведении): учеб. пособие Омск: Изд-во ОмГАУ. 2012. 200 с.).
- Brutch N. B., Sharov I. Y., Pavlov A. V., Porokhovina E. A.* Diversity of flax characters associated with fibre formation and environmental influence on their formation // Russian Journal of Genetics: Applied Research, 2011, vol. 1, no. 5, 361–370 p.
- Gringoph N. G.* Handbook on agricultural meteorology (Nonchernozem zone of RSFSR) for agronomist. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986, 527 p. [in Russian]. (*Грингоф Н. Г.* Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии (Нечерноземная зона РСФСР). Л.: Гидрометеоздат, 1986. 527 с.).
- Kariuki L. W., Masinde P., Githiri S., Onyango A. N.* Effect of water stress on growth of three linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties // SpringerPlus. 2016. 5:759 DOI 10.1186/s40064-016-2348-5.
- Karpunin B. F., Ushchapovskii I. V.* Fibre flax adaptive reactions on changes of climatic conditions during vegetation period // Zemledelie, 2015, no. 6, pp. 36–39. [in Russian] (*Карпунин Б. Ф., Ущановский И. В.* Адаптивные реакции льна-долгунца на изменение климатических условий в период вегетации // Земледелие. 2015. № 6. С. 36–39).
- Methodical recommendations on fibre flax breeding.* Moscow: RAACS, 2004, 19 p. [in Russian] (*Методические рекомендации по селекции льна-долгунца.* М.: РАСХН, 2004. 19 с.).
- Nematollahi Z., Saeidi G.* Study of drought tolerance in some flax genotypes // Iranian Journal of Water Research in Agriculture, 2011, vol. 25, no.1, pp. 57–66.
- Novikov A. V.* Agronomic substantiation of new phytosanitary elements of fibre flax cultivation technology in Russia // Avtoref. diss. ... kand s.-kh. nauk. Tver', 2008, 24 p. [in Russian] (*Новиков А. В.* Агрономическое обоснование новых фитосанитарных элементов технологии возделывания льна-долгунца в России. // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Тверь, 2008. 24 с.).
- Pavlova L. N., Rozhmina T. A., Loshakova N. I., Gerasimova E. G.* Main directions of fibre flax breeding // Bulletin of Kuban State Agricultural University, 2015, no. 54, pp. 241–244 [in Russian] (*Павлова Л. Н., Рожмина Т. А., Лошакова Н. И., Герасимова Е. Г.* Основные направления селекционной работы по льну-долгунцу // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 54. С. 241–244).
- Report on particularities of climate on the territory of Russian Federation in 2015.* Moscow: Rosgidromet, 2016, 68 p. [in Russian] (*Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год.* М.: Росгидромет. 2016. 68 с.).
- Selaninov G. T.* The method of climate agricultural characterization // World agro climatic hand book. Leningrad – Moscow: Gidrometizdat, 1937, pp. 5–28 [in Russian] (*Селянинов Г. Т.* Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л. – М.: Гидрометеоздат, 1937. С. 5–28).
- Ushchapovskii I. V.* Genetic recombination as the basis of breeding achievements in plants growing // Plodovodstvo i jagodovodstvo v Rossii – Fruitgrowing and berry growing in Russia, 2015, vol. 43, pp. 215–221 [in Russian] (*Ущановский И. В.* Генетическая рекомбинация как основа селекционных достижений в растениеводстве // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 43. С. 215–221).
- Ushchapovskii I. V., Lemesh V. V., Bogdanova M. V., Guzenko E. V.* Particularity of breeding and perspectives on the use of molecular genetic methods in flax (*Linum usitatissimum* L.) genetics and breeding research // Agricultural Biology, 2016, vol. 51, no. 5, pp. 602–616 [in Russian] (*Ущановский И. В., Лемеш В. А., Богданова М. В., Гузенко Е. В.* Особенности селекции и перспективы применения молекулярно-генетических методов в генетико-селекционных исследованиях льна (*Linum*

- usitatissimum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 602–616).
- Zinkovskaia T. S., Kovalev N. G., Zinkovskii V. N.* Fibre flax productivity and water consumption in different conditions of drained soil hydration // *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2016, no. 3, pp. 32–37 [in Russian] (*Зинковская Т. С., Ковалёв Н. Г., Зинковский В. Н.* Продуктивность и водопотребление льна-долгунца при различном увлажнении осушаемой почвы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 3. С. 32–37).
- Zutchenko A. A.* Adoptive plants growing (eco-genetic bases). Theory and practice. In three books. Book 1. Problems of adaptation in agriculture in 21 century. The value of cultivated plants species adoptively potential. Strategy of plants growing adoptive intensification. Moscow: Agrogus, 2008, 819 p. (*Жученко А. А.* Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. Том I. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве XXI века. Значение адаптивного потенциала культурных видов растений. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства. М.: Агрорус, 2008. 816 с.).
- Zhutchenko A. A., Rozhmina T. A., Ponazhov V. P.* et. all. Ecogenetic bases of fibre flax breeding. Tver': TSU, 2009, 272 p. [in Russian] (*Жученко А. А., мл., Рожмина Т. А., Понажев В. П.* и др. Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца. Тверь: ТГУ, 2009. 272 с.).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-84-95

УДК 633.521;575.13;575.11.1,3;
575.117

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Е. А. Пороховинова,

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
190000 Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д. 42, 44, Россия,
e-mail: e.porohovinova@vir.nw.ru

СОВМЕСТНОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФЕРТИЛЬНОСТИ ПЫЛЬЦЫ ПРИ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ У ЛЬНА (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

Ключевые слова:

Linum usitatissimum, генетическая карта, генетическая коллекция, гены *Rf*, плейотропный эффект, сцепление генов, ЦМС, трубчатая форма цветка

Поступление:

24.01.2017

Принято:

12.06.2017

Актуальность. Составление генетических карт – приоритетная задача для генетики каждой культуры. Несмотря на широкое использование молекулярного маркирования генов восстановителей фертильности пыльцы (*RF*), поиск их сцепления с морфологическими признаками не утратил актуальности, позволяя вести отбор нужных генотипов в полевых условиях. Для селекции льна необходимы гены *RFO*, альтернативные аллели которых (*rfo*) не влияют на форму венчика, тогда как альтернативная аллель (*rft*) гена *RFT* дает трубчатые цветки, препятствующие перекрестному опылению. **Материал и методы.** В качестве источников ЦМС использованы три линии: гк-204 (тип цитоплазмы – *Cyt^{s1}*) с открытым цветком, деформированными тычиночными нитями, стерильными пыльниками, гк-208 (*Cyt^{s2}*) и гк-188 (*Cyt^{s3}*) – фертильны, стерильность проявляется только при гибридизации с другими линиями. **Результаты.** У F_2 наблюдались реципрокные различия. В прямом направлении скрещивания выщеплялись стерильные гибриды, а в обратном – растения всегда фертильны. По результатам анализа F_2 гк-204 (*Cyt^{s1}*, *CSB1*) × гк-53 (*Cyt^f*, *pbс3*, *rft3-2*) доказано независимое наследование генов *pbс3* (цветки светло-голубые, звездчатые), *CSB1* (бахромчатость перегородок коробочки) и *rft3-2* (стерильные трубчатые цветки). Гены *rft3-2* и *CSB1* сцеплены с частотой кроссинговера 28сМ. По результатам анализа F_2 гк-204 (*CSB1*) × гк-176 (*pf1*, *rft3-6*) доказано сцепленное наследование трех генов *rft3-6*, *pf1* (розовая окраска венчика), *CSB1* с частотой кроссинговера 10сМ для *pf1* – *rft3-6*, 28сМ для *pf1* – *CSB1* и 34сМ для *rft3-6* – *CSB1*. В остальных расщеплениях F_2 показано независимое наследование генов *RF* и морфологических признаков: гк-204 × гк-159 (*YSED1* – желтая окраска семян, *rft3-3*), гк-204 × гк-368 (*f^e* – светло-голубой цветок, пятнистые семена, *RFT4-3*), гк-204 (*rfo6* – стерильные открытые цветки) × гк-129 (*pf-ad* – розовая окраска цветка), гк-204 (*rfo6*) × гк-458 (*pf-ad*, *RFO8*, *RFO9*), гк-204 (*Cyt^{s1}*, *rfo6*) × гк-208 (*Cyt^{s2}*, *pbс1*), гк-208 (*pbс1*) × гк-124 (*f^e*, *rft3-7*), гк-208 (*pbс1*) × гк-221 (*ygp1* – желто-зеленое растение, *rft6*, *rft7*), гк-188 (*Cyt^{s3}*, *pbс1*) × гк-103 (*Cyt^f*, *s1* – белый звездчатый цветок, желтые семена, *CSB1*, *rfo7*). **Выводы.** Обнаружена группа сцепления *rft3* – *pf1* – *CSB1*. Показано независимое наследование генов, контролирующих стерильность трубчатых цветков с другими генами: *YSED1* и *rft3-2*; *pbс1* и *rft3-6*, *rft3-7*, *rft5-2*, *rft6*, *rft7*; *ygp1* и *rft6*, *rft7*; *s1* и *rft5-2*, и независимое наследование генов, восстанавливающих фертильность открытых цветков *RFO6*, *RFO8*, *RFO9* и *pf-ad*; *RFO6*, *RFO7* и *pbс1*; *RFO7* и *s1*.

E. A. Porokhovinova,

Federal research center The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg, 190000, Russia,
e-mail: e.porokhovinova@vir.nw.ru

COMBINED INHERITANCE OF GENES CONTROLLING MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND RESTORATION OF POLLEN FERTILITY IN CASE OF CYTOPLASMIC MALE STERILITY IN FLAX (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

Keywords:

Linum usitatissimum, genetic maps, genetic collection, Rf genes, pleiotropic effect, genes linkage, CMS, tubular shape of the flower

Received:

24.01.2017

Accepted:

12.06.2017

Background. The compilation of genetic maps is a priority for the genetics in each crop. Despite of wide utilization of molecular marking of genes restoring pollen fertility (*RF*), search for their linkage with morphological characters have not lost its relevance, allowing selection of the desired genotypes in the field conditions. For flax breeding *RFO* genes which alternative allele (*rfo*) doesn't affect the corolla's shape is necessary, whereas the alternative allele (*rft*) of *RFT* gene gives tubular flowers that prevent cross-pollination. **Material and methods.** As sources of CMS 3 lines were used: gc-204(Cyt^{sl} cytoplasm type) had open flower, deformed stamen filaments, sterile anthers, gc-208(Cyt^{s2}) and gc-188 (Cyt^{s3}) self fertile, sterility occurs only in hybridization with other lines. Results. In F₂ reciprocal differences were observed. In the direct cross sterile hybrids segregated, and in reverse ones plants were always fertile. F₂ analysis of the cross gc-204(Cyt^{sl}, *CSB1*) × gc-53 (Cyt^f, *pbc3*, *rft3-2*) proved independent inheritance of genes *pbc3* (pale-blue, star flowers), *CSB1* (cilia on the bolls' walls) and *rft3-2* (sterile tubular flowers). Genes *rft3-2* and *CSB1* were linked with the frequency of crossing-over 28cM. F₂ analysis of the cross gc-204(*CSB1*) × gc-176 (*pf1*, *rft3-6*) proved linked inheritance of three genes *rft3-6*, *pf1* (pink flowers), *CSB1* with the frequency of crossing-over 10cM (*pf1* – *rft3-6*), 28cM (*pf1* – *CSB1*) and 34cM (*rft3-6* – *CSB1*). In other F₂ segregations independent inheritance of genes controlling restoration of fertility and morphological characters was shown: gc-204 × gc-159 (*YSED1* – yellow seeds, *rft3-3*), gc-204 × gc-368 (*f^e* – light blue flowers, spotted seeds, *RFT4-3*), gc-204 (*rfo6* – sterile open flowers) × gc-129 (*pf-ad* – pink flower), gc-204 (*rfo6*) × gc-458 (*pf-ad*, *RFO8*, *RFO9*), gc-204 (Cyt^{sl}, *rfo6*) × gc-208 (Cyt^{s2}, *pbc1*), gc-208 (*pbc1*) × gc-124 (*f^e*, *rft3-7*), gc-208 (*pbc1*) × gc-221 (*ygp1* – yellow-green plant, *rft6*, *rft7*), gc-188 (Cyt^{s3}, *pbc1*) × gc-103 (Cyt^f, *s1* – white star-shaped flower, yellow seeds, *CSB1*, *rfo7*). **Conclusion.** The linkage group *rft3* – *pf1* – *CSB1* was found. Independent inheritance of genes controlling sterile tubular flowers with other genes: *YSED1* and *rft3-2*; *pbc1* and *rft3-6*, *rft3-7*, *rft5-2*, *rft6*, *rft7*; *ygp1* and *rft6*, *rft7*; *s1* and *rft5-2* and independent inheritance of genes that restore pollen fertility of open flowers: *RFO6*, *RFO8*, *RFO9* and *pf-ad*; *RFO6*, *RFO7* and *pbc1*; *RFO7* and *s1* were shown.

Введение

Составление генетических карт является одной из приоритетных задач как для молекулярной, так и для классической генетики каждой культуры (Identified plant gene pool..., 2005). Несмотря на широкое использование молекулярного маркирования генов восстановителей фертильности, поиск их сцепления с морфологическими признаками не утратил актуальности, потому что позволяет вести отбор нужных генотипов уже в полевых условиях.

Геном льна был секвенирован в 2012 г. (Wang et al., 2012), но насыщение физической карты маркерами «менделевских признаков» идет очень медленно. Первыми, еще до полногеномного секвенирования, были картированы гены устойчивости к *Melampsora lini* и *Fusarium oxysporum lini* (Spielmeyer et al., 1998). Уже известно положение генов, контролирующих биосинтез жирных кислот и образование диацилглицеролов, один или два (аллельных?) доминантных гена желтой окраски семян *Y1* (*ysc1?*) (Cloutier et al., 2011), ген *d*, контролирующей розовую окраску венчика и желтую семян (Sudarshan, 2013). Несмотря на кажущуюся простоту, для совмещения генетической и физической карт необходимо проведение скрещиваний и отбор из потомков генетически родственного не расщепляющегося материала, различающегося по искомым генам и уже затем проведение анализа ДНК.

Лен обладает малым разнообразием по морфологическим признакам. В основном это изменчивость цветка и семян, которую

контролируют около 50 генов. По самым оптимистичным подсчетам известно не больше восьми генов хлорофильной окраски растения, два – формы стебля. Большинство генов оказывают плеiotропный эффект на признаки цветка и семян (Polyakova et al., 2013; Vaylo, Lyakh, 2014; Porokhvinova et al., 2016).

Лен имеет небольшой коэффициент размножения и малую площадь питания (400–420 семян на 1 м²) (Kutuzova, Pit'ko, 1988). Это накладывает ограничение на производство семян. Для гетерозисной селекции с использованием ЦМС важно отличать гибридные формы от материнской линии, для чего можно использовать введение в ее генотип рецессивных аллелей генов окраски цветка. Если же наличие некоторого количества негибридных семян не принципиально, то желательно иметь в генотипе доминантные аллели.

В предыдущей статье (Porokhvinova, 2017) было подробно рассмотрено наследование генов восстановления фертильности (*RF*), в данной публикации на тех же гибридах анализируется совместное наследование генов *RF* и морфологических признаков. Названия генов восстановителей пыльцы у форм с ЦМС приводятся в соответствии с общепринятой терминологией, с добавлением в конце аббревиатуры гена символов *T* для генов, контролирующих трубчатые (*RFT* – *Restore Fertility of Tubular flower*) или *O* открытые (*RFO* – *Restore Fertility of Male Sterility of Open flower*) мужские стерильные цветки.

Материалы и методы

Работу проводили в 2006–2016 гг. на полях научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Санкт-Петербург). В скрещивания включали линии шестого поколения инбридинга, созданные в отделе генетических ресурсов масличных и прядильных культур ВИР (табл. 1).

В качестве источников ЦМС использованы три линии: гк-204 – линия 1 из к-7091 (DTV 7381, Франция, INRA), с открытым цветком и укороченными изогнутыми тычиночными

нитеями и стерильными, практически без пыльцы, пыльниками, но завязывающая небольшое количество семян при самоопылении в конце вегетации. Эта линия имеет *Cyt*^{s1} тип цитоплазмы. Гк-208 линия 1 из к-7947 (Pale Blue Crimped, США,) и гк-188 линия 3 из к-3002 (Индия, Pusa Bihar) были фертильны, стерильность проявлялась только при гибридизации с не имеющими генов восстановителей фертильности линиями. Эти линии обладают *Cyt*^{s2} и *Cyt*^{s3} типами цитоплазмы, соответственно.

Таблица 1. Характеристика линий генетической коллекции льна ВИР, различающихся по морфологическим признакам и фертильности пыльцы
Table 1. Characteristics of lines from VIR flax genetic collection differing in morphological characters and pollen fertility

Линия	Родословная	Цитоплазма и гены		Цвет растения	Венчик	Деформация тычиночных нитей	Пыльники	Реснички у коробочек	Окраска семян
		стерильности	окраски						
гк-204	л-1 из к-7091 (DTV 7381, Франция)	<i>Cyt^{s1}</i> , <i>rfo6</i>	<i>CSB1</i>	зеленый	голубой, плоский	есть	желтые, почти стерильные	есть	красно-коричневая
гк-208	л-1 из к-7947 (Pale Blue Crimped, США)	<i>Cyt^{s2}</i> , <i>RFO6</i>	<i>pbc1</i> , <i>csb1</i>	—"	белый с голубым оттенком, плоский	нет	желтые, фертильные	есть	—"
гк-188	л-3 из к-3002 (Индия, Pusa Bihar)	<i>Cyt^{s3}</i> , <i>rft5-2?</i>	<i>pbc1</i> , <i>CSB1</i>	—"	—"	нет	—"	есть	—"
гк-53	л-1-4 из к-1044 (Витебский кряж, Беларусь)	<i>Cyt^f</i> , <i>rft3-2</i>	<i>pbc3</i> , <i>csb1</i>	—"	очень светло голубой, звездчатый	нет	светло оранжевые, фертильные	нет	—"
гк-129	л-2 из к-6392 (Bolley Golden, США)	<i>Cyt^f</i> , <i>rft5?</i>	<i>pf-ad</i> , <i>RPF1</i> <i>CSB1</i>	—"	очень светло розовый, плоский	нет	—"	есть	желтая
гк-458	л-1 из к-7776 (восстановитель фертильности, ВНИИМК)	<i>Cyt^f</i> , <i>RFO8</i> <i>RFO9</i>	<i>pf-ad</i> , <i>CSB1</i>	—"	—"	нет	—"	есть	желтая
гк-176	л-1 (л-1 к-6815 × л-4 к-5896), Россия, ВИР	<i>Cyt^f</i> , <i>rfo7</i> <i>rft3-6</i> <i>rft3-7</i>	<i>pf1</i> , <i>s1</i> , <i>csb1</i>	—"	белый, плоский	нет	—"	нет	—"
гк-103	л-4 из к-5896 (Lin 225, Нидерланды)	<i>Cyt^f</i> , <i>rfo7</i> <i>rft5-2</i>	<i>s1</i> , <i>CSB1</i>	—"	белый, звездчатый	нет	желтые, фертильные	нет	желтая
гк-159	л-1-1 из к-7659 (Bionda, Германия)	<i>Cyt^f</i> , <i>rft3-3</i> , <i>rfo6?</i>	<i>CSB1</i> , <i>YSED1</i>	—"	голубой, плоский	нет	голубые, фертильные	есть	—"
гк-210	л-1 из и-588294 (Б-125, Упитская оп. ст., Литва)	<i>Cyt^f</i> , <i>rfo6-3</i> <i>rft6</i> , <i>rft7</i>	<i>ygp1</i> , <i>dlb3</i> , <i>csb1</i>	желто-зеленый	светло голубой, плоский	нет	—"	нет	красно-коричневая
гк-124	л-1 из к-6284 (Stor-mont Motey, Сев. Ирландия)	<i>Cyt^f</i> , <i>rft3-7</i> <i>rfo6-2</i>	<i>f^e</i> , <i>csb1</i>	зеленый	очень светло голубой, плоский	нет	серые, фертильные	нет	пятнистая
гк-368	л-1 (л-3 к-3178 × л-1 к-6284), Россия, ВИР	<i>Cyt^f</i> , <i>rfo6</i> <i>RFT4-3</i>	<i>ora1</i> , <i>f^e</i> , <i>csb1</i>	—"	—"	нет	светло оранжевые, фертильные	нет	пятнистая и крапчатая

В качестве отцовских форм использовали линии различного эколого-географического происхождения, несущие гены, контролирующие изменение морфологических признаков. Большинство из этих генов обладает плеiotропным эффектом на признаки других частей растения (Porokhovina, 2011, 2012), а также имеет значение для селекции (табл. 2).

Таблица 2. Гены, контролирующие морфологические признаки льна, и их хозяйственное значение

Table 2. Genes controlling flax morphological characters and their economic importance

Ген	Линии	Фенотип	Хозяйственное значение
<i>s1</i>	гк-176, 103	Зеленый гипокотиль, белые сложенные и гофрированные лепестки, белые тычиночные нити и столбики, желтые пыльники и семена.	Хлебопекарное использование
<i>pbc1</i>	гк-208, 188	Светло-фиолетовый гипокотиль, очень светло голубые гофрированные лепестки, белые тычиночные нити и столбики, желтые пыльники.	
<i>pbc3</i>	гк-53	Зеленый гипокотиль, лепестки очень светло-голубые, сложенные и гофрированные, голубые тычиночные нити, темно-голубые столбики, светло-оранжевые пыльники	
<i>f^e</i>	гк-124, 368	Светло-фиолетовый гипокотиль, очень светло-голубой венчик, белые тычиночные нити и столбики, серые пыльники, семена красно-коричневые с желтым пятном.	Возможна связь с раннеспелостью
<i>pf1</i>	176	Розовые лепестки, светло-оранжевые пыльники, голубые тычиночные нити и столбики, темно-желто-коричневые семена.	
<i>pf-ad</i>	129, 458	Розовые лепестки, светло-оранжевые пыльники, почти белые тычиночные нити и столбики, семена от желтых до темно-желто-коричневых в зависимости от генов модификаторов.	Желтосемянность, кондитерское использование
<i>YSEDI</i>	гк-159	Желтая окраска семян	Кондитерское использование
<i>CSB1</i>	гк-129, 159, 188, 204, 458	Реснички на ложной перегородке коробочки. Как правило, у льна-долгунца ресничек нет, а у масличного – есть.	Входит в классификатор UPOV (Protocol..., 2007)
<i>ygpl</i>	гк-210	Желто-зеленая окраска растущего растения	

Гибриды первого поколения изолировали и обмолачивали индивидуально. Растения F₂ выращивали рядом с родительскими формами. Определение стерильных и фертильных форм у гибридов проводили во время цветения по первому и второму цветкам, а при несовпадении фенотипов – по следующим. Почти всегда стерильность пыльников сопровождалась изогнутостью и (или) укороченностью тычиночных нитей.

Окончательное разделение на фенотипические классы по стерильности проводили с применением дискриминантного анализа при помощи программы Statistica 7.0 (Nasledov, 2012, StatSoft, Inc. 2013) по среднему числу семян в 5 коробочках, одной – I порядка и

четырёх – II порядка, а также проценту не завязавшихся коробочек.

Гены восстановители фертильности пыльцы для тех же скрещиваний подробно рассматривались в предыдущей статье (Porokhovina, 2017) и в данной публикации анализируется наследование только некоторых из них, необходимое для понимания совместных расщеплений.

В статье приняты следующие сокращения для описания стерильности и формы цветка: ферт. – фертильный; стер. – стерильный; откp. – открытый; труб. – стерильный трубчатый. Открытые цветки могут быть как фертильными, так и стерильными, а трубчатые – всегда стерильны, поэтому при необходимости уточняется форма стерильных цветков.

Результаты и обсуждение

Линии гк-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) и гк-53 (Cyt^f , *pbs3*, *rft3-2*) отличаются по типу ЦМС, гену восстановления фертильности, альтернативная аллель *rft3-2* которого к образованию стерильных трубчатых цветков, а также генам окраски цветка (*pbs3*) и наличию ресничек на ложной перегородке коробочек (*CSB1*). По результатам анализа F_2 ♀гк-204 × ♂гк-53 было доказано независимое наследование генов *pbs3* с *CSB1* и *rft3-2*. Гены *rft3-2* и *CSB1* сцеплены с частотой кроссинговера 28сМ (табл 3). Ранее нами было доказано сцепление генов *CSB1* и *pf1* (контролирующего розовую окраску венчика) с частотой кроссинговера 35сМ (Porokhovinova, 2012). V. Comstock (1970) обнаружил сцепление генов мужской стерильности *ms3* и розовой окраски в 28сМ. Мы предположили, что гены, имеющие сходное наследование и входящие в одну группу сцепления могут быть аллельны, поэтому ген стерильности *rft3-2* и подобные ему имеют тот же номер «3» и отличаются только добавочным индексом «-2». Действие генов *pbs3*, *CSB1* и *rft3-2* комбинаторно (независимо).

Таблица 3. Расщепление F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) × ♂гк-53 (Cyt^f , *pbs1*, *rft3-2*) по морфологическим признакам и стерильности пыльцы
Table 3. F_2 ♀gc-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) × ♂gc-53 (Cyt^f , *pbs1*, *rft3-2*) segregation of morphological characteristics and pollen sterility

Моногенное расщепление (3:1)																				
Расщепление	Цветок		Σ	χ^2	Цветок		Σ	χ^2	Реснички		Σ	χ^2								
	Откр ¹	Трубчатый			Голубой, плоский	Очень светло-голубой, звездчатый			Есть	Нет										
Практ.	98	26	124	1,03	97	27	124	0,69	92	32	124	0,04								
Дигенное расщепление																				
Цветок	по генам <i>pbs1</i> и <i>rft3-6</i> , незав.				по генам <i>pbs1</i> и <i>CSB1</i> , незав.				по генам <i>rft3-2</i> и <i>CSB1</i> , $r=28сМ$											
	Голубой, плоский		Оч. светло-голубой, звездчатый		Σ	χ^2	Голубой, плоский		Оч. светло-голубой, звездчатый		Σ	χ^2	Открытый		Трубчатый		Σ	χ^2		
	Откр ¹	Трубч.	Откр.	Трубч.			Есть	Нет	Есть	Нет			Есть	Нет	Есть	Нет				
Реснички																				
Практ.	79	18	19	8	124		7	223	18	9	124									
Теор.	9	3	3	1	16		9	3	3	1	16		9	3	3	1	16			
Незав.	69,8	23,3	23,3	7,8	124	3,20	69,8	23,3	23,3	7,8	124	1,65	69,8	23,3	23,3	7,8	124	20,75		
Теор.													10,1	1,9	1,9	2,1	16			
Сцепл.													78,0	15,0	15,0	16,0	124	1,94		
Тригенное расщепление (по генам <i>pbs1</i> , <i>CSB1</i> и <i>rft3-2</i>)																				
Расщепление	Фенотип	Цветок	Голубой плоский				Оч. светло-голубой, звездчатый				Σ	χ^2								
			Открытый		Трубчатый		Открытый		Трубчатый											
			Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет										
практ.																				
Теор.	Незав.	Частоты																		
		Ожид.																		
	Сцепл.	Частоты																		
		Ожид.																		

* $\chi^2_{0,05,1}=3,84$, $\chi^2_{0,05,3}=7,81$, $\chi^2_{0,05,7}=14,07$.

¹откр. – открытый, трубч. – трубчатый.

Линии гк-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) и гк-176 (Cyt^f , *s1*, *pf1*, *rft3-6*) различаются по типу стерильной цитоплазмы, гену восстановления фертильности, альтернативная аллель которого *rft3-6* приводит к образованию стерильных трубчатых цветков, а также ге-

нам розовой окраски цветка (*pf1*) и наличию ресничек у коробочек (*CSB1*). По результатам анализа F_2 ♀гк-204 × ♂гк-176 доказано сцепленное наследование трех генов *rft3-6* – *pf1* – *CSB1* с частотой кроссинговера 10сМ для *pf1* – *rft3-6*, 28сМ для *pf1* –

CSB1 и 34сМ для *rft3-6* – *CSB1* (табл. 4). Эта группа сцепления подтверждает гипотезу об аллельности генов *ms3*, *rft3-2* и *rft3-6*. Незначительные же отличия с предыдущими скрещиваниями в тесноте сцепления могут объясняться размером выборок. Действие генов *pf1*, *CSB1* и *rft3-6* комплементарно.

Таблица 4. Расщепление F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) × ♂гк-176 (Cyt^f , *pf1*, *rft3-6*) по морфологическим признакам и стерильности пыльцы
Table 4. F_2 ♀ gc-204 (Cyt^{s1} , *CSB1*) × ♂ gc-176 (Cyt^f , *pf1*, *rft3-6*) segregation by morphological characteristics and pollen sterility

Моногенное расщепление (3:1)																		
Расщепление	Цветок		Σ	χ^2	Цветок		Σ	χ^2	Реснички		Σ	χ^2						
	Открытый	Трубчатый			Голубой*	Розовый ^{2*}			Есть	Нет								
Практ.	44	20	64	1,33	48	16	64	0,00	50	14	64	0,33						
Дигенное расщепление																		
Цветок	По генам <i>pf1</i> и <i>rft3-6</i> , $r=10сМ$						По генам <i>pf1</i> и <i>CSB1</i> , $r=28сМ$						По генам <i>rft3-6</i> и <i>CSB1</i> , $r=34сМ$					
	Голубой		Розовый		Σ	χ^2	Голубой		Розовый		Σ	χ^2	Открытый		Трубчатый		Σ	χ^2
	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.			Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.			Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.		
Практ.	41	3	7	13	64		42	6	8	8	64		37	7	13	7	64	
Теор.	9	3	3	1	16	7,81	9	3	3	1	16	7,81	9	3	3	1	16	7,81
Незав.	36	12	12	4	64	29,78	36	12	12	4	64	9,33	36	12	12	4	64	4,44
Теор.	11,2	0,8	0,8	3,2	16	7,81	10,1	1,9	1,9	2,1	16	7,81	9,7	2,3	2,3	1,7	16	7,81
Сцепл.	45	3	3	13	64	5,51	40,3	7,7	7,7	8,3	64	0,47	39	9	9	8	64	1,94
Тригенное расщепление (по генам <i>pf1</i> , <i>CSB1</i> и <i>rft3-6</i>)																		
Расщепление	Фенотип	Цветок	Голубой				Розовый				Σ	χ^2						
			Открытый		Трубчатый		Открытый		Трубчатый									
			Реснички	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть			Нет					
Практическое			37	4	5	2	0	3	8	5	64							
Теоретическое	независимое	частоты	27	9	9	3	9	3	3	1	64							
		ожидаемое	27	9	9	3	9	3	3	1	64	41,93						
	сцепленное	частоты	37,8	7,1	2,4	0,6	1,5	1,6	6,2	6,7	64							
		ожидаемое	37,8	7,1	2,4	0,6	1,5	1,6	6,2	6,7	64	11,07						

Голубой плоский или белый звездчатый; ^{2}Розовый или белый плоский, $\chi^2_{0,05, 1} = 3,84$, $\chi^2_{0,05, 3} = 7,81$, $\chi^2_{0,05, 7} = 14,07$.

Линии гк-204 (Cyt^{s1}) и гк-159 (Cyt^f , *YSED1*, *rft3-3*) отличаются по типу ЦМС, гену восстановления фертильности, альтернативная аллель которого *rft3-3* приводит к образованию стерильных трубчатых цветков и гену окраски семян (*YSED1*). По результатам анализа F_2 гк-204 × гк-159 показано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (табл. 5).

Линии гк-204 (Cyt^{s1}) и гк-368 (Cyt^f , f^e , *RFT4-3*) отличаются по типу ЦМС, гену восстановления фертильности, альтернативная аллель которого приводит к образованию стерильных трубчатых цветков (*RFT4-3*) и гену окраски цветка (f^e). В расщеплении у F_2 гк-204 × гк-368 выявлен существенный недостаток класса очень светло-голубые, трубчатые цветки (f^c *RFT4-3*), приводящий к отклонению и в

расщеплении по гену f^e (см. табл. 5). Воз- лью гибридов, гомозигот по генам f^e и можно, это связано с избирательной гибе- $RFT4-3$.

Таблица 5. Расщепление F_2 от скрещивания ♀гк-204 с ♂гк-159, 368, 129, 458 и ♀гк-204×♀гк-208 по морфологическим признакам и стерильности пыльцы
Table 5. Segregation of F_2 from cross ♀gc-204 with ♂gc-159, 368, 129, 458 and ♀gc-204×♀gc-208 on morphological characteristics and pollen sterility

F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1}) × ♂гк-159 (Cyt^f , $rft3-3$, $YSED1$)								
Семена	Желтые		Коричневые		Не завязались		Σ	χ^2
	Открытый	Трубчатый	Открытый	Трубчатый	Открытый	Трубчатый		
теор.	9	3	3	1			16	7,81
практ.	52	9	17	1	4	8	79	7,03
практ.	55	16	18	2			91	3,04

F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1}) × ♂гк-368 (Cyt^f , f^e , $RFT4-3$)														
Цве- ток	Дигенное расщепление						Моногенное расщепление							
	Голубой		Оч. св.-го- лубой		Σ	χ^2	Голу- бой	Оч. св.-го- лубой	Σ	χ^2	Труб- чатый	Откры- тый	Σ	χ^2
	Трубч.	Откр.	Трубч.	Откр.										
теор.	9	3	3	1	16	7,81	3	1	4	3,84	3	1	4	3,84
практ.	32	14	1	3	50	10,30	46	4	50	7,71	33	17	50	2,16

F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1} , $rfo6$) × ♂гк-129 (Cyt^f , $pf-ad$)							
Расщепление	Цветок	Голубой		Розовый		Σ	χ^2
		Фертильный	Стерильный	Фертильный	Стерильный		
теоретическое		9	3	3	1	16	7,81
практическое		59	19	11	6	95	3,26

F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1} , $rfo6$) × ♂гк-458 (Cyt^f , $pf-ad$, $RFO8$, $RFO9$)							
Расщепление	Цветок	Голубой		Розовый		Σ	χ^2
		Фертильный	Стерильный	Фертильный	Стерильный		
теоретическое		171	21	57	7	256	7,81
практическое		102	14	51	6	173	5,98

F_2 ♀гк-204 (Cyt^{s1} , $rfo6$) × ♀гк-208 (Cyt^{s2} , $pbcl$)							
Направление	Цветок	Голубой, плоский		Очень светло-голубой, гофрированный		Σ	χ^2
		Фертиль- ный	Стериль- ный	Фертиль- ный	Стериль- ный		
гк-204 × гк-208	теоретическое	9	3	3	1	16	7,81
	практическое	73	32	18	6	129	4,64
гк-208 × гк-204	теоретическое	3	нет	1	нет	4	3,84
	практическое	102	нет	34	нет	136	0,00

Линии гк-204 (Cyt^{s1} , $rfo6$) и гк-129 (Cyt^f , $pf-ad$) отличаются по типу ЦМС, гену восстановления фертильности, альтернативная аллель которого $rfo6$ приводит к образованию стерильных открытых цветков и гену окраски цветка ($pf-ad$). По результатам анализа F_2 гк-204 × гк-129 было доказано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (см. табл. 5).
Линии гк-204 (Cyt^{s1} , $rfo6$) и гк-458 (Cyt^f , $pf-ad$, $RFO8$, $RFO9$) отличаются по типу ЦМС, гену восстановления фертильности пыльников ($RFO6$, $RFO8$, $RFO9$) и окраски

цветка (*pf-ad*) По результатам анализа F₂ было доказано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (см. табл. 5).

Линии гк-204 (Cyt^{s1}, *rfo6*) и гк-208 (Cyt^{s2}, *pbcl*) отличаются по типу стерильной цитоплазмы (Cyt^{s1}, Cyt^{s2}), гену восстановителю фертильности, альтернативное состояние которого, приводит к образованию стерильных открытых цветков (*rfo6*) и гену окраски и формы цветка (*pbcl*). По результатам анализа F₂ было доказано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (см. табл. 5).

Линии гк-208 (Cyt^{s2}, *pbcl*) и гк-124 (Cyt^f, *f^e*, *rft3-7*) отличаются по гену восстановления фертильности, альтернативная аллель которого приводит к образованию стериль-

ных трубчатых цветков (*rft3-7*) и окраски (*f^e*), окраски и формы цветка (*pbcl*). По результатам анализа F₂ было доказано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (табл. 6).

Линии гк-208 (Cyt^{s2}, *pbcl*) и гк-221 (Cyt^f, *ygpl*, *rft6*, *rft7*) отличаются по двум генам восстановления фертильности, альтернативные аллели которых (*rft6*, *rft7*) приводят к образованию стерильных трубчатых цветков и генам хлорофильной окраски растения (*ygpl*), окраски и формы цветка (*pbcl*). По результатам анализа F₂ гк-208 × гк-221 было доказано независимое наследование этих генов с взаимодействием по типу комплементарного (см. табл. 6).

Таблица 6. Расщепление F₂ от скрещивания ♀гк-208 с ♂гк-124 и гк-221 по морфологическим признакам и стерильности пыльцы
Table 6. Segregation of F₂ from cross ♀gc-208 with ♂ c-124 and 221 on morphological characteristics and pollen sterility

♀гк-208 (Cyt ^{s2} , <i>pbcl</i>) × ♂гк-124 (Cyt ^f , <i>f^e</i> , <i>rft3-7</i>)										
Цветок	Голубой или светлее, плоский		Очень светло-голубой, звездчатый		Очень светло-голубой, плоский		Белый, плоский		Σ	χ ²
	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.		
Теоретическое	27	9	9	3	9	3	3	1	64	14,07
Практическое	44	16	12	5	13	10	4	3	107	7,20

♀гк-208 (Cyt ^{s2} , <i>pbcl</i>) × ♂гк-221 (Cyt ^f , <i>ygpl</i> , <i>rft6</i> , <i>rft7</i>)										
Цветок	Зеленое				Желто-зеленое				Σ	χ ²
	Голубой или светлее, плоский		Очень светло-голубой, звездчатый		Голубой или светлее, плоский		Очень светло-голубой, звездчатый			
Расщепление	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.	Откр.	Трубч.		
теор.	567	9	189	3	189	3	63	1	1024	14,07
практ.2015	130	3	39	1	32	0	20	0	225	6,90
практ.2016	34	2	13	0	11	0	3	0	63	1,06

Линии гк-188 (Cyt^{s3}, *pbcl*, *rft5-2*) и гк-103 (Cyt^f, *s1*, *CSB1*, *rfo7*) отличаются по генам восстановления фертильности, альтернативная аллель которых приводит к образованию стерильных открытых (*rfo7*) или трубчатых (*rft5-2*) цветков, и генам окраски и формы цветка (*pbcl*, *s1*), наличию ресничек у коробочек (*CSB1*). По результатам анализа F₂ гк-188 × гк-103 было доказано независимое наследование генов окраски формы цветка и

стерильности. Не исключено сцепление генов *rft5-2* и *CSB1* в 28сМ (табл. 7).

Гены *rfo7* и *rft5-2* обладают кумулятивным действием. Гибриды генотипа *rfo7rfo7RFT5-2* имеют стерильные открытые цветки, а трубчатость проявляется только у дигомозигот по генам *rfo7* и *rft5-2*. Взаимодействие генов восстановления фертильности и генов морфологических признаков *pbcl*, *s1*, *CSB1* было по типу комплементарного (см. табл. 7).

Таблица 7. Ращепление F₂ ♀гк-188 (Cyt^{s3}, pbc1) × ♂гк-103 (Cyt^f, s1, CSB1, rfo7, rft5-2) по морфологическим признакам и стерильности пыльцы
Table 7. F₂ ♀gc-188 (Cyt^{s3}, pbc1) × ♂gc-103 (Cyt^f, s1, CSB1, rfo7, rft5-2) segregation by morphological characteristics and pollen sterility

Моногенное расщепление (3:1)																
Расщ.	Цветок		Σ	χ ²	Цветок		Σ	χ ²	Цветок		Σ	χ ²	Реснички		Σ	χ ²
	Не белый	Белый			Голубой	Оч. св.-голубой			Фертильный	Стерильный			есть	нет		
практ.	134	39	173	0,56	102	32	134	0,09	134	39	173	0,56	124	49	173	1,02

Дигенное расщепление																
Цветок	Гол.¹	Оч. св.-гол. звездчат.	Бел. звездчат.	Σ	χ ²	Откр. ферт.	Откр. стер.	Трубчат. стер.	Σ	χ ²	Ферт. Есть	Ферт. Нет	Стер. Есть	Стер. Нет	Σ	χ ²
практ.	102	32	39	173	0,65	134	33	6	173	2,29	100	34	24	15	173	3,97
теор.	9	3	4	16	5,99	12	3	1	16	5,99	9	3	3	1	16	7,81

Тригенное расщепление																									
Цветок	Гол. Ферт.	Гол. Стер.	Оч. св.-гол. Ферт.		Оч. св.-гол. Стер.		Бел. Ферт.	Бел. Стер.	Σ	χ ²	Откр. Есть	Откр. Нет	Трубчат. Есть	Трубчат. Нет	Σ	χ ²	Гол. Есть	Гол. Нет	Оч. св.-гол. Есть	Оч. св.-гол. Нет	Бел. Есть	Бел. Нет	Σ	χ ²	
			Ферт.	Стер.	Ферт.	Стер.																			
Реснички																									
практ.	84	18	25	7	25	14	173				124	43	0	6	173		73	29	23	9	28	11	173		
теор.	27	9	9	3	12	4	64	11,07			45	15	3	1	64	7,81	27	9	9	3	12	4	64	11,07	
50сМ ²	73,0	24,3	24,3	8,1	32,4	10,8	173	6,12			121,6	40,5	8,1	2,7	173	12,31	73,0	24,3	24,3	8,1	32,4	10,8	173	1,68	
теор.											46,1	13,9	1,9	2,1	64	5,94									
28сМ ²											124,6	37,6	5,1	5,7	173										
теор.											45,7	14,3	2,3	1,7	64										
34сМ ²											123,5	38,7	6,2	4,6	173	7,14									

Четырехгенное расщепление (по генам s1, pbc1, CSB1 и rfo7)															
Цветок	Голубой, плоский				Оч. светло-голубой, звездчатый				Белый, звездчатый				Σ	χ ²	
	Фертильный		Стерильный		Фертильный		Стерильный		Фертильный		Стерильный				
Реснички	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	
практ.	61	23	12	6	19	6	4	3	20	5	8	6	173	11,29	
теор.	81	27	27	9	27	9	9	3	36	12	12	4	256	19,68	

Пятигенное расщепление (по генам s1, pbc1, CSB1, rfo7 и rft5-2)															
Цветок	Голубой, плоский				Оч. светло-голубой, звездчатый				Белый, звездчатый				Σ	χ ²	
	Открытый		Трубчатый		Открытый		Трубчатый		Открытый		Трубчатый				
Реснички	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	
практ.	73	26	0	3	23	9	0	0	28	8	0	3	173		
теор.	405	135	27	9	135	45	9	3	180	60	12	4	1024	19,68	
50сМ	68,4	22,8	4,6	1,5	22,8	7,6	1,5	0,5	30,4	10,1	2,0	0,7	173	19,70	
теор.	414,9	125,1	17,1	18,9	138,3	41,7	5,7	6,3	184,4	55,6	7,6	8,4	1024		
28сМ	70,1	21,1	2,9	3,2	23,4	7,0	1,0	1,1	31,2	9,4	1,3	1,4	173	10,29	
теор.	411,3	128,7	20,7	15,3	137,1	42,9	6,9	5,1	182,8	57,2	9,2	6,8	1024		
34сМ	69,5	21,7	3,5	2,6	23,2	7,2	1,2	0,9	30,9	9,7	1,6	1,1	173	12,12	

¹бел. – белый; гол. – голубой; звездчат. – звездчатый; оч. – очень; плоск. – плоский; св. – светло.

²сцепление (сМ), расщепление и частоты при теоретическом расщеплении.

Группа сцепления генов *rft3* – *pf1* – *CSB1* логична и могла быть закреплена естественным отбором. Гены, приводящие к образованию стерильных трубчатых цветков, являются нежелательными для селекции льна, потому что исключают возможность перекрестного опыления. Как правило, лен масличного направления использования имеет бахромчатость перегородок коробочек, и наличие сцепления определяющего ее гена с геном трубчатых цветков снижает образование нежелательных гибридов. Один из аллелей гена *pf1* помимо розовой окраски цветка дает желтые семена, которые часто обладают хорошими гастрономическими свойствами, поэтому образование трубчатых цветков у нежелательных, коричневосемянных гибридных форм может быть также востребовано в селекции.

Аллель гена *pf1* – *d* (или *pf-ad* по нашей классификации) был одним из первых позиционирован на физической карте. С помощью пространственной аналогии с районом ДНК *Hevea*, было показано, что этот ген контролирует образование флавоноид

3' гидроксилазы (F3'H) и на 61,69% идентичен аналогичному гену *TT7* у *Arabidopsis* (Sudarshan, 2013).

Открытые цветки со стерильными пыльниками дают преимущественно гибридные семена и необходимы для гетерозисной селекции масличного льна. Хорошей востребованностью здесь будут обладать признаки с доминантным генетическим контролем морфологических признаков. Так, нами отобраны желтосемянные стабильные F₆ гк-204 × гк-159, гомозиготные по генам *rfo6* и *YSED1*.

Нам не удалось до конца разобраться с недостатком гомозигот по гену светло-голубой окраски венчика (*f^e*) у гибридов гк-204 × гк-368. Возможно, есть проблемы и с геном светло-голубой окраски *dlb3*, сцепленным с *f^e*, которые встречаются в других скрещиваниях (здесь не приведены). Не находят объяснения и факты появления светло-голубых цветков у некоторых гибридов с гк-204, иногда только в прямом направлении.

Заключение

Сцепление генов мужской стерильности *ms3* и розовой окраски венчика в 28сМ было обнаружено в конце 1960-х годов (Comstock, 1970). Мы доказали сцепление этих двух генов и гена, контролирующего реснички на ложной перегородке коробочки (*rft3* – *pf1* – *CSB1*).

Остальные из описанных нами генов *RF* наследуются независимо и комплементарно взаимодействуют с генами морфологиче-

ских признаков. Так, показано независимое наследование генов, контролирующих стерильность трубчатых цветков, с другими генами: *YSED1* и *rft3-2*; *pbc1* и *rft3-6*, *rft3-7*, *rft5-2*, *rft6*, *rft7*; *ygp1* и *rft6*, *rft7*; *s1* и *rft5-2*, и независимое наследование генов, восстанавливающих фертильность открытых цветков *RFO6*, *RFO8*, *RFO9* и *pf-ad*; *RFO6*, *RFO7* и *pbc1*; *RFO7* и *s1*.

References/Литература

- Cloutier S., Ragupathy R., Niu Z., Duguid S. SSR-based linkage map of flax (*Linum usitatissimum* L.) and mapping of QTLs underlying fatty acid composition traits Mol Breeding, 2011, vol. 28, pp. 437–451, DOI 10.1007/s11032-010-9494-1
- Comstock V. E. Natural crossing onto male-sterile flax and association of male sterility with seed color // 40th Annual flax Institute of the USA, Minneapolis, 1970, pp. 8-9.
- Kutuzova S. N., Pit'ko G. G. Evaluation of flax collection. Leningrad, VIR, 1988, 29p. [in Russian] (Кутузова С. Н., Пит'ко Г. Г. Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.). Методические указания. Л.: ВИР, 1988. 30 с.).
- Identified plant genepool and breeding Ed. Rigin B. V., Gaevskaya E. I. SPb: VIR, 2005, 896p. (Идентифицированный генофонд растений и селекция под ред. Ригин Б. В., Гаевской Е. И. СПб. ВИР. 2005. 896с.).
- Nasledov A. D. Mathematical methods of psychological analysis. Data analysis and interpretation. St. Petersburg: Rech, 2012, 392 p. [in Russian] (Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования Анализ и интерпретация данных. СПб.: Речь. 2012. 392 с.).
- Polyakova I. A., Yaranceva V. V., Levchuk A. N., Lyakh V. A. Phenotypical appearance of chloro-

- phyll-deficient mutations at early stages of ontogenesis in oil flax // Actual questions of ecology and biology chemistry: electronic scientific journal 2013, no. 1, pp. 49–57. <http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci> [in Russian] (Полякова И. А., Яранцева В. В., Левчук А. Н., Лях В. А. Фенотипическое проявление мутаций хлорофиллдефицитности на ранних этапах онтогенеза льна масличного // Актуальні питання, екології та хімії: електронне наукове видання, 2013. № 1, с. 49–57).
- Porokhvinova E. A. Genetic control of morphological characters in flax // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, 2011, vol. 167, pp. 159–184 [in Russian] (Пороховинова Е. А. Генетический контроль морфологических признаков льна // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2011. Т. 167. С. 159–184).
- Porokhvinova E. A. Genetic control of morphological characters seedlings bolls, seeds, of flax (*Linum usitatissimum* L.) // Vavilov journal of genetics and breeding, 2012, vol. 16, no. 4/2, pp. 936–947 [in Russian] (Пороховинова Е. А. Генетический контроль морфологических признаков проростков, плода и семян у льна // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2012, Том 16, № 4/2. С. 936–947).
- Porokhvinova E. A. Genetic control of fertility restoration of CMS in Flax (*Linum usitatissimum*) // Proceedings of applied botany, genetics and breeding, 2017, vol. 178, iss. 1., pp. 68–82 [in Russian] (Пороховинова Е. А. Генетический контроль восстановления цитоплазматической мужской стерильности у льна (*Linum usitatissimum* L.) // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2017. Т. 178. Вып. 1 С. 68–82).
- Porokhvinova E. A., Pavlov A. V., Kutuzova S. N., Brutch N. B. Flax VIR genetic collection for theoretical research and breeding // Tezisy dokladov mezhdunarodnoj konferencii «genofond i selekciya rastenij», posvyashhennoj 80-letiyu SibNIIRS. Novosibirsk, 29-31 March 2016. Novosibirsk reg.: Mezhdurech'е, 2016, p. 54 [in Russian] (Пороховинова Е. А., Павлов А. В., Кутузова С. Н., Брач Н. Б. Генетическая коллекция льна ВИР для теоретических исследований и селекции // Тезисы докладов международной конференции «генофонд и селекция растений», посвященной 80-летию СибНИИРС. Новосибирск, 29-31 марта 2016 г. Новосибирская обл.: Междуречье, 2016. С. 54).
- Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Linum usitatissimum* L. flax, linseed UPOV Species Code: LINUM_USI Adopted on 21/03/2007. 2007. 23p.
- Spielmeier W., Green A., Bittisnich D., Mendham N., Lagudah E. Identification of quantitative trait loci contributing to *Fusarium* wilt resistance on an AFLP linkage map of flax (*Linum usitatissimum*). Theoretical and Applied Genetics, 1998, vol. 97, pp. 633–641. DOI: 10.1007/s001220050939.
- StatSoft, Inc. Electronic Statistics Textbook. Tulsa, OK: StatSoft. 2013 URL. <http://www.statsoft.com/textbook/>.
- Sudarshan G. P. Genetic analysis of seed and flower colour in flax (*Linum usitatissimum* L.) and identification of a candidate gene in the D locus // Thesis for the degree of Master of Science, university of Saskatchewan, Saskatoon, 2013, 149 p.
- Vaylo V., Lyakh V. Influence of lethal chlorophyll mutation of “albina” type on seedling characters in oil flax and its inheritance // Actual questions of ecology and biology chemistry: electronic scientific journal 2014, vol. 7, no. 1, pp. 111–115. <http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci> [in Ukrainian] (Вайло В. В., Лях В. О. Вплив летальної хлорофільної мутації типу «albina» на ознаки проростків льону олійного та її успадкування // Актуальні питання, екології та хімії: електронне наукове видання. 2014. Т.7. №1. с. 49–57. <http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci>).
- Wang Z., Hobson N., Galindo L., Zhu S., Shi D., McDill J., Yang L., Hawkins S., Neutelings G., Datla R., Lambert G., Galbraith D. W., Grassa C. J., Gerald A., Cronk Q. C., Cullis C., Dash P. K., Kumar P. A., Cloutier S., Sharpe A. G., Wong G. K. S., Wang J., Deyholos M. K. The genome of flax (*Linum usitatissimum*) assembled de novo from short shotgun sequence reads // The Plant Journal, 2012, vol. 72, pp. 461–473, doi: 10.1111/j.1365-313X.2012.05093.x

СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-96-112

УДК 581.9

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

П. В. Веселова

АНТРОПОФИЛЬНЫЕ BRASSICACEAE BURNETT СЕВЕРНОГО ТУРАНА (КОНСПЕКТ ВИДОВ)

Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Институт ботаники и фитоинтродукции» Министерства образования и науки Республики Казахстан, 050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Тимирязева 36Д, e-mail: pol_ves@mail.ru

Ключевые слова:

сем. Brassicaceae, Северный Туран, вторичные местообитания

Поступление:
18.05.2017

Принято:
12.06.2017

Актуальность. Семейство Brassicaceae Burnett принадлежит к пятерке ведущих семейств во флоре Казахстана. Его представители обладают хорошей адаптацией к условиям Туранских пустынь. Большинство из них имеют антропофильный характер распространения и служат индикатором состояния флоры и растительности. Целью настоящих исследований является выявление антропофильных представителей сем. Brassicaceae флоры Северного Турана. **Материалы и методы.** Материалом к написанию работы явились многолетние (2001–2016 гг.) исследования состава, географии и экологической приуроченности представителей сем. Brassicaceae флоры Северного Турана и смежных территорий. Основными методами исследования являлись маршрутно-полевой, географо-морфологический и ботанико-географический, а также научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан, а также критический просмотр коллекционных материалов. **Результаты.** В результате изучения видового состава сем. Brassicaceae флоры Северного Турана выявлено 96 видов, обладающих антропофильным характером. 33 из них являются родичами культурных растений. Всего же во флоре Северного Турана на настоящий момент отмечено 134 вида сем. Brassicaceae.

SYSTEMATICS, PHYLOGENY AND GEOGRAPHY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-96-112

ORIGINAL ARTICLE

P. V. Vesselova

Republican State Enterprise on the
right of economic management
“Institute of Botany and Phyto-In-
trusion” of the Ministry of Educa-
tion and Science of the Republic of
Kazakhstan; 050040, Republic of
Kazakhstan, Almaty, Timiryazev
Str. 36D,
e-mail: pol_ves@mail.ru

ANTHROPOPHILOUS REPRESENTATIVES OF BRASSICACEAE BURNETT OF THE NORTHERN TURAN (CONSPECTUS OF SPECIES)

Keywords:

*Brassicaceae family, the Northern
Turan, the secondary habitats*

Received:

18.05.2017

Accepted:

12.06.2017

Background. The Brassicaceae Burnett family belongs to the five of the leading families in flora of Kazakhstan. Its representatives possess good adaptation to conditions of the Turan deserts. Most of them have the anthropophilous nature of distribution and serve as the indicator of a condition of flora and vegetation. The purpose of the present research was identification of the anthropophilous representatives of Brassicaceae family of the Northern Turan flora. **Materials and methods.** Materials to writing this work were long-term (2001-2016) researches of the structure, geography and ecological confinedness of the representatives of Brassicaceae family of flora of the Northern Turan and the contiguous territories. The main methods of the research were route and field, geography-morphological and botany-geographical methods, and also the scientific-methodical instructions on monitoring the lands of the Republic of Kazakhstan and critical viewing of collection materials were used. **Results.** As a result of studying of species composition of the Cruciferous of flora of the Northern Turan 96 species having anthropophilous character were revealed. 33 species among them were the relatives of cultivated plants. In total in the Northern Turan's flora 134 species of Brassicaceae family were currently noted.

Введение

Современный период развития аридных территорий Казахстана характеризуется интенсификацией процессов опустынивания, в значительной степени обусловленных антропогенным влиянием. Пустынные экосистемы весьма уязвимы, нерациональное природопользование может в самом ближайшем времени привести к потере их социальной и экономической значимости.

Во флоре пустынь Северного Турана сем. Brassicaceae Burnett – капустные (крестоцветные) входят в пятерку ведущих (Kurochkina, 1978; Safronova, 1996 и др.) по числу своих представителей семейств. С одной стороны, они обладают хорошей адаптацией к условиям Туранских пустынь, а с другой – в большинстве своем имеют антропофильный характер распространения. В связи с чем в пустынных регионах на территориях, подверженных различного рода влияниям видовой состав сем. Brassicaceae служит довольно надежным индикатором состояния флоры и растительности.

Вместе с тем поселяясь первыми на нарушенных землях, антропофильные представители семейства играют важную роль пионеров зарастания (восстановления) растительности. Причем многие из них являются дикими родичами культурных растений.

Основная цель исследований, результаты которых представлены в настоящей статье, заключалась в выявлении видового состава антропофильных представителей сем. Brassicaceae флоры Северного Турана, особенностей их распределения и экологической приуроченности в пределах Северотуранской ботанико-географической подпровинции.

Материал и методика

Помимо данных полевых исследований и камеральной обработки собранного более чем за 15 лет (2001–2016 гг.) гербарного материала (Vesselova, 2013a; 2013b; 2015; 2016) к анализу привлечены результаты критического просмотра коллекционных материалов, хранящихся в фондах следующих научно-исследовательских учреждений ботанического профиля: Гербария (АА) Института ботаники и фитоинтродукции и Комплексного изыскательского отделения КазГИПРОЗема

(г. Алматы, Казахстан); Гербария (FRU) Биолого-почвенного института (г. Бишкек, Кыргызстан), Гербария (MW) Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова (г. Москва, Россия), Гербария (LE) Ботанического Института им. В. Л. Комарова (г. Санкт-Петербург), Гербария (WIR) Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, Гербария (ТК) Томского государственного университета (г. Томск), Гербария (ALTB) Алтайского Государственного университета (г. Барнаул).

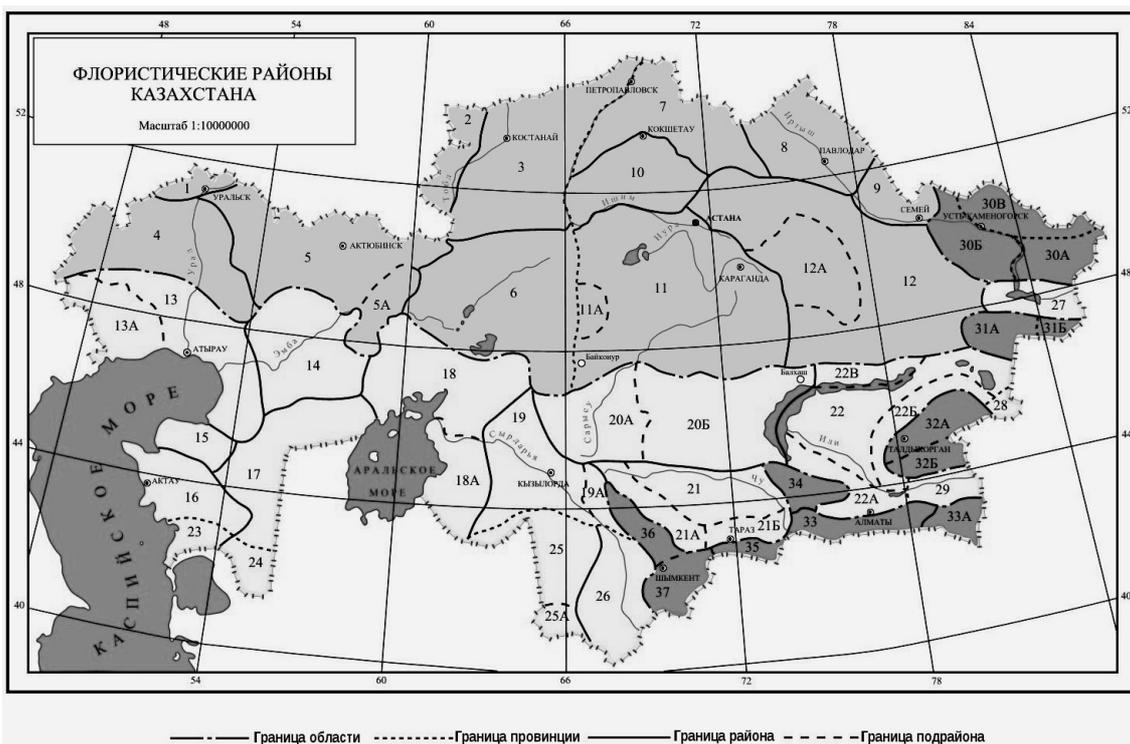
При составлении конспекта сем. Brassicaceae Северного Турана и идентификации гербарного материала были использованы фундаментальные флористические сводки, охватывающие в том числе те или иные районы северотуранских пустынь: «Фора Казахстана» (Vassiliyeva, 1961), «Определитель растений Средней Азии» (Determinant of plants of Central Asia. 1974), «Флора Европейской части СССР» (Kotov, 1979), а также монографии Н.В. Дорофеева «Крестоцветные (Cruciferae Juss.) Европейской России» (Dorofeyev, 2002) Кроме того, для составления номенклатурных абзацев были использованы работы Al-Shehbaz I. A., (Al-Shehbaz 1999; 2002; 2007) и Герман Д. В. (German 2002; 2010; 2015).

В процессе работы над конспектом видов были проанализированы и учтены также данные, приводимые в работах по флоре и растительности: песчаных пустынь Казахстана (Kurochkina, 1978), пустынь Мангышлака (Safronova, 1996), Астраханской области (Laktionov, 2010) и др.

Приводимый конспект антропофильных видов сем. Brassicaceae Северного Турана составлен в соответствии с филогенетической системой крестоцветных, предложенной Р.В. Камелиным (Kamelin, 2002).

Северный Туран принимается нами согласно схеме ботанико-географического районирования Казахстана, предложенной в 1992 году Е. И. Рачковской и И. Н. Сафроновой (Rachkovskaya, Volkova, Khramtsov, 2003).

Для демонстрации особенностей распределения видов сем. Brassicaceae в пределах Северного Турана (рисунок) мы опирались на обновленную схему флористического районирования Казахстана (Aralbayev, 2002).



Флористические районы Северотуранской провинции: 13 – Прикаспийский; 13а – Букеевский; 14 – Эмбинский, 15 – Бозашы, 16 – Мангыстау, 17 – Северный Устюрт, 18 – Южный Тургай – Приаралье, 18а – Восточное Приаралье (Северные Кызылкумы); 19 – Сырдарья, 20 – Бетпақдала, 21 – Муюнкумы, 22 – Балхаш-Алакольский, 22в – Северное Прибалхашье (приведено по Aralbayev, 2002)
 Floristic regions of the Northern Turan province: 13 – Peri-Caspian; 13a – Bukeyevskiy; 14 – Embinskiy, 15 – Bozashy, 16 – Mangistau, 17 – Northern Ustyurt, 18 – Southern Turgay – Peri-Aral, 18a – Eastern Peri-Aral (Northern Kyzylkums); 19 – Syrdarya, 20 – Betpakdala, 21 – Moyun-kums, 22 – Balkhash-Alakolskiy, 22в – Northern Peri-Balkhash (based on Aralbayev, 2002)

В нижеследующем конспекте представлены выявленные в процессе изучения виды сем. Brassicaceae северотуранских пустынь, встречающиеся на нарушенных местообитаниях, в том числе относящиеся к диким родичам культурных растений (отмечены знаком «*»).

Оценка нарушенности местообитаний определялась по шкале степени нарушенности, применяемой при ботанико-экологических обследованиях используемых земель,

включая нефтяные месторождения (Veselova, 2013a).

В тексте конспекта приняты следующие сокращения: ПК – Прикаспийская подпровинция, ЗСТ – Западно-Северотуранская подпровинция, ЦСТ – Центрально-Северотуранская подпровинция, ВСТ – Восточно-северотуранская подпровинция, СУ – сельскохозяйственные угодья, ТНЗ – техногенно-нарушенные земли, СЗ – селитебная зона.

Результаты Конспект антропофильных видов сем. Brassicaceae Burnett Северного Турана

1. Megacarpaе

1. **Megacarpa megalocarpa* (Fisch. ex DC.) Schischk. ex V. Fedtsch. 1939, Фл. СССР, 8: 543. – *Biscutella megalocarpa* Fisch. ex DC. 1811, Ann. Mus. Hist. Nat. 18: 297.

Многолетник; цветет III-IV, плодоносит IV-VII. Северный Туран: ЗСТ (14, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в).

Вторичные местообитания: СУ (пастбища), ТНЗ (обочины дорог); СЗ (сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо- и средненарушенных участках.

2. **M. iliensis* Golosk. et Vass. 1950, in Not. Syst. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. URSS 12: 101.

Многолетник; цветет V, плодоносит VI. Северный Туран: ЗСТ (18, 18а); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Эндемичный вид. Вторичные местообитания: СУ (пастбища), ТНЗ (обочины дорог, свалки бытовых отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

2. Brassiceae

Moricandiinae

3. *Diploaxis muralis* (L.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 634. – *Sisymbrium murale* L. 1753, Sp. Pl. 1: 658.

Однолетник; цветет VI-VII, плодоносит VII-VIII. Северный Туран: ЗСТ (13 – занос). Вторичные местообитания: ТНЗ (строительные площадки, железнодорожные насыпи); СЗ (населенные пункты). Встречается на сильно- и очень сильно нарушенных участках.

4. *Conringia orientalis* (L.) C. Presl, 1826, Fl. Sicula 1: 79. – *Brassica orientalis* L. 1753, Sp. Pl. 1: 666. – *Erysimum orientale* (L.) Crantz, 1769, Class. Crucif. Emend.: 116, non Mill. (1768).

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (18, 18а). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сорные места). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

5. *C. planisiliqua* Fisch. et C.A. Mey. 1837, Ind. Sem. Hort. Petrop. 3: 32. – *Erysimum planisiliquum* (Fisch. et C.A. Mey.) Steud. 1840, Nom. Bot., ed. 2, 1: 594.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно). Встречается на средне- и сильно нарушенных участках.

Brassicinae

6. **Sinapis arvensis* L. 1753, Sp. Pl. 2: 663. – *Brassica sinapistrum* Boiss. 1839, Voy. Bot. Esp. 2: 39. – *B. arvensis* (L.) Rabenh. 1839, Fl. Lusitan. 1: 184, non L. (1753).

Однолетник; цветет и плодоносит V-VI. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 15, 16,

18, 18а, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

7. **Brassica campestris* L. 1753, Sp. Pl. 2: 666. – *B. rapa* auct. non L.: 1753, Sp. Pl.: 666.

Одно-двулетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (18, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

8. **B. juncea* (L.) Czern. 1859, Consp. Pl. Charc.: 8. – *Sinapis juncea* L. 1753, Sp. Pl. 2: 668.

Двулетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (14, 17, 18, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

9. **Raphanus raphanistrum* L. 1753, Sp. Pl.: 669. – *R. candidus* Vorosch. 1947, Bull. Soc. Nat. Mosc., nov. ser., 52, 2: 48.

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (19); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, огороды, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов).

10. **R. sativus* L. 1753, Sp. Pl.: 669. – *R. raphanistrum* var. *sativus* (L.) Schmalh. 1895, Фл. Ср. Южн. Росс. Крыма и Сев. Кавк. 1: 81.

Одно-двулетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: разводится повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи).

11. **Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turz.) Cruchet, 1902, Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.: 333. – *Brassica armoracioides* Czern. ex Turcz. 1854, Bull. Soc. Nat. Mosc., 27, 2, 4: 311. – *B. elongata* auct. non Ehrh.: Синск. 1939, Фл. СССР, 8: 464.

Многолетник; цветет и плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 16, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, откосы дамб, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

12. **Eruca sativa* Mill. 1768, Gard. Dict. ed. 8, no. 1. – *E. vesicaria* auct. non (L.) Cav. – *Brassica eruca* L. 1753, Sp. Pl.: 667.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

Crambinae

13. **Crambe edentula* Fisch. et C.A. Mey. ex Korsh. 1898, in Bull. Acad. Sci. Petersb. 5 ser. 9, 5: 421, excl. spec. Becker.

Многолетник. Цветет и плодоносит IV-V. Северный Туран: ЗСТ (16, 17). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (карьеры); СЗ (сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

14. **C. tataria* Sebeók, 1779, Diss. Tatar. Hungar.: 7.

Многолетник; цветет IV-VI, плодоносит V-VII. Северный Туран: ЗСТ (13). Вторичные местообитания: ТНЗ (карьеры). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

3. Parabrassicaceae

Isatidinae

15. *Isatis emarginata* Kar. et Kir. 1842, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 15: 126. – *I. violascens* Bunge, 1847, in Arb. Nat. Ver. Riga, 1: 166.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18a, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (кладбища, иногда также сорные места). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

16. *I. sabulosa* Steven ex Ledeb. 1841, Fl. Ross. 1: 212.

Двулетник; цветет и плодоносит V-VI. Северный Туран: ПК (13a); ЗСТ (13, 14, 18). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

17. *I. costata* C.A. Mey., 1831, in Ledeb., Fl. Alt. 3: 204. – *I. tinctoria* auct. non L.: 1753, Sp. Pl.: 670.

Однолетник-двулетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (13, 14, 18, 18a, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (сорные места – не часто). Встречается на слабо и средне нарушенных участках.

18. *I. minima* Bunge, 1843, Del. Sem. Horti Bot. Dorpat. VII.

Однолетник; цветет (III)IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18a, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, реже на сильно нарушенных участках.

19. *Pachypterygium multicaule* (Kar. et Kir.) Bunge, 1843, Del. Sem. Horti Bot. Dorpat. 1: 8. – *Pachypterys multicaulis* Kar. et Kir. 1842, Bull. Soc. Nat. Mosc. 15 (1): 159. – *Isatis multicaulis* (Kar. et Kir.) Jafri, 1973, Fl. West Pakistan 55: 72.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: ЗСТ (13, 16, 17, 18, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища). Встречается на слабо, реже на средне нарушенных участках.

20. *Tauscheria lasiocarpa* Fisch. ex DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 563. – *Isatis gymnocarpa* (Fisch. ex DC.) Al-Shehbaz, Moazzeni et Mummenhoff, 2012, Taxon 61 (5): 948. – *T. gymnocarpa* Fisch. ex DC., 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 564. – *T. desertorum* Ledeb. 1830, Ic. Pl. Fl. Ross. 2: 139. – *T. oblonga* Vass. 1939, Фл. СССР, 8: 643, 229.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы – изредка, пастбища), ТНЗ (обочины дорог, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты). Встречается на слабо-, средне- и сильно- нарушенных участках.

Chorisporinae

21. *Goldbachia laevigata* (Bieb.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 577. – *Raphanus laevigatus* Bieb. 1808, Fl. Taur.-Cauc. 2: 129. – *G. reticulata* (Kuntze) Vass. 1939, Фл. СССР, 8: 644.

Однолетник; цветет IV, плодоносит V. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, реже средне нарушенных участках.

22. *G. torulosa* DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 577. – *G. laevigata* var. *ascendens* Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 243, quoad syn. *G. torulosa*. – *G. laevigata* var. *ascendens* f. *torulosa* (DC.) Kuntze, 1887, in АНР. 10: 166.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

23. *G. pendula* Botsch. 1963, Бот. мат. (Ленинград), 22: 140.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

24. *Chorispora tenella* (Pall.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 435. – *Raphanus tenellus* Pall. 1776, Reise, 3: 741.

Однолетник; цветет (III)IV-V, плодоносит (V)VI-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (межи, залежи, сенокосы, пастбища), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встреча-

ется на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно (реже) нарушенных участках.

25. *Spirorrhynchus sabulosus* Kar. et Kir. 1842, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 15: 160.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (16, 17, 18а, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

Buniinae

26. *Bunias cochlearioides* Murray, 1778, Novi Comment. Soc. Reg. Sci. Gotting. 8: 42, tab. 3.

Двулетник; цветет (V)VI, плодоносит VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 19). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы); ТНЗ (обочины дорог). Встречается на средне- и сильно и очень сильно нарушенных участках.

27. *Neslia paniculata* (L.) Desv. 1815, Journ. Bot. Appl. (Paris) 3, 4: 162. – *Myagrum paniculatum* L. 1753, Sp. Pl. 2: 641.

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-X. Северный Туран: ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

28. *Litwinowia tenuissima* (Pall.) Woron. ex Pavl. 15.12.1934, Fl. Centr. Kaz. 2: 302. – *Vella tenuissima* Pall. 1776, Reise, 3: 780. – *Euclidium tenuissimum* (Pall.) B. Fedtsch. 1904, Bull. Herb. Boiss. 2, 4: 915. – *Litwinowia tenuissima* (Pall.) N. Busch ex Jarm. 19.12.1934, Сорн. раст. СССР, 3: 105. – *L. tenuissima* (Pall.) N. Busch ex Vass. 1939, Фл. СССР, 8: 327.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, пастбища), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, у арыков, сорные места). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

29. *Octoceras lehmannianum* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1, 2: 158.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

30. *Euclidium syriacum* (L.) W.T. Aiton, 1812, Hort. Kew. 2 ed. 4: 74. *Anastatica syriaca* L. 1763. Sp. Pl. ed. 2: 895. – *Myagrimum rigidum* Pall. 1776, Reise 3: 741. – *Bunias syriaca* (L.) Gaertn. 1791, Sem. 2: 290. – *Soria syriaca* (L.) Desv. 1813, in Journ. Bot. 3: 168.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

4. Matthioleae

31. **Matthiola robusta* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1(2): 137.

Многолетник; цветет V, плодоносит VI. Северный Туран: ЗСТ (15, 16, 17). Вторичные местообитания: ТНЗ (меловые карьеры). Встречается на слабо-, реже средне нарушенных участках.

32. **M. tatarica* (Pall.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 170. – *Hesperis tatarica* Pall. 1771, Reise 1: 497.

Многолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 14, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20). Вторичные местообитания: ТНЗ (меловые карьеры). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

33. **M. stoddartii* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1(2): 137.

Однолетник; цветет и плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

34. *Tetracme quadricornis* (Steph. ex Willd.) Bunge, 1836, Del. Sem. Horti Bot. Dorpat.: 8. – *Erysimum quadricorne* Steph. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3 (1): 514. – *Notoceras quadricorne* (Steph.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 204.

Однолетник; цветет IV-VI, плодоносит V-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища); СЗ (заброшенные населенные пункты). Встречается на слабо-, реже средне нарушенных участках.

35. *T. recurvata* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1, 2: 158.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища); СЗ (огороды). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

5. Lepidieae

Lepidiinae

36. **Lepidium densiflorum* Schrad. 1832, Ind. Sem. Horti Gotting.: 4. – *L. apetalum* auct. Non Willd.: Н. Буш, 1939, Фл. СССР, 8: 508.

Однолетник; цветет V-VII, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13). Вторичные местообитания: СУ (залежи, сенокосы); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, свалки производственных отходов); СЗ (сорные места). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

37. **L. ruderales* L. 1753, Sp. Pl. 1: 645.

Однолетник-двулетник; цветет IV-V, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

38. **L. pinnatifidum* Ledeb. 1841, Fl. Ross. 1, 1: 206. – *L. fastigiatum* Ledeb. 1841, Fl. Ross. 1, 1: 205.

Однолетник-двулетник; цветет IV-V, плодоносит VI-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, карьеры, строительные площадки); СЗ (огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

39. **L. perfoliatum* L. 1753, Sp. Pl. 2: 643.

Однолетник-двулетник; цветет III-V, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (огороды, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

40. **L. cartilagineum* (J. Mayer) Thell. 1906, Viert. Naturf. Ges. Zürich 51: 173. – *Thlaspi cartilagineum* J. Mayer, 1786, Abh. Böhm. Ges. Wiss. (Math.-Nat.) 2: 235. – *L. crassifolium* Waldst. et Kit. 1799, Descr. Icon. Pl. Rar. Hung. 1: 4.

Многолетник; цветет IV-V, плодоносит VII-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (сенокосы, пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

41. **L. latifolium* L. 1753, Sp. Pl. 1: 644.

Многолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-IX. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, карьеры); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

42. **L. obtusum* Basin. 1844, Bull. Acad. Sci. Pétersb. 2: 203. – *L. latifolium* auct. non L., p. p. – *L. deserti* Pavl. 1952, in Вестн. АН КазССР, 5: 86.

Многолетник; цветет V-VII, плодоносит VII-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

43. **L. amplexicaule* Willd. 1800, Sp. Pl. 3: 436.

Многолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (18, 18а, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, карьеры); СЗ (населенные пункты). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

44. **L. cordatum* Willd. ex Steven, 1821, in DC., Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 554.

Многолетник; цветет VI-VII, плодоносит VIII-IX. Северный Туран: ЗСТ (18, 18а, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (сенокосы, посевы – не часто). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

45. **L. soongoricum* Schrenk, 1841, in Fisch. et Mey., Enum. Pl. Nov. 1: 98. – *L. coronopifolium* var. *songoricum* Trautv. 1860, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 33, 1: 126.

Многолетник; цветет V-VI, плодоносит VII-VIII. Северный Туран: ЗСТ (14, 16, 18, 18а, 19); ЦСТ (20). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

46. *Cardaria draba* (L.) Desv. 1814, Journ. Bot. Appl. (Paris) 3: 163. – *Lepidium draba* L. 1753, Sp. Pl. 1: 645. – *Nasturtium draba* (L.) Kuntze, 1891, Revis. Gen. 2: 937.

Многолетник; цветет III-IV, плодоносит V-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

47. *C. chalepensis* (L.) Hand.-Mazz., 1913, in Ann. K. K. Naturhist. Hofmus. 27: 55. – *L. chalepense* L. 1756, Cent. Pl. 2: 23. – *Cardaria repens* (Schrenk) Jarm. 1934, in Veeds URSS 3: 28. – *Physolepidion repens* Schrenk, 1841, in Fisch. et Mey., Enum. Pl. Nov. 1: 97.

– *Lepidium repens* (Schrenk) Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 356. – *Hymenophysa macrocarpa* Franch. 1883, in Ann. Sci. Nat. Bot. 6 ser. 15: 233. – *Nasturtium repens* (Schrenk) Kuntze, 1891, Revis. Gen. 2: 937.

Многолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (карьеры); СЗ (огороды, сады).

48. *C. pubescens* (C. A. Mey.) Jarm. 1934, Weed Fl. USSR 3: 29.16. – *Lepidium apelianum* Al-Shehbaz, 2002, Novon, 12 (1): 7, non *L. pubescens* Desv. (1815), nec Tineo (1827). – *Hymenophysa pubescens* C.A. Mey. 1830, in Ledeb., Icon. Pl. Fl. Ross. 2: 20.

Многолетник; цветет IV-VI, плодоносит VI-IX. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

Cochleariinae

49. *Hornungia procumbens* (L.) Hayek, 1925, Feddes Repert. 30: 480. – *Lepidium procumbens* L. 1753, Sp. Pl. 2: 643. – *Hymenolobus procumbens* (L.) Nutt. ex Schinz et Thell. 1921, in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 66: 285. – *Capsella elliptica* C.A. Mey. 1831, Verz. Pfl. Cauc.: 194. – *Hutchinsia procumbens* Desv. 1814, in Journ. bot. 3: 168.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит V-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 16, 17, 18, 18а); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); СЗ (сады). Встречается на слабо-, реже также средне нарушенных участках.

Camelininae

50. **Camelina sylvestris* Wallr. 1822, Sched. Crit. Pl. Halen. 1: 347. – *C. rumelica* subsp. *transcaspica* Hedge, 1968, Fl. Iran. Crucif. 57: 339.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит V-VIII. Северный Туран: ЗСТ (16, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, огороды, берега арыков). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

51. **C. microcarpa* Andr. ex DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 517.

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VII-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 18, 18а, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, огороды, сорные места). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

52. **C. sativa* (L.) Crantz, 1762, Stirp. Austr. Fasc. 1: 17. – *Myagrum sativum* L. 1753, Sp. Pl.: 641, p. p. – *Camelina glabrata* (DC.) Fritsch, 1897, Excursionsfl. Oesterr.: 247. – *C. caucasica* (Sinsk.) Vass. 1939, Фл. СССР, 8: 652.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: ПК (13а); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места, в том числе свалки). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

53. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. 1792, Pflanzengatt. 1: 85. – *Thlaspi bursa-pastoris* L. 1753, Sp. Pl. 2: 647.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит V-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

Thlaspidinae

54. *Thlaspi arvense* L. 1753, Sp. Pl. 2: 646.

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры); СЗ (населенные пункты, огороды, сады). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

55. *T. perfoliatum* L. 1753, Sp. Pl.: 646. – *Microthlaspi perfoliatum* (L.) F. K. Mey. 1973, Feddes Repert. 84, 5-6: 453.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (залежи, сенокосы); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места). Встречается на слабо-, средне- и реже на сильно нарушенных участках.

6. Sisymbrieae

Sisymbriinae

56. *Sisymbrium irio* L. 1753, Sp. Pl. 2: 659.

Двулетник; цветет III-V, плодоносит IV-VII. Северный Туран: ЗСТ (16). Вторичные местообитания: ТНЗ (обочины дорог, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты). Встречается на средне- и сильно нарушенных участках.

57. *S. loeselii* L. 1755, Cent. Pl. 1: 18. – *Leptacarpa loeselii* (L.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 202.

Одно-двулетник; цветет V-VII, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, вдоль арыков). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

58. *S. polymorphum* (Murr.) Roth, 1830, Mant. Bot. 2: 946. – *Brassica polymorpha* Murr. 1776, Novi Comment. Goetting. 7: 35. – *Sisymbrium junceum* (Willd.) M. Bieb. 1808, Fl. Taur.-Cauc. 2: 114.

Двулетник-многолетник; цветет IV-VI, плодоносит V-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (межи, залежи, сенокосы, пастбища); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

59. *S. altissimum* L. 1753, Sp. Pl. 2: 659.

Одно-двулетник; цветет IV-V, плодоносит V-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, строительные площадки, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты, сорные места). Встречается на слабо-, сред-

не-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

60. *S. volgensis* Bieb. ex Fourn. 1865, Rech. Fam. Crucif.: 97.

Многолетник; цветет V-VII, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: ЗСТ (13). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

61. *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, 1891, in Engl. und Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3, 2: 192. – *Sisymbrium sophia* L. 1753, Sp. Pl. 2: 659.

Однолетник; цветет и плодоносит V-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, сенокосы, пастбища), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, у арыков, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

Brayinae

62. *Neotorularia torulosa* (Desf.) Hedge et J. Léonard, 1986, Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 56 (3-4): 393. – *Sisymbrium torulosum* Desf. 1800, Fl. Atlant. 2: 84. – *Malcolmia torulosa* (Desf.) Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 225. – *Torularia torulosa* (Desf.) O.E. Schulz, 1924, in Engl. Pflanzenr. Herb. 86: 214.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит IV-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18а). Вторичные местообитания: СУ (посевы, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (сорные места). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

63. **Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. 1842, in Holl et Heynh., Fl. Sachs. 1: 538. – *Arabis thaliana* L. 1753, Sp. Pl. 2: 665.

Одно-двулетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (14, 18); ВСТ (22в). Вторичные местообитания: ТНЗ (обочины дорог – иногда). Встречается на слабо-, реже на средне- нарушенных участках.

64. **A. toxophilla* (Bieb.) N. Busch, 1909, Fl. Cauc. Crit. 3, 4: 457, 466. – *Sisymbrium toxophyllum* (Bieb.) C.A. Mey. 1831, in Ledeb. Fl. Alt. 3: 142. – *Pseudoarabidopsis toxophilla* (Bieb.) Al-Shehbaz, O’Kane et Price, 1999, Novon, 9, 3: 304. – *Thellungiella toxophylla* (Bieb.) V.I. Dorof. 2002, Turczaninowia 5, 3: 111.

Двулетник- многолетник; цветет и плодоносит V-VI. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 18); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

65. *Olimarabidopsis pumila* (Čelak.) Al-Shehbaz, O’Kane et Price, 1999, Novon, 9 (3): 303. – *Sisymbrium pumilum* Steph. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3: 507, nom. illeg., non Lam., 1779. – *Stenophragma pumilum* Čelak. 1872, Flora 55: 442. – *Arabidopsis pumila* (Čelak.) N. Busch, 1909, Fl. Cauc. crit. 3, 4: 465. – *Thellungiella pumila* (Čelak.) V.I. Dorof. 2002, Turczaninowia 5, 3: 110. – *Calymmatium pumilum* (Čelak.) D.A. German, 2010, Komarovia 6 (2): 86.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит IV-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

66. *Streptoloma desertorum* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1: 155.

Однолетник; цветет III-V(VI), плодоносит (IV)V-VI. Северный Туран: ЗСТ (19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

7. Arabideae

Barbareae

67. *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, 1812, Hort. Kew., ed 2, 4: 109. – *B. arcuata* (Opiz ex J. Presl et C. Presl) Reichenb. 1822, Flora (Reichsb.) 5 (1): 296.

Двулетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 16, 18); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы), СЗ (вдоль арыков, огороды,

сады). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

68. *Rorippa palustris* (L.) Bess. 1822, Enum. Pl. Volhyn.: 27. – *Sisymbrium amphibium* L. [var.] *α palustre* L. 1753, Sp. Pl. 2: 657. – *Rorippa islandica* subsp. *fernaldiana* (Butters & Abbe) Hultén, 1967, Ark. Bot., n. s. 7 (1): 61. – *R. islandica* auct. non (Oeder) Borbás: Гроссгейм, 1950, Фл. Кавк. 2-е изд. 4: 197.

Однолетник-многолетник; цветет (IV)VI-VIII, плодоносит V-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 18, 18а, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы – иногда на орошаемых землях), СЗ (населенные пункты, огороды, сады, борта каналов, сорные места). Встречается в основном на слабо- и средне нарушенных участках.

69. **Armoracia rusticana* G. Gaertn., B. Mey. et Scherb. 1800, Fl. Wetterau, 2: 426. – *Cochlearia rusticana* Lam. 1778, Fl. Franc. 2: 471, nom. illeg. – *Cochlearia armoracia* L. 1753, Sp. Pl.: 648.

Многолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (13). Вторичные местообитания: СЗ (населенные пункты, огороды). Встречается на средне- и сильно нарушенных участках.

Arabidinae

70. *Drabopsis nuda* (Bélang.) Stapf, 1886, in Bot. Ergebn. Polak. Exped. Persien. 2: 30. – *Arabis nuda* Bélang. 1834, Voy. Ind. Orient. Bot. Pl. fig. A, sine descr. nec. tab. num. – *D. verna* K. Koch, 1841, in Linnaea 15: 523. – *Sisymbrium vernum* (K. Koch,) Seidlitz. 1857, in Bot. Ergebn.: 76. – *S. nudum* (Bélang.) Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 214. – *Arabidopsis verna* (K. Koch) N. Busch, 1909, Fl. Cauc. Crit. 3, 4: 460. – *Stenophragma nudum* (Bélang.) V. Fedtsch. 1915, Раст. Турк.: 457.

Однолетник; цветет и плодоносит III-VII. Северный Туран: ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, строительные площадки). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

Erysiminae

71. *Erysimum repandum* L. 1764, Amoen. Acad. 3: 415.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 18, 19); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, сорные места). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

72. *E. leucanthemum* (Steph. ex Willd.) B. Fedtsch. 1904, Acta Horti Petrop. 23, 2: 413. – *Cheiranthus leucanthemus* Steph. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3, 1: 521. – *E. versicolor* (M. Bieb.) Andr. ex Bess., nom. illeg. superfl.

Двулетник; цветет и плодоносит IV-V. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 16, 17, 18, 18а); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (межи, сенокосы, пастбища). Встречается на слабо-, иногда также на средне нарушенных участках.

73. *E. canescens* Roth, 1797, Catal. Bot. 1: 76. – *Cheirinia canescens* (Roth) Link, 1822, Enum. Pl. Berol. 2: 171. – *Erysimastrum canescens* (Roth) Rupr. 1869, Mem. Acad. Sci. Peters. (Sci. Phys. Math.) ser. 7, 15, 2: 75. – *Erysimum andrzejowskianum* Bess. ex DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 502. – *E. difusum* auct. non Ehrh.: 1792, Beitr. 7: 157.

Двулетник-многолетник; цветет V-VII, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: ЗСТ (17); ЦСТ (21); ВСТ (22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, реже посевы и пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно). Встречается на слабо- и средне-, реже на сильно и очень сильно нарушенных участках.

74. *Syrenia montana* (Pall.) Klok. 1953, in Фл. УРСР, 5: 505. – *Cheiranthus montanus* Pall. 1771, Reise Russ. Reich. 1: 115. – *Erysimum quadrangulum* Desf. 1804, Tabl. École Bot., ed. 1: 129. – *E. sessiliflorum* W.T. Aiton, 1812, Hortus Kew., ed. 2, 4: 116. – *Syrenia sessiliflora* (W.T. Aiton) Ledeb. 1841, Fl. Ross. 1, 1: 193.

Двулетник; цветет и плодоносит VI-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 17, 18, 18а); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, песчаные карьеры). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

75. *S. siliculosa* (Bieb.) Andr. 1821, in DC. Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 491. – *Cheiranthus siliculosus* Bieb. 1808, Fl. Taur.-Cauc. 2:

121. – *Erysimum siliculosum* (Bieb.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 491.

Двулетник; цветет V-VIII, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 15, 16, 17, 18, 18а); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (сенокосы, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, карьеры). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

Hesperidinae

76. *Strigosella turkestanica* (Litv.) Botsch. 1972, Бот. журн. 57, 9: 1045. – *Malcolmia turkestanica* Litv. 1902, in Sched. Herb. Fl. Ross. 4: 32, no. 1005. – *M. bungei* var. *lasiocarpa* Regel, 1870, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 43, 2: 271. – *M. bungei* var. *macrantha* Regel, 1870, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 43, 2: 271.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит IV-VII. Северный Туран: ЗСТ (16, 19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенных участках.

77. *S. hispida* (Litv.) Botsch. 1972, Бот. журн. 57, 9: 1041. – *Malcolmia hispida* Litv. 1902, in Trav. Mus. Bot. Acad. Sci. Petersb. 1: 37.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит V-VI. Северный Туран: ЗСТ (13, 16); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты). Встречается на слабо-, средне- сильно- и очень сильно нарушенные участки.

78. *S. africana* (L.) Botsch. 1972, Бот. журн. 57, 9: 1038. – *Hesperis africana* L. 1753, Sp. Pl. 2: 663. – *Malcolmia africana* (L.) W. T. Aiton, 1812, Hort. Kew., ed. 2, 4: 121. – *S. africana* var. *laxa* (Lam.) Botsch. 1972, Бот. журн. 57 (9): 1038.

Однолетник; цветет III-VI, плодоносит IV-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

79. *S. trichocarpa* (Boiss. et Buhse) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1038. – *Malcolmia trichocarpa* Boiss. et Buhse, 1860, Nov. Mem. Soc. Nat. Mosc. 12: 21.

Однолетник; цветет III-VI, плодоносит IV-VII(VIII). Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 18, 18а, 19); ЦСТ (20); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

80. *S. stenopetala* (Fisch. et C. A. Mey.) Botsch. 1972. Бот. журн., 57, 9: 1040. – *Malcolmia africana* var. *stenopetala* Fisch. et C. A. Mey. 1835, in Ind. Sem. Horti Bot. Petrop. 1: 11, 33. – *M. stenopetala* (Fisch. et C. A. Mey.) Ledeb. 1841, Fl. Ross. 1 (1): 170.

Однолетник; цветет III-VI, плодоносит IV-VII(VIII). Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); СЗ (огороды, сады, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

81. *S. grandiflora* (Bunge) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1044. – *Dontostemon grandiflorus* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1, 2: 147. – *Malcolmia bungei* Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 226. – *M. grandiflora* (Bunge) Kuntze, 1887, in ANP, 10, 1: 167.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит IV-V. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 19). Вторичные местообитания: СУ (межи, пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

82. *S. circinata* (Bunge) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1049. – *Dontostemon circinatus* Bunge, 1847, in Arb. Naturf. Ver. Riga 1, 2: 148. – *Malcolmia circinata* (Bunge) Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 227.

Однолетник-двулетник; цветет III-IV, плодоносит IV-V. Северный Туран: ЗСТ (15, 16, 17, 18, 18а, 19); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (пастбища). Встречается на слабо-, реже на средне нарушенных участках.

83. *S. brevipes* (Bunge) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1041. – “*Sisymbrium brevipes*

var. *siliquis contortuplicatis*” Kar. et Kir. 1842, Bull. Soc. Nat. Mosc. 15: 155. – *Dontostemon brevipes* Bunge, 1847, Arb. Naturf. Veg. Riga 1 (2): 149. – *Malcolmia karelinii* Lipsky, 1903, Vid. Medd. Dansk. Nat. Foren Kjobenhavn 25: 139.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит IV-VI. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно); СЗ (населенные пункты, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

84. *S. scorpioides* (Bunge) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1041. – *Dontostemon scorpioides* Bunge, 1847, Arb. Naturf. Veg. Riga 1 (2): 150. – *Malcolmia scorpioides* (Bunge) Boiss. 1867, Fl. Or. 1: 225. – *M. multisiliqua* Vass. 1939, in Фл. СССР, 8: 647, 282.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит V-VI(VII). Северный Туран: ЗСТ (15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (межи, залежи, пастбища); ТНЗ (заброшенные карьеры, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

85. *S. intermedia* (C. A. Mey.) Botsch. 1972. Бот. журн. 57, 9: 1040. – *Malcolmia intermedia* C. A. Mey. 1831. Verz. Pfl. Cauc. 1: 186.

Однолетник-двулетник; цветет III-V, плодоносит IV-VII(VIII). Северный Туран: ЗСТ (13, 14, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, откосы железнодорожного полотна). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

86. *Cryptospora falcata* Kar. et Kir. 1842, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 15: 161. – *Maximowasia falcata* (Kar. et Kir.) Kuntze, 1891, Revis. Gen. Plant. 1: 3.

Однолетник; цветет (IV)V-VI, плодоносит (V)VI. Северный Туран: ЗСТ (16, 17); ВСТ (22). Места произрастания: мелкоземистые, щебнистые и каменистые склоны пустынных

низкогорий и чинков, опесчаненные участки глинистых пустынь, пески. Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог). Встречается на слабо-, средне- и реже на сильно нарушенных участках.

87. *Diptychocarpus strictus* (Fisch. ex Bieb.) Trautv. 1860, in Bull. Soc. Nat. Mosc. 33(1): 108. – *Raphanus strictus* Fisch. ex Bieb. 1819, Fl. Taur.-Cauc. 3: 452. – *Chorispora stricta* (Fisch. ex Bieb.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 436. – *Matthiola fischeri* Bernh. 1837, in Linnaea 11: 85.

Однолетник; цветет IV-V, плодоносит (V)VI-VIII. Северный Туран: ЗСТ (13, 15, 16, 17, 18, 18а, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); СЗ (огороды, сады, кладбища). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и редко на сильно нарушенных участках.

88. *Leptaleum filifolium* (Willd.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 511. – *Sisymbrium filifolium* Willd. 1800, Sp. Pl. 3, 1: 495.

Однолетник; цветет III-V, плодоносит VI-VIII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

89. *Sterigmostemum caspicum* (Lam.) Rupr. 1869, Mém. Acad. Imp. Sci. St.-Pétersb., sér. 7, 15(2): 95. – *Cheiranthus caspicus* Lam., 1794, in Pall., Reise Russ. Reich. 8 (App.): 348. – *S. tomentosum* (Willd.) Bieb. 1819, Fl. Taur.-Cauc. 3: 444. – *Ch. tomentosum* Willd. 1800, Sp. Pl. 3: 523. – *Sterigma tomentosum* (Willd.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 579.

Многолетник; цветет IV-V, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 15, 16, 17, 18, 18а); ВСТ (22в). Вторичные местообитания: СУ (залежи, пастбища). ТНЗ (меловые карьеры). Встречается на слабо-, реже средне нарушенных участках.

Drabinae

90. *Draba nemorosa* L. 1753, Sp. Pl.: 643. – *D. nemoralis* Bieb. 1808, Fl. Taur.-Cauc. 2:

95. – *D. macroloba* Turcz. 1854, Bull. Soc. Nat. Mosc., 27, 4: 341.

Однолетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ЗСТ (13, 18); ЦСТ (20); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (залежи, сенокосы, пастбища). Встречается на слабо- и средне нарушенных участках.

91. *Erophila verna* (L.) Bess. 1822, Enum. Pl. Volh.: 71. – *Draba verna* L. 1753, Sp. Pl.: 642. – *Erophila vulgaris* DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 356.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит IV-V. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 15, 16, 18). Вторичные местообитания: СУ (у колодцев на пастбищах); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, сорные места близ родников). Встречается на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках.

Alyssinae

92. **Alyssum desertorum* Stapf, 1886, Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturwiss. Kl. Denkschr. 51: 302. – *A. turkestanicum* var. *desertorum* (Stapf) Botsch. 1979, Новости сист. высш. раст. 15: 152.

Однолетник; цветет IV-VI, плодоносит V-VII. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, карьеры, строительные площадки, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, огороды, сады, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

93. **A. simplex* Rudolphi, 1799, J. Bot (Schrader) 1799 (2): 290. – *A. calycinum* auct. non L.: 1753, Sp. Pl. ed 2: 908. – *A. campestre* auct. non (L.) L.: 1759, Syst. 10 ed 2: 1130.

Однолетник; цветет IV-VI, плодоносит V-VII. Северный Туран: ЗСТ (19); ЦСТ (21); ВСТ (22). Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи, залежи, пастбища); ТНЗ (обочины дорог); СЗ (населенные пункты, огороды, сорные места). Встречается на средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

94. **A. dasycarpum* Steph. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3, 1: 469. – *Psilonema dasycarpum*

(Steph. ex Willd.) C.A. Mey. 1831, in Ledeb., Fl. Alt. 3: 51.

Однолетник; цветет III-IV, плодоносит IV-VI. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (пастбища); ТНЗ (обочины дорог, свалки производственных отходов); СЗ (заброшенные населенные пункты, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне-, реже сильно нарушенных участках.

95. *Meniocus linifolius* (Steph. ex Willd.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 325. – *Alyssum linifolium* Steph. ex Willd. 1800, Sp. Pl. 3 (1): 467.

Однолетник; цветет и плодоносит IV-V. Северный Туран: повсеместно. Вторичные местообитания: СУ (посевы, межи и залежи - изредка, пастбища); ТНЗ (иногда - обочины дорог, железнодорожное полотно, вокруг производственных объектов, свалки производственных отходов); СЗ (населенные пункты, кладбища, сорные места, в том числе свалки бытовых отходов). Встречается на слабо-, средне- и реже на сильно нарушенных участках.

96. *Berteroa incana* (L.) DC. 1821, Reg. Veg. Syst. Nat. 2: 291. – *Alyssum incanum* L. 1753, Sp. Pl. 2: 650.

Двулетник; цветет V-VI, плодоносит VI-VII. Северный Туран: ПК (13а); ЗСТ (13, 14, 18, 19); ЦСТ (20, 21); ВСТ (22, 22в). Вторичные местообитания: СУ (посевы, залежи, сенокосы,), ТНЗ (обочины дорог, железнодорожное полотно, вокруг производственных объектов); СЗ (населенные пункты, огороды). Встречается на слабо-, средне-, сильно- и очень сильно нарушенных участках.

Таким образом, в результате изучения видового состава крестоцветных флоры Северного Турана выявлено 96 видов, обладающих антропофильным характером, 33(34,4%) из относятся к родичами культурных растений. Всего же во флоре Северного Турана на настоящий момент, по нашим данным, отмечено 134 вида сем. Brassicaceae.

Искренне признательна Р. В. Камелину за оказанную помощь в определении научного направления, научное руководство, а также за постоянную всестороннюю поддержку в процессе исследований. Благодарю А. Л. Буданцева и В. И. Дорофеева за неоднократные научные консультации. Выражаю благодарность Д. А. Герман за ценные замечания и помощь в оформлении номенклатурных абзацев.

References/Литература

- Al-Shehbaz I. A., O'Kane S. L., Price K. A.* Genetic placement of species excluded from *Arabidopsis* (Brassicaceae) // *Novon*, 1999, vol. 9, no. 3, pp. 296–307.
- Al-Shehbaz I. A., Mummenhoff K., Appel O.* *Cardaria*, *Coronopus*, and *Stroganowia* are nited with *Lepidium* (Brassicaceae) // *Novon*, 2002, vol. 12, no 1, pp. 5–11.
- Al-Shehbaz I. A., Mutlu B., Dönmez A. A.* The Brassicaceae (Cruciferae) of Turkey, Updated // *Turk. J. Bot.*, 2007, vol. 31, no 4, pp. 327–336.
- Aralbayev N. K.* The scheme of new floristic division into districts of Kazakhstan (Materials to the 2nd edition of Flora of Kazakhstan) // *Poisk. Series of technician and natural sciences*, 2002, no 4 (2), pp. 66–72 [in Russian] (*Аралбаев Н. К.* Схема нового флористического районирования Казахстана (Материалы к 2 изданию флоры Казахстана) // *Поиск. Сер. техн. и естеств. наук*. 2002. № 4 (2). С. 66–72).
- Determinant of plants of Central Asia.* Tashkent, 1974, vol. 4, pp. 34–217 [in Russian] (*Опреде-*
- литель растений* Средней Азии. Ташкент, 1974. Т. 4. С. 34–217).
- Dorofeyev V. I.* Cruciferous (*Cruciferae* Juss.) of European Russian. 2002 // *Turczaninowia*. Barnaul, 2002, no. 3 vol. 5, 115 p.
- German D. A.* On the genus *Thellungiella* O. E. Schulz (Cruciferae) // *Turczaninowia*, 2002, vol. 5, no 2, pp. 32–41 [in Russian] (*Герман Д. А.* О роде *Thellungiella* O. E. Schulz (Cruciferae) // *Turczaninowia*. 2002. Т. 5. Вып. 2. С. 32–41).
- German D. A.* A cheklist and the system of the Cruciferae of Altai // *Komarovia*, 2010, vol. 6, no. 2, pp. 80–88 [in Russian] (*Герман Д. А.* Конспект и система Крестоцветных Алтая // *Komarovia*. 2010. Т. 6. № 2. С. 80–88).
- German D. A.* Cruciferae (Brassicaceae): Alternative treatment for the «Conspectus of the vascular plants of Mongolia» (2014) // *Turczaninowia*, 2015, vol. 18, no 2, pp. 39–67 [in Russian] (*Герман Д. А.* Cruciferae (Brassicaceae): альтернативная обработка для «Конспекта

- сосудистых растений Монголии» (2014) // Turczaninowia. 2015. Т. 18. № 2. С. 39–67).
- Kamelin R. V.* Cruciferae (brief overview of the system). Barnaul, 2002, 51 p. [in Russian] (*Камелин Р. В.* Крестоцветные (краткий обзор системы). Барнаул, 2002. 51 с.).
- Kotov M. I.* Fam. Brassicaceae Burnett (Cruciferae Juss.) – Criciferous // Flora of European Part of the USSR. Leningrad, 1979, vol. IV, pp. 30–148 [in Russian] (*Котов М. И.* Сем. Brassicaceae Burnett (Cruciferae Juss.) – Крестоцветные // Флора европейской части СССР. Ленинград, 1979. Т. IV. С. 30–148).
- Kurochkina L. Ya.* Psammophilic vegetation of Kazakhstan. Alma-Ata, 1978, P. 272 p. [in Russian] (*Курочкина Л. Я.* Псаммофильная растительность Казахстана. Алма-Ата, 1978. 272 с.).
- Laktionov A. P.* Flora of Astrakhan area. Astrakhan, 2009, 296 с. [in Russian] (*Лактионов А. П.* Флора Астраханской области. Астрахань, 2009. 296 с.).
- Rachkovskaya E. I., Volkova E. A., Khrantsov V. N.* et al. Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region) St. Petersburg, 2003, pp. 194–214 [in Russian] (*Рачковская Е. И., Волкова Е. А., Храмцов В. Н.* и др. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) СПб., 2003. С. 194–214).
- Safronova I. N.* Deserts of Mangyshlak (vegetation sketch) // Trudy BIN RAN, St. Petergurg, 1996, iss. 18, 211 p. [in Russian] (*Сафронова И. Н.* Пустыни Мангышлака (очерк растительности) // Труды БИН РАН. СПб. 1996. Вып. 18. 211 с.).
- Vassiliyeva A. N.* Cruciferae family – *Cruciferae* Juss. // In: Flora Kazahstana. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1961, pp. 171–339 [in Russian] (*Васильева А. Н.* Сем. Крестоцветные – Cruciferae Juss. // В кн.: Флора Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. С. 171–339).
- Vesselova P. V.* Features of the phytocenotic confinedness of species of Brassicaceae family in the conditions of technogenic influence in the north-east Prikaspy // Plant resources, 2013ab vol. 4, no. 3, pp. 360–370 [in Russian] (*Веселова П. В.* Особенности фитоценотической приуроченности видов сем. Brassicaceae в условиях техногенного влияния в северо-восточном Прикаспии // Растительные ресурсы. 2013а. Т. 49. Вып. 3. С. 360–370).
- Vesselova P. V.* Some results of studying the *Cruciferae* family of the disturbed habitats (within the Kazakhstan part of the Northern Turan) // Natural Sciences, no 4 (45), Astrakhan state university – Astrakhan, 2013b, pp. 13–21 [in Russian] (*Веселова П. В.* Некоторые результаты изучения Крестоцветных нарушенных местообитаний (в пределах казахстанской части Северного Турана) // Естественные науки, № 4 (45), Астраханский гос. ун-т. Астрахань, 2013b. С. 13–21).
- Vesselova P. V.* Species diversity of *Cruciferae* family of Betpakdala desert / Sb. dokladov mezhd. konf. «Jekosistemy Central'noj Azii v sovremennyh usloviyah social'no-jekonomicheskogo razvitiya» – Ulan-Bator, Mongolija, 2015 pp. 271–274 [in Russian] (*Веселова П. В.* Видовое разнообразие Крестоцветных пустыни Бетпакадала / Сб. докладов межд. конф. «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития» – Улан-Батор, Монголия, 2015. С. 271–274).
- Vesselova P. V.* Species structure of the Cruciferae in communities with different degree of disturbance in the valley of the Syr Darya River // Plant resources, 2016, vol. 52, iss. 2, pp. 255–271 [in Russian] (*Веселова П. В.* Видовой состав Крестоцветных в сообществах с разной степенью нарушенности в долине р. Сырдарья // Растительные ресурсы. Т. 52. Вып. 2. С. 255–271).

ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-113-121

УДК 635.21:633.4:631.523.5

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Е. А. Симаков¹, В. А. Жарова¹, А. В. Митюшкин¹,
В. А. Бирюкова¹,
Е. В. Рогозина², С. Д. Киру² **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАРТОФЕЛЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ**

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха» (ФГБНУ ВНИИКХ) 140051, Россия, Московская область, Люберецкий район, п. г. т. Красково, ул. Лорха, 23, e-mail: vniikh@mail.ru

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР) 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Ключевые слова:

картофель, межвидовая гибридизация, урожайность, фертильность, устойчивость к болезням и вредителям, эффективные родительские линии

Поступление:

06.12.2016

Принято:

12.06.2017

Актуальность. В селекции картофеля необходимо использовать родительские линии с комплексом ценных признаков: продуктивности и качества клубней, устойчивости к болезням и вредителям. Такие линии создаются в результате скрещивания предварительно отобранных селекционных сортов и межвидовых гибридов, в родословных которых присутствуют источники ценных генов (образцы диких и/или культурных видов картофеля). Для успешного использования в селекционных программах уникальной коллекции сложных межвидовых гибридов картофеля ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова), созданных на основе различных диких и культурных клубненосных видов, надлежит провести их оценку по наиболее важным для селекции признакам. **Материал и методика.** Во ВНИИКХ (Всероссийский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха) начиная с 2008 г. ежегодно проводилась комплексная оценка 30–40 межвидовых гибридов ВИР по морфологическим признакам ботвы и клубней, фертильности (по интенсивности цветения и ягодообразования), урожайности и устойчивости к наиболее вредоносным патогенам в полевых и лабораторных испытаниях. Методом ИФА проведена диагностика X-, S-, M-, Y-вирусов картофеля, устойчивость к фитофторозу листьев и клубней оценена при искусственном заражении расой *Phytophthora infestans* (Mont.) de Byar, характеризующейся широким спектром вирулентности. В 2015 г. проведен молекулярный анализ гибридов по ДНК-маркерам доминантных генов устойчивости к раку, золотистой и бледной картофельной нематодам, вирусам Y и X. Гибриды оценены по содержанию крахмала и кулинарным качествам клубней.

Результаты и выводы. Большинство изученных гибридов характеризовались длительным и интенсивным цветением, устойчивостью к болезням, а некоторые из них – раннеспелостью, повышенным содержанием крахмала, и другими хозяйственно ценными признаками. По комплексу признаков выделены гибриды 94-5, 128-05-02, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2005, 135-5-2005, 167-1-2006 и др., большинство из которых в качестве родительских линий или доноров устойчивости к патогенам вовлечены и гибридизацию, в результате которой выполнено 197 удачных комбинаций скрещивания и получено более 400 тыс. гибридных семян. Значительный объем селекционного материала в виде гибридов 1-го года (около 4 тыс. генотипов) и ботанических семян (более 23 тыс.) 37 комбинаций скрещивания (с 2010 г.) переданы для испытания по схеме селекционного процесса подразделениям ВНИИКХ и 13-ти региональным учреждениям РФ в рамках совместной селекции сортов картофеля.

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-113-121

ORIGINAL ARTICLE

E. A. Simakov¹, V. A. Zharova¹,
A. V. Mityushkin¹,
V. A. Biryukova¹,
E. V. Rogozina², S. D. Kiru²

THE USE OF GENETIC RESOURCES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF POTATO BREEDING

¹The A. G. Lorch All-Russian of Potato Research Institute (ARPRI) 23 ul. Lorkh, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, e-mail: vniikh@mail.ru

²Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) 42, 44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, 190000 Russia, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Keywords:

potato, interspecific hybridization, yield, fertility, resistance to disease and pests, effective parental lines

Received:

06.12.2016

Accepted:

12.06.2017

Background. Effective parental lines with a set of desired agronomic traits: productivity, quality of tubers and resistance to diseases and pests are necessary for potato breeding. Breeders create those parental lines by crossing selected potato cultivars with interspecific hybrid clones which contain in their pedigree genetic material from several potato species. Assessment of a unique collection of potato complex interspecific hybrids generated in VIR (the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources) from different wild and cultivated tuber-bearing species is important for their successful implementation into breeding programs. **Material and methods.** A comprehensive assessment of 30–40 potato interspecific hybrid clones from VIR started in ARPRI (the A.G. Lorch All-Russian of Potato Research Institute) in 2008 and was carried out annually. Hybrid clones were evaluated for the morphological characters of foliage and tubers, the fertility (intensity of flowering and berries), the yield and resistance to the most harmful pathogens, visually and by laboratory methods (ELISA and an artificial infection with the highly virulent race of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). In 2015 hybrid clones was studied for the presence of DNA markers of genes of resistance to wart, to golden and white potato nematodes, Y and X viruses, as well as a starch content and cooking qualities of tubers. **Results and conclusion.** The majority of the studied hybrid clones was characterized by a long and an intense flowering, resistance to diseases, and some of them by earliness and increased starch content in the presence of other agronomic traits. The hybrid clones 94-5, 128-05-02, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2005, 135-5-2005, 167-1-2006 were selected as having the complex of valuable traits. Most of these hybrid clones were involved as parental lines or donor in hybridization. As a result we executed 197 successful crossing combinations and obtained more than 400 thousand hybrid seeds. A breeding material in the form of 1-th year hybrids (about 4 thousand genotypes) and botanical seeds (more 23 thousands), 37 crossing combinations since 2010 are submitted for testing according by scheme of selection process of the ARPRI units and 13 regional institutions Russian Federation in a joint breeding of potato varieties.

Введение

Известно, что С. М. Букасов (Bukasov, 1933), высоко оценивая значение мировой коллекции диких и культурных клубнеобразующих видов рода *Solanum* L., подчеркивал, что она является не только основой генетического разнообразия, но и перспективной дальнейшего развития селекции. Поэтому уже первые ценные образцы различных видов картофеля, собранные в экспедиции ВИР в 1925–1928 гг. и переданные на Корневскую селекционную станцию, были успешно вовлечены в программу межвидовых скрещиваний. При использовании дикого вида *S. demissum* Lindl. И. И. Пушкаревым (Pushkarev, 1937) получены первые беккроссы, на основе которых создан сорт ‘Фитофтороустойчивый 8670’, обладающий специфической устойчивостью к патогену, контролируемой геном *R1*.

Позднее в исследованиях А. С. Филиппова (Philippov, Ivanchenko, 1964), в процессе селекции на устойчивость к фитофторозу с использованием другого мексиканского дикого вида *S. semidemissum* Juz. идентифицированы гибриды – демиссоиды, которые наряду с устойчивостью, контролируемой *R*-генами, характеризовались повышенной крахмалистостью и высокими кулинарными качествами. Результатом успешного отбора в гибридном потомстве явилось создание столового сорта ‘Надежда’, отличающегося превосходным вкусом клубней.

При этом следует подчеркнуть, что первоначально в селекционной работе методом межвидовой гибридизации использовались виды, которые относительно свободно скрещиваются с *S. tuberosum* L. На следующем этапе развития метода межвидовой гибридизации в работах И. М. Яшиной, начиная с середины 1960-х гг. (Yashina, 2000), осуществлена интрогрессия в селекционные сорта доминантных генов, контролирующих иммунитет к вирусам X и Y от диких видов *S. acaule* Bitter, *S. chacoense* Bitter, *S. stoloniferum* Schltdl. et Bouche, не скрещивающихся с культурным картофелем. Процесс их вовлечения в гибридизацию оказался труднореализуем и потребовал более продолжительного пребридинга. Для преодоления нескрещиваемости Y-иммунных источников *S. chacoense* и *S.*

stoloniferum, полученных из ВИР и зарубежных селекционных центров, вначале осуществляли перевод их на полиплоидный уровень. Причем, для получения гибридов F₁ использовали ранние и среднеранние сорта ‘Agra’, ‘Anoka’, ‘Смена’, а в процессе возвратных скрещиваний – устойчивые к фитофторозу среднеспелые и среднепоздние сорта, что позволяло на первом этапе комбинировать в отдельных генотипах многие хозяйственно ценные признаки. Некоторые беккроссы использовали в практической селекции, а большую часть – для создания доноров, сочетающих иммунитет к вирусам X и Y с высокой полевой устойчивостью к фитофторозу и продуктивностью.

Однако синтез исходных родительских линий с комплексом хозяйственно ценных признаков имеет для селекции более существенное значение, чем создание доноров, являющихся носителями отдельных, хотя и важных признаков (Yashina et al., 2010; Kiru et al., 2012).

В этой связи весьма актуально создание эффективных родительских линий с комплексом желаемых хозяйственно ценных признаков на основе гибридизации селекционных сортов со сложными межвидовыми гибридами, в родословной которых присутствуют источники ценных генов нескольких диких видов картофеля.

Материалы и методы

В качестве исходного материала использовали сложные межвидовые гибриды, созданные в отделе генетических ресурсов картофеля ВИР им Н. И. Вавилова и содержащие в своих родословных от двух до семи видов: *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. rubinii* Juz. et Buk., *S. phureja* Juz. et Buk., *S. spagazzinii* Bitt., *S. microdontum* Bitter, *S. vallis-mexici* Juz., *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. stoloniferum*, *S. alandiae* Cardenas, *S. okadae* Hawkes et Hjert., иногда в комбинациях с сортами *S. tuberosum*. Среди изученных гибридов клоны 117-2, 135-2-2006, 134-3-2006, 134-6-2006, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004 отобраны в потомстве от межвидовой гибридизации с участием впервые вовлеченных в селекционную работу диких видов *S. alandiae*, *S. okadae* (Rogozina, 2005).

В родительском питомнике в условиях полевого участка и вегетационной площадки

экспериментальной базы «Коренево» ВНИИКХ с 2008 г. проводили испытание гибридов. Ежегодно 30–40 гибридов оценивали по морфологическим признакам ботвы и клубней, устойчивости к распространенным болезням при визуальной оценке в поле и с применением лабораторных методов (ИФА – на скрытое вирусоносительство и искусственное заражение расой *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, характеризующейся широким спектром вирулентности для оценки листьев и клубней на устойчивость к фитофторозу). Оценку проводили по методике ВНИИКХ с использованием 9-ти балльной шкалы (Simakov et al., 2006). Определяли продуктивность в расчете на 1 растение (г/куст), крахмалистость клубней по удельному весу, вкус по 5-ти балльной шкале, разваримость и потемнение мякоти по 9-балльной шкале (Bukasov, 1975).

В 2015 г. проведен молекулярно-генетический анализ гибридов с использованием ДНК-маркеров генов устойчивости к раку, золотистой и бледной картофельной нематодам, вирусам X и Y согласно известным,

опубликованным проколам по применению соответствующих праймеров.

Гибридизацию выполняли согласно методике ВНИИКХ (Simakov et al., 2006) с обязательной кастрацией материнских цветков и оценкой фертильности скрещиваемых образцов по интенсивности цветения и ягодообразования.

Сеянцы выращивали рассадным способом на полевом участке и в закрытом грунте.

Результаты исследований

Большинство изучаемых гибридов в течение ряда лет (2008–2015 гг.) за исключением засушливого лета 2010 г. характеризовались мощным развитием, длительным и интенсивным цветением на уровне 5–9 баллов (рис. 1, 2). Обильное цветение отмечено у гибридов 160-1, 160-17, 160-40 (в родословной *S. andigenum* и *S. rybinii*), 34-06 и 123-3-2004 (*S. andigenum*, *S. phureja*, *S. rybinii* и *S. stoloniferum*), 99-4-1 (*S. stoloniferum*), 8-1-2004, 8-3-2004 и 135-5-2005 (*S. okadae*, *S. chacoense*).



Рис. 1. Межвидовой гибрид 3-86-9
Fig. 1. Interspecific hybrid clone 3-86-8

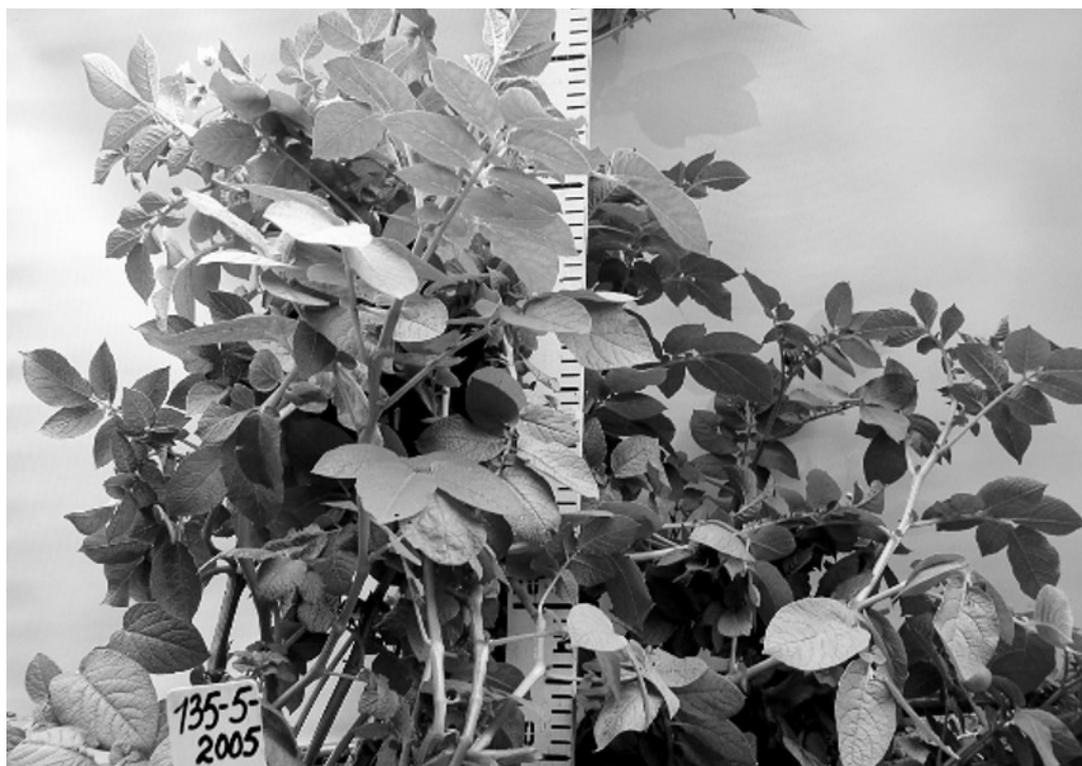


Рис. 2. Межвидовой гибрид 135-5-2005
Fig. 2. Interspecific hybrid clone 135-5-2005

Образование ягод от самоопыления было редким или слабым, поэтому в качестве мужских компонентов в скрещиваниях эти гибриды использовать оказалось нецелесообразно.

По результатам визуальной оценки поражения растений вирусными заболеваниями за весь период изучения выбракованы 10 гибридов, в основном, с симптомами мозаичного закручивания и крапчатости (122-29, 99-6-6, 51-3, 97-152-8, 8-8-2004, 135-3-2005, 135-2-2006, 138-3-2006, 23-3-2007, 134-3-2006). Выбракованы два гибрида (99-6-10 и 8-5-2004), содержащих в латентном состоянии L-вирус картофеля. По данным ИФА, наиболее вредоносный Y-вирус обнаружен у 6 гибридов (99-4-1, 134-6-2006, 135-2-2006, 138-3-2006, 23-3-2007, 88-2). У 8 гибридов, созданных с участием *S. andigenum*, *S. rubinii*, *S. stoloniferum*, *S. acaule*, *S. okadae*, *S. chacoense* отмечена высокая полевая устойчивость к вирусным болезням (на уровне 7–9 баллов) даже в условиях высокого инфекционного фона (табл. 1).

При искусственной инокуляции фитотрофом выделены с высокоустойчивыми листьями (на уровне 7–9 баллов) пять об-

разцов; клубнями – 22 образца. Устойчивые листья и клубни имеют 6 образцов: 94-5 (в родословной *S. tuberosum*, *S. acaule*, *S. stoloniferum* и *S. chacoense*), 8-1-2004, 8-3-2004 и 135-5-2005 (у всех в родословной *S. okadae* и *S. chacoense*), 138-4-г (в родословной *S. tuberosum*, *S. stoloniferum*) и 194-3-т (*S. andigenum*, *S. phureja* и *S. stoloniferum*).

В 2015 г. у гибридов выявлены ДНК-маркеры ассоциированные с генами устойчивости к вредителям и болезням: раку (ген *SenI*): 34-06, 94-5, 117-2, 160-40, 128-05-02, 167-1-2006, 194-4-т, 117-1, 138-1-2006, 171-3, 118-6-2011; золотистой картофельной нематодой (ген *HI*): 94-5, 117-2, 97-159-3, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 135-5-2005, 134-2-2006, 134-6-2006, 167-1-2006, 138-4-т, 160-1, 160-17, 118-6-2011; бледной нематодой (ген *Gpa2*): 134-6-2006, 167-1-2006, 134-2-2006; иммунитета к Y-вирусу (ген *Ry_{sto}*): 94-5, 99-10-1; (ген *Ry_{chc}*): 128-05-02, 194-4-т, 138-1-2006, 23-1-2007, 171-3, 118-6-2011; (ген *Ry_{adg}*): 8-1-2004, 8-3-2004, 135-5-2005, 135-1-2006, 194-4-т; к X-вирусу (ген *RxI*): 94-5, 99-10-1, 134-6-2006, 167-1-2006, 134-2-2006.

Таблица 1. Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделившихся по комплексу признаков
Table 1. Characteristics of potato interspecific hybrids selected by a complex of traits

Гибрид и виды в родословной ¹	Урожайность, г/куст	Крахмалистость, %	Вкус, балл	Наличие ДНК-маркеров генов устойчивости к:						Устойчивость к вирусам в поле (балл.)	ИФА (наличие вирусов) ⁴	Устойчивость к фитофторозу (искусственное заражение (балл.))	
				раку ген <i>Sen1</i> (NL25)	золотистой нематоды		бледной нематоды (Гра2-2) ген <i>Gra2</i>	PVY ³	PVX (PVX) ген <i>Rx1</i>			ли- стьев	клуб- ней
					ген <i>HI</i> ²	(Gro1-4) ген <i>Gro1-4</i>							
94-5 (tub, acl, sto, chc)	595	18,1	3,4	+	+1 +2 +3	-	-	+1	+	7	PVM	8,9	9,0
99-10-1 (tub, acl, sto, chc)	762	19,9	4,2	-	+1 +2 +3	-	-	+1	+	7	PVS PVM	5,9	4,3
128-05-02 (tub, adg, ryb)	562	19,7	4,3	+	-	-	-	+3	-	7	PVM	4,5	8,0
8-1-2004 (chc, oka)	855	14,9	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	PVM	7,0	7,9
8-3-2004 (chc, oka)	717	15,0	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	7-9	PVM	7,5	8,3
135-5-2005 (chc, oka)	933	16,6	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	PVM	7,5	8,5
167-1-2006 (tub, adg, rub, sto)	1001	14,0	4,7	+	+1	-	+	-	+	7	PVM	4,5	9,0
8-5-2004 (chc, oka)	920	17,2	4,8	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	-	8,8	9,0

¹сокращенные названия видов картофеля приведены по Z. Huaman, R. Ross (1985) acl – *S. acaule*, adg – *S. andigenum*, chc – *S. chacoense*, ryb – *S. rybinii*, sto – *S. stoloniferum*, tub- *S. tuberosum*, oka – *S. okadae*;

²использовано 3 ДНК-маркера: 1-TG689 (ген *HI*), 2-57 R (ген *HI*), 3-N195 (ген *HI*),

³использовано 4 ДНК-маркера: 1-YES 3A-3A (ген *Ry_{sto}*), 2-RYSC3 (ген *Ry_{adg}*), 3-RAPD 38-530 (ген *Ry_{chc}*), 4-Ry 186 (ген *Ry_{chc}*).

⁴PVM – Potato Virus M, M вирус картофеля; PVS – Potato Virus S, S вирус картофеля.

У гибрида 194-4-т обнаружены ДНК-маркеры двух генов устойчивости к вирусу Y (*Ry_{adg}* и *Ry_{chc}*), у гибридов 94-5 и 99-10-1 – ДНК-маркеры генов устойчивости к вирусам Y и X (гены *Ry_{sto}* и *Rx1*).

Стабильно высокой урожайностью в среднем за три года характеризовались гибриды 194-4-т (1200 г/куст), 167-1-2006 (1000 г/куст), 135-1-2006 (990 г/куст), 135-5-2005 (930 г/куст), а низкой (на уровне 500 г/куст) – гибриды 97-159-3, 99-4-1, 160-40.

Повышенную крахмалистость клубней (более 18%) проявили 8 гибридов: 194-3-т (22,0%), 99-4-1 (21,5%), 117-2 (21,2%), 99-10-1 (19,9%), 128-05-02 (19,7%), 160-40 (19,7%), 34-06 (18,5%), 94-5 (18,1%).

Большинство изученных образцов обладают хорошим вкусом (выше 4х баллов по 5-балльной шкале), не темнеющей при варке мякотью, характеризуются выравненностью клубней и мелким залеганием глазков.

Исходя из того, что изученные межвидовые гибриды являются донорами устойчивости к различным патогенам, достаточно хорошо отселектированы по хозяйственно ценным признакам и отличаются обильным цветением, осуществлено их скрещивание с сортами и селекционными формами из коллекции ВНИИКХ для создания новых генотипов, обладающих комплексом сложных полигенных признаков (полевая устойчивость к болезням, адаптивная способность к абиотическим факторам среды, повышен-

ная крахмалистость, пригодность к переработке на картофелепродукты и др.) в сочетании с ранним и среднеранним сроками созревания, а также с ценными моногенными признаками – иммунитетом к вирусам Y и X, устойчивостью к золотистой картофельной нематоды, антоциановой пигментацией кожуры и мякоти клубней (табл. 2).

Родительские пары подбирали с учетом генетической отдаленности, возрастного соотношения и возможности реализации при однократных скрещиваниях желаемых рекомбинаций нескольких хозяйственно ценных признаков для идентификации трансгрессивных рекомбинантов в гибридном потомстве. Установлено, что оцененные гибриды целесообразнее использовать

в гибридизации в качестве материнских форм, а отцовскими компонентами (опылителями) могут служить коммерческие сорта отечественной и зарубежной селекции и межвидовые гибриды, созданные в ВНИИКС и других НИУ РФ, характеризующиеся, наряду с высокой фертильностью, оптимальным уровнем целевого признака или комплекса хозяйственно ценных признаков: 'Аврора', 'Акжар', 'Бриз', 'Брянский надежный', 'Валентина', 'Вектор', 'Дина', 'Дубрава', 'Жуковский ранний', 'Киви', 'Крепыш', 'Колобок', 'Памяти Осиповой', 'Русский сувенир', 128-6, 88.16/20, 88.34/14, 92.7-26, 270-52, 190-4, 2585-81, 'Ausonia', 'Bora Valley', 'Felix', 'Gala', 'Labadia', 'Sharpo Mira', 'Superior', 'Tiras'.

Таблица 2. Результативность скрещиваний с участием межвидовых гибридов картофеля в качестве материнских форм (2008–2015 гг.)

Table 2. Results of crosses by using potato interspecific hybrids as maternal parents

Материнские формы (виды в родословной) ¹	Варианты скрещиваний Опылители	Опылено-цветков, шт.	Завязалось ягод, шт.	% ягодообразования	Количество семян, шт.		
					всего	на 1 цветок	на 1 ягуду
99-4-1 (sto)	Киви, 88.16/20, 88.34/14, Брянский надежный, Вектор, Аврора, Акжар, Бриз, Жуковский ранний, Velox, Labadia	569	377	66,2	45957	80,8	121,9
160-40 (adg, ryb)	Валентина, Брянский надежный, 2585-81, Памяти Осиповой, 88.34/14, Дубрава, Крепыш, Аврора, Акжар, Бриз, Labadia	765	134	17,5	27943	36,5	208,5
160-1 (adg, ryb)	Дубрава, Киви, Валентина, Акжар, Бриз, Labadia	265	132	49,8	27331	103,1	207,1
160-17 (adg, ryb)	Дубрава, Киви, Тирас, Бриз, Крепыш, Аврора Labadia	236	84	35,6	24696	104,6	294,0
25-1-2007 (tub, aln)	88.34/14, Бриз, Киви, Labadia	131	74	56,5	14906	113,8	201,4
135-5-2005 (oka, chc)	270-52, Аврора, Дубрава, Киви, Валентина, 92.7-26, Бриз, Labadia	246	119	48,4	14578	59,3	122,5
8-1-2004(oka, chc)	270-52, Бриз, Дубрава, Аврора, Gala, Labadia	198	67	33,8	12626	63,8	188,4
194-3-г (adg, phu, sto)	Аусония, Бриз, 270-52, Тирас, Labadia	210	102	48,6	15156	72,2	148,6
194-4-г (adg, phu, sto)	128-6, Тирас, Labadia,	104	69	66,3	12031	115,7	174,4
99-6-5 (adg, phu, sto)	Хозяюшка, Ирбитский, Крепыш, 92.7-26, Bora Valley	225	110	48,9	13837	61,5	125,8
97-159-3 (adg, ryb, sto)	Дубрава, Акжар, Аврора, Киви, Gala,	188	56	29,8	12230	65,1	218,4
34-06 (adg, ryb, phu, sto)	Дубрава, Аврора, Gala, Labadia	177	84	47,5	15385	86,9	183,2
123-3-2004 (adg, phu, ryb, sto)	92.7-26, Русский сувенир, Gala	88	58	65,9	11357	129,1	195,8
Итого	197 вариантов	7496	2893	38,6	43904 4	58,6	151,8

¹Сокращенные названия видов картофеля приведены по Z. Huaman, R. Ross (1985) aln – *S. alandiae*, phu – *S. phureja*, остальные – см. табл. 1

В период проведения исследований выполнено 197 удачных вариантов скрещиваний, опылено около 7,5 тыс. цветков и получено около 440 тыс. гибридных семян. Следует подчеркнуть, что основной объем гибридизации осуществлен в 2015 г., в наиболее благоприятных погодных условиях для цветения и ягодообразования картофеля – опылено более 3,5 тыс. цветков и получено свыше 300 тыс. семян 112 комбинаций скрещиваний. Эффективность использованных в качестве материнских форм межвидовых гибридов по результатам скрещиваний была различной в зависимости от их фертильности – интенсивности цветения, способности завязывать ягоды и образовывать в них семена. Выявлены наиболее фертильные образцы, с участием которых получено самое большое количество семян по нескольким вариантам скрещиваний: 99-4-1, 160-40, 160-1, 160-17, 34-06, 194-3-т и др. (см. табл. 2).

С использованием гибридов 99-6-5, 99-6-6, 99-6-10, 122-29, 117-2, 8-5-2004, 97-159-3 и 99-1-3 созданы и оценены при выращивании сеянцев по общепринятой методике 15 гибридных популяций: 99-6-6 × Bora Valley, 99-6-5 × Крепеш, 99-6-10 × Киви, 99-6-5 × Bora Valley, 99-6-10 × Bora Valley, 99-6-10 × Вектор, 99-1-3 × Ausonia, 97-159-3 × Bora Valley, 8-5-2004 × Хозяюшка, 122-29 × Ausonia, 122-29 × Bora Valley, 117-2 × Ирбитский, 117-2 × Хозяюшка, 117-2 × Bora Valley, 117-2 × Superior. В процессе проведения отборов при уборке для дальнейшей оценки по схеме селекционного процесса в лабораториях ВНИИКХ в питомнике сеянцев выделено около 4 тыс. генотипов без негативных признаков и сформированы по 2–3 набора идентичных гибридных генотипов для селекционной проработки в разных региональных НИУ России.

При этом общее число гибридов 1-го клубневого поколения для дальнейшей селекционной оценки с учетом наборов предназна-

ченных региональным НИУ, сотрудничающих с ВНИИКХ по совместному выведению сортов картофеля, составил 8330 генотипов, в т. ч. лаборатории ВНИИКХ – 5364, Южно-Уральский НИИПОК – 604, Башкирский НИИСХ – 300, Камчатский НИИСХ – 44, Удмуртский НИИСХ – 103, Сибирский НИИСХ – 148, Рязанский НИИСХ – 327, ДальНИИСХ – 83, Красноярский ГАУ – 95, ООО «ФАТ-АГРО» – 226, Фаленская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока – 400, Смоленская ГОСХОС – 636.

Кроме того, в качестве исходного материала селекционным подразделениям ВНИИКХ, Приморской овощной станции и Кемеровскому НИИСХ переданы также гибридные семена, всего 23 тыс. штук 37-ми комбинаций скрещиваний.

В настоящее время на основе селекционного материала, созданного с участием гибридов межвидового происхождения, продолжается полевое испытание гибридов на различных этапах селекционного процесса как во ВНИИКХ, так и других научных учреждениях РФ. В частности, из популяции 05/12-49 × Velox во ВНИИКХ отобран сорт ‘Салатный’ – среднеранний, с розовой мякотью, рекомендуемый для диетического (лечебного) питания.

Заключение

На основе использования уникальных межвидовых гибридов из коллекции картофеля ВИР в качестве источников устойчивости к наиболее вредоносным патогенам и комбинирования их с формами, обладающими другими хозяйственно ценными признаками, существенно возрастает генетическое разнообразие гибридных популяций, что обеспечивает отбор трансгрессивных рекомбинантов и повышает эффективность селекции сортов различных сроков созревания и целевого использования.

References/Литература

Bukasov S. M. The Potatoes of South Amerika and their use in breeding / Sbornik materialov ekspedicii VIR v Central'nyuyu i Yuzhnyuyu Ameriku v 1925-1928 gg. Leningrad: VIR, 1933, 144 p. [in Russian] (Букасов С. М. Картофели Южной Америки и их селекционное использование /

Сб. мат. экспедиции ВИР в Центральную и Южную Америку в 1925-1928 гг., обработ. Институтом в 1928–1932 гг. Л.: ВИР, 1933. 144 с.).

Bukasov S. M. Methodical instructions by definition of table qualities of potatoes. Leningrad: VIR,

- 1975, 15 p.) [in Russian] (Букасов С. М. Методические указания по определению столовых качеств картофеля. Л.: ВИР, 1975. 15 с.).
- Huaman Z., Ross R.* Updated listing of potato species names, abbreviations and taxonomic status // *Am. Potato J.*, 1985; 62(11), pp. 629–641.
- Kiru S. D., Kostina L. I., Rogozina E. V., Chalaya H. A.* Genetic sources from world collection for potato breeding on complex of valuable traits // *Kartofelevodstvo. Sb. nauch. tr. Materialy nauch. konf. Moscow, 2012*, pp. 44–51. [in Russian] (Киру С. Д., Костина Л. И., Рогозина Е. В., Чалая Н. А. Генетические источники из мировой коллекции ВИР для селекции картофеля по комплексу ценных признаков // *Картофелеводство. Сб. науч. тр. Материалы науч. конф. М., 2012. С. 44–51*).
- Pushkarev I. I.* A new potato variety 8670, resistant to late blight // *Novoe v sel'skom khozyajstve. Moscow, 1937*, iss. 6, pp. 10–15 [in Russian] (Пушкарев И. И. Новый фитофтороустойчивый сорт картофеля 8670 // *Новое в сельском хозяйстве. М., 1937. Вып. 6. С. 10–15*).
- Rogozina E. V.* South American wild species of potato. Ontogenesis features and future trends for breeding // *Selskokhozyajstvennaya biologiya, 2005*, vol. 5, pp. 33–41 [in Russian] (Рогозина Е. В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля. Особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // *Сельскохозяйственная биология. 2005. Вып. 5. С. 33–41*).
- Philippov A. S., Ivanchenko G. Z.* Potato breeding. Moscow: Kolos, 1964, pp. 96–116 [in Russian] (Филиппов А. С., Иванченко Г. З. Селекция картофеля. М: Колос, 1964. С. 96–116).
- Yashina I. M.* Creating and genetic assesment of new initial material of potato and efficient ways of their use in breeding // *Nauchn. доклад diss. ... dokt. s.-kh. nauk. Moscow, 2000*, 65 p. [in Russian] (Яшина И. М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции // *Научн. доклад дисс. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук. М., 2000. 65 с.*).
- Simakov E. A., Yashina I. M., Sklyarova N. P.* Guidelines for technology selection process potatoes. Moscow: ООО «Redakciya zhurnala «Dostizheniya nauki i tehniki APK» 2006, 70 p. [in Russian] (Симаков Е. А., Яшина И. М., Склярова Н. П. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.).
- Yashina I. M., Simakov E. A., Morozova H. H., Derevyagina M. K., Prohorova O. A., Sklyarova N. P., Zharova V. A., Belov G. L., Uskov A. I., Varicev Y. A., Variceva G. P.* Donors and genetic sources for use in potato breeding process (Catalog). Moscow, 2010, 27 p.) [in Russian] (Яшина И. М., Симаков Е. А., Морозова Н. Н., Деревягина М. К., Прохорова О. А., Склярова Н. П., Жарова В. А., Белов Г. Л., Усков А. И., Варицев Ю. А., Варицева Г. П. Доноры и генетические источники для использования в селекционном процессе картофеля (каталог) – М., 2010. 27 с.).

УДК 633.39:633.3. 631.527

В. П. Макаров. Результаты изучения коллекции видов астрагала в Забайкальском Крае. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 5–15. Библ. 8.

В статье приведены результаты исследований видов рода Астрагал (*Astragalus* L.) в Забайкальском крае в условиях коллекционного питомника. Дана характеристика видам и образцам астрагала по зимостойкости, урожайности зеленой массы, облиственности растений, питательности кормовой массы, семенной продуктивности и посевным качествам семян.

Ключевые слова: астрагал, *Astragalus*, урожайность зеленой массы, питательность, семенная продуктивность

V. P. Makarov. The results of the study collection of the species of *Astragalus* in Zabaykalsky Krai. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 5–15. Bibl. 8.

In the article the results of studies of species of the genus *Astragalus* L. in the Zabaykalsky Krai in terms of collector's nursery. The characteristic of the species and specimens of *Astragalus* in winter hardiness, yield of green mass, foliage plants, nutrition of the forage, seed yields and sowing qualities of seeds.

Keywords: *Astragalus*, green mass yield, nutritive value, seed production.

УДК: 581.9:571.61

Г. В. Таловина, Е. В. Аистова. Инвентаризация и анализ разнообразия диких родичей культурных растений Амурской области. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 16–24. Библ. 17.

Проведены инвентаризация и анализ диких родичей культурных растений Амурской области. Даны рекомендации по сохранению их генофонда, определены объекты, приоритетные для сохранения *in situ* (139 видов), выявлены кандидаты для включения в Красный список диких родичей культурных растений России (28 видов).

Ключевые слова: сохранение *in situ*, Красный список диких родичей культурных растений России

G. V. Talovina, E. V. Aistova. inventarization and analyzis of the wild relatives of cultivated plants diversity of the Amur oblast. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 16–24. Bibl. 17.

The diversity of wild relatives of cultivated plants of Amur Oblast of the Russian Far East was inventoried and analyzed. The recommendations of the gene pool conservation are given. In this paper we provide the priority species for *in situ* conservations (139 species) and the candidates for “Red list of wild relatives of cultivated plants species of Russia” (28 species).

Keywords: crop wild relatives, Amur Oblast of the Russian Far East, *in situ* conservation, Red List

УДК 58.006:581:634.12: 631.531.01 (571.6:470.023=25)

К. Г. Ткаченко. Латентный период некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 25–32. Библ. 14.

Представлены результаты изучения особенностей латентного периода и оценки качества семян некоторых видов рода Яблоня – *Malus* Mill. (Rosaceae), интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого. Установлено, что в условиях Санкт-Петербурга значительное число интродуцированных видов рода *Malus* ежегодно образуют плоды и полноценные всхожие семена. Выявлено, что у разных видов яблонь не во всех плодах формируются семена, и многие из сформированных семян повреждаются вредителями. Тем ни менее, для семенного размножения можно использовать семена собственной репродукции, но только после тщательного отбора наиболее крупных и выполненных из них, не пораженных вредителями. Необходимо проводить профилактические меры по фумигации репродуктивных диаспор для своевременного уничтожения вредителей.

Ключевые слова: яблоня, *Malus*, Rosaceae, интродукция растений, плоды, семена, качество семян, всхожесть, латентный период, коллекции, Ботанический сад Петра Великого, рентгенография

K. G. Tkachenko. The latent period of some species of the genus *Malus* introduced in the Peter the Great Botanical garden. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 25–32. Bibl. 14.

The presence of the resulting fruit and mature seeds of introduced plants - one of the indicators of the success of introduction of new types of tests in specific climatic conditions. The study of the latent period and the evaluation of the quality of reproductive diaspore are necessary to develop recommendations for the implementation of promising species for the needs of the national economy and the urban and landscape gardening. This assessment is important for collections of the Botanical Gardens, as they participate in the international exchange of seeds, and it is always important to know - what quality seeds are sent or received in the garden upon request. The purpose of this work - assessment of the quality of seeds of some species of apple tree *Malus* Mill. (Rosaceae), introduced in the Peter the Great Botanical Garden. In the course of the work it is shown that in the conditions of St. Petersburg, a considerable number of introduced species of fruit each year form a complete and viable seeds. It was found that different types of apples are not all the fruits of the seeds are formed, and many formed seeds are damaged by pests. That less, for seed multiplication, you can use the seeds of its own reproduction, but only after a careful selection of the most large and

made of them not affected by pests. It is necessary to carry out preventive measures to fumigation reproductive diaspores for timely pest control.

Keywords: *Malus*, Rosaceae, apple, the plants introduction, fruits, seeds, seed quality, germination, dormancy, the latent period, the plant living collection, Peter the Great Botanical Garden, X-ray analysis.

УДК 635.21:631.527

А. Ад. Подгаецкий, Н. В. Кравченко, А. Ан. Подгаецкий. Результаты использования в селекции картофеля межвидовых гибридов с участием вида *Solanum bulbocastanum* Dun. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 33–37. Библ. 8.

Установлен потенциал межвидовых гибридов с участием дикого вида *Solanum bulbocastanum* Dun. при создании сортов картофеля. Определены возможности использования материала для селекции картофеля по хозяйственно ценным признакам, в том числе адаптации к внешним условиям, устойчивости ко многим вредным организмам. Указана генеалогия созданных сортов, включая происхождение вторичных межвидовых гибридов, беккроссов.

Ключевые слова: картофель, межвидовые гибриды, родословная, методы создания гибридов, характеристика сортов

A. Ad. Podgaietskiy, N. V. Kravchenko, A. An. Podgaietskiy. The results of use interspecific hybrids with participation of species *Solanum bulbocastanum* Dun. in potato breeding. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 33–37. Bibl. 8.

There has identified a capacity of interspecific hybrids involving wild species *Solanum bulbocastanum* Dun. to create new potato varieties. A possibilities of using the breeding material for the valuable commercial traits, including adaptation to environmental conditions, resistance to pests and diseases. The genealogy of created varieties, including the origin of the secondary interspecific hybrids and backcrosses has demonstrated.

Keywords: potato, interspecific hybrids, pedigree, methods of creating hybrids, characteristics of varieties

УДК 631.52:633.13 (571.12)

Ю. С. Иванова, М. Н. Фомина, И. Г. Лоскутов. Исходный материал для создания высокобелковых сортов овса в зоне Северного Зауралья. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 38–47. Библ. 32.

Рациональная стратегия селекции сельскохозяйственных культур на повышенное содержание белка в зерне овса предусматривает расширение генетического разнообразия возделываемых сортов. Задача выделения новых источников весьма актуальна и голозерные формы играют существенную роль в ее решении. Выявлена степень влияния условий выращивания, сортовых особенностей и их взаимодействия на формирование белка в зерне голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья. Показана связь содержания белка с урожайностью и элементами ее структуры, с содержанием в зерне эндосперма, жира и крахмала. Выделены источники, формирующие высокое содержание белка в зерне – ‘Polard’ (Канада), ‘Hull-less’ (Китай), местный (Норвегия) и др., обеспечившие значительную прибавку по выходу сырого протеина с 1 м² за счет высокой урожайности – ‘Першерон’ (Кировская область), ‘Прогресс’, (Омская область), ‘Hulless Oats’ (Канада) и др., сочетающие повышенное содержание белка в зерне с высокой продуктивностью – ‘Бег 2’ (Белоруссия), MF 9224-106, MF 9224-101 (США), ‘Hulless Oats’, ‘Brighton’ (Канада) и др.

Ключевые слова: голозерный овес, содержание белка, урожайность, сбор сырого протеина, источники

Ju. S. Ivanova, M. N. Fomina, I. G. Loskutov. Source material to create of high-protein varieties of oats in a zone of Northern Trans-Ural. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 38–47. Bibl. 32.

In 2012–2016, 23 chickpea accessions from VIR and 23 accessions from the collection of chickpea somaclones of the Siberian Research Institute of Forages were studied at Omsk State Agrarian University. The research performed in the southern forest-steppe of West Siberia resulted in identifying chickpea accessions with a shorter growing season, high plant productivity, good processability, and high symbiotic activity. The possibility of using cluster analysis for comprehensive assessment of source material for chickpea breeding was demonstrated. The nature of inheritance of agronomic traits in F₁ chickpea hybrids was revealed, and recommendations for selection were formulated. A correlation was established between the major characters.

Keywords: naked oats, protein content, productivity, collecting a crude protein, sources

УДК 634.222:581.19

А. А. Грушин, А. С. Сиднин. Биохимический состав плодов сливы домашней в условиях Нижнего Поволжья. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 48–55. Библ. 12.

Представлены результаты многолетнего изучения 260-ти коллекционных образцов сливы филиала Волгоградская опытной станции ВИР по оценке плодов на содержание сахаров, кислот, аскорбиновой кислоты, сухих веществ, сахарокислотного индекса и массы плода. Выделены источники для селекции на качество плодов, как по отдельным показателям, так и по комплексу признаков. Особое внимание заслуживают образцы

‘Ренклод Альтана’ (‘Reneclaud D’Althan’), ‘Ранняя Цимлера’ (‘Zimmers Frühzwetsche’), ‘Мечта’ (‘Dream’), ‘Гуляева’, ‘Богатырская’, ‘Durancie’, ‘Венгерка Ажанская’ (‘D’Agen’), ‘Ренклод Онтарио’.

Ключевые слова: слива, биохимический состав, крупноплодность, источники ценных признаков, статистический анализ, корреляционный анализ

A. A. Grushin, A. S. Sidnin. The study of biochemical composition of fruits of plum under conditions of the Lower Volga region. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 48–55. Bibl. 12.

Presents the results of a long-term study of 260 collection samples of plum branch Volgograd ES VIR. Assessment was conducted on the fruit content of sugars, acids, ascorbic acid, dry matter. Determined sugar-acid index and fruit weight. Performed correlation analysis and the results of the descriptive statistics. Selected sources for breeding for fruit quality, both for individual indicators and sets of indicators. Of special note are the samples ‘Reneclaud D’Althan’, ‘Zimmers Frühzwetsche’, ‘Dream’, ‘Gulyaeva’, ‘Bogatyrskaya’, ‘Durancie’, ‘D’Agen’, ‘Renklod Ontario’).

Keywords: plum, biochemical composition, large-fruited, the sources of valuable traits, biostatistics and correlation analysis

УДК 633.31: 631.527

Н. Л. Исаева, Н. Ю. Мальшева, Л. Л. Мальшев, Н. В. Вавкина. Результаты изучения сортов люцерны в Центрально-Черноземной зоне. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 56–63. Библ. 6.

По результатам трехлетнего изучения 100 сортов люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) и люцерны изменчивой (*M. × varia* Mart.) из мировой коллекции ВИР выделены сорта *M. × varia*, представляющие интерес для селекции в условиях Центрально-Черноземной зоны России: ‘Желтогибридная 99’, ‘Флора 2’, ‘Карлыгаш’ и ‘№ 152’ (гибрид ‘Северной гибридной’ и ‘Аугуне’). Среди изученных параметров наиболее изменчив признак семенная продуктивность; высокой изменчивостью отличаются урожайность зеленой массы и выход сена, средней изменчивостью – степень облиственности растений и высота на 20-й день после весеннего отрастания, низкой – высота перед первым укосом и во время полного цветения. Выявлена достоверная зависимость между урожаем зеленой массы и сена, урожаем зеленой массы и интенсивностью весеннего отрастания и слабая отрицательная зависимость между урожаем зеленой массы и урожайностью семян.

Ключевые слова: люцерна, сорт, продуктивность, Тамбовская область

N. I. Isaeva, N. Yu. Malysheva, L. L. Malyshev, N. V. Vavkina. The results of the study of varieties of alfalfa in the Central-Chernozem zone. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 56–63. Bibl. 6.

Three-year study of one hundred world collection of alfalfa was conducted in Central Black-Earth zone of Russia. The varieties of *Medicago × varia* ‘Zheltoгиbridnaya 99’, ‘Flora 2’, ‘Karlygash’ and ‘№ 152’ (hybrid ‘Severnaya hybridnaya’ × ‘Augune II’) were recommended for breeding programs.

The most variable were character of seed production, productivity of green mass and hay yield productivity; character of foliage and the intensity of regrowth of plants on the 20-th day after spring regrowth had medium variability. The height before the first mowing and height in the phase of full flowering had low variability. There was a significant correlation between the yield of green mass and hay, the yield of green mass and intensity of regrowth and a weak negative correlation between the yield of green mass and seed yield.

Keywords. alfalfa, variety, productivity, Tambovskaya Province

УДК 634.737:631.529:632.111.5

С. Л. Приходько, В. П. Дедков. Оценка устойчивости интродуцируемых сортов *Vaccinium × covilleatum* But. et Pl. (Ericaceae) по второму и четвертому компонентам зимостойкости в условиях Белорусского Полесья. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 64–72. Библ. 19.

Изучена морозостойкость шести сортов северной высокорослой голубики – (раннеспелые – ‘Bluetta’, ‘Spartan’; среднеспелые – ‘Bluescrop’, ‘Toro’; позднеспелые – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’) в условиях Белорусского Полесья (южной агроклиматической области Республики Беларусь) в период с 2012 по 2014 гг. Выявлено, что по второму и четвертому компонентам зимостойкости позднеспелые сорта проявляют более низкую морозостойкость чем раннеспелые и среднеспелые.

Ключевые слова: северная высокорослая голубика, *Vaccinium × covilleatum*, Республика Беларусь, морозостойкость

S. L. Prikhodko, V. P. Dedkov. Resistance evaluation of introducing species *Vaccinium covilleatum* according to the second and the fourth components of winter hardiness in Belarusian Polesie conditions. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 64–72. Bibl. 19.

The frost resistance of six varieties of "northern highbush blueberry" (early-ripening – ‘Bluetta’, ‘Spartan’, mid-season – ‘Bluescrop’, ‘Toro’, late-ripening – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’) has been studied in the condition of Polesie (southern

agro climatic region of the Republic of Belarus) during 2012–2014. It was revealed that late-ripening varieties display lower frost-resistance than early and mid-season varieties on the second and fourth components of winter hardiness.

Keywords: “northern highbush blueberry”, *Vaccinium* × *covilleianum*, Republic of Belarus, frost resistance

УДК 631.633.521

И. В. Ущачовский, Л. Н. Павлова, Е. М. Корнеева, Н. Б. Брач. Особенности оценки льна-долгунца в почвенно-мелиоративных условиях осушения. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 73–83. Библ. 16.

Сравнительное изучение сортов льна-долгунца на осушаемом и обычном поле показало, что при значительных осадках осушение обеспечивает повышение урожая семян и соломы, а при их недостатке сдерживает налив семян. Влияние сорта на накопление высокого урожая соломы в условиях осушения при умеренной засухе на поздних этапах вегетации больше, чем на формирование семян. Использование осушаемых земель для изучения адаптивного потенциала сортов льна позволяет выявлять их реакцию на различные гидротермические условия и отбирать наиболее перспективные генотипы.

Ключевые слова: лен-долгунец, урожайность, ГТК, осушаемые земли

I. V. Ushchapovskii, L. N. Pavlova, E. M. Korneeva, N. B. Brutch. Peculiarities of fiber flax evaluation in soil-melioration conditions of drainage. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 73–83. Bibl. 16.

A comparative evaluation of flax varieties on drained and usual field showed that during significant rainfalls drainage provides increased yields of seeds and straw, and in their lack suppress seeds development. Varieties genotypes influence on high straw yield accumulation is stronger than that on seed formation under the drained conditions during moderate drought in the later stages of vegetation. Use of drained lands for evaluation of the adaptive potential of flax varieties allows identifying their response to different hydrothermal conditions and selects the most promising genotypes.

Keywords: flax, yield, GTC, drained land

УДК 633.521; 575.13; 575.11. 1, 3; 575.117

Е. А. Пороховинова. Совместное наследование генов морфологических признаков и восстановления фертильности пыльцы при цитоплазматической мужской стерильности у льна (*Linum usitatissimum* L.). Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 84–95. Библ. 16.

В качестве источников ЦМС у льна использованы три линии: гк-204 (открытый стерильный цветок), гк-208 и гк-188 фертильны, стерильность проявляется только после гибридизации. Обнаружена группа сцепления *rft3* (стерильные трубчатые цветки) – *pf1* (розовый цветок) – *CSB1* (бахромчатость перегородок коробочки) с частотой кроссинговера 10, 28 и 34сМ, соответственно. Показано независимое наследование генов *rft* с другими: *YSED1* (желтые семена) и *rft3-2*; *pbcl* (светло-голубой звездчатый цветок) и *rft3-6*, *rft3-7*, *rft5-2*, *rft6*, *rft7*; *ygpl* (желто-зеленое растение) и *rft6*, *rft7*; *s1* и *rft5-2*, независимое наследование генов, восстанавливающих фертильность пыльцы открытых цветков (*RFO*): *RFO6*, *RFO8*, *RFO9* и *pf-ad*; *RFO6*, *RFO7* и *pbcl*; *RFO7* и *s1* (белый звездчатый цветок, желтые семена).

Ключевые слова: *Linum usitatissimum*, генетическая карта, генетическая коллекция, гены *Rf*, плейотропный эффект, сцепление генов, ЦМС, трубчатая форма цветка

E. A. Porokhvinova. Combined inheritance of genes controlling morphological characters and restoration of pollen fertility in case of cytoplasmic male sterility in flax (*Linum usitatissimum* L.). Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 84–95. Bibl. 16.

As CMS sources 3 flax lines were used: gc-204 (open flower, sterile anthers), gc-208 and gc-188 are self fertile, their sterility occurs only in hybridization with other lines. The linkage group of *rft3* (sterile tubular flowers) – *pf1* (pink flower) – *CSB1* (cilia on the bolls' walls) with the frequency of crossing-over 10, 28 and 34cM, respectively was found. Independent inheritance of *rft* genes with others: *YSED1* (yellow seeds) and *rft3-2*; *pbcl* (light blue star-shaped flower) and *rft3-6*; *rft3-7*, *rft5-2*, *rft6*, *rft7*; *ygpl* (yellow-green plant) and *rft6*, *rft7*; *s1* and *rft5-2*, and independent inheritance of genes restoring pollen fertility of open flowers (*RFO*) with genes: *RFO6*, *RFO8*, *RFO9* and *pf-ad*, *RFO6*, *RFO7* and *pbcl*, *RFO7* and *s1* (white star-shaped flower, yellow seeds) were shown.

Keywords: *Linum usitatissimum*, genetic maps, genetic collection, *Rf* genes, pleiotropic effect, genes linkage, CMS, tubular shape of the flower

УДК 581.9

П. В. Веселова. Антропофильные Brassicaceae Burnett Северного Турана (конспект видов). Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 96–112. Библ. 20.

Во флоре Северного Турана к настоящему моменту отмечено 134 вида сем. Brassicaceae Burnett. Выявлено, что 96 (71,6%) из них имеют антропофильный характер распространения – встречаются на нарушенных в той или иной степени (от слабой до очень сильной) местообитаниях. При этом 33(34%,4) вида из 96 выявленных относятся к диким родичам культурных растений

Ключевые слова: сем. Brassicaceae, Северный Туран, вторичные местообитания.

P. V. Vesselova. Anthropophilous representatives of Brassicaceae Burnett of the Northern Turan (conspectus of species). Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 96–112. Bibl. 20.

In the Northern Turan's flora by the present moment 134 species of Brassicaceae Burnett family were noted. It was revealed that 96 (71.6%) species among them had the anthropophilous nature of distribution. They may be found in the destructed, in a varying degree (from weak to very strong), habitats. At the same time 33 species (34.4%) among 96 revealed species may be concerned to wild relatives of cultivated plants.

Keywords: Brassicaceae family, the Northern Turan, the secondary habitats

УДК 635.21:633.4:631.523.5

Е. А. Симаков, В. А. Жарова, А. В. Митюшкин, В. А. Бирюкова, Е. В. Рогозина, С. Д. Киру. Использование генетических ресурсов картофеля для повышения эффективности селекции. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 2. СПб., 2017. С. 113–121. Библ. 10.

Для расширения генетической основы вновь создаваемых сортов картофеля использованы сложные межвидовые гибриды ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова) в качестве родительских линий, комбинирующих устойчивость к наиболее вредоносным патогенам с комплексом хозяйственно ценных признаков в гибридном потомстве от скрещивания с селекционными сортами. Это обеспечивает возможность идентификации трансгрессивных рекомбинантов и повышает эффективность отбора новых перспективных сортов различных сроков созревания и целевого использования.

Ключевые слова: картофель, межвидовая гибридизация, урожайность, фертильность, устойчивость к болезням и вредителям, эффективные родительские линии

E. A. Simakov, V. A. Zharova, A. V. Mityushkin, V. A. Biryukova, E. V. Rogozina, S. D. Kiru. The use of genetic resources to increase the efficiency of potato breeding. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 2. SPb.: VIR, 2017. P. 113–121. Bibl. 10.

To expand the genetic basis of newly created varieties of potatoes a complex interspecific hybrids from VIR (N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources) were used as parental lines that combine resistance to the most harmful pathogens with a complex of valuable commercial traits in progeny from crosses with breeding varieties. This provides the possibility to identify transgressive recombinants and increases the efficiency of selection of new promising varieties with different maturity and target use.

Keywords: potato, interspecific hybridization, yield, fertility, resistance to disease and pests, effective parental lines

СОДЕРЖАНИЕ

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Макаров В. П. Результаты изучения коллекции видов астрагала в Забайкальском Крае.....	5
Таловина Г. В., Аистова Е. В. Инвентаризация и анализ разнообразия диких родичей культурных растений Амурской области.....	16
Ткаченко К. Г. Латентный период некоторых видов рода <i>Malus</i> , интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого.....	25

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Подгаецкий А. Ад., Кравченко Н. В., Подгаецкий А. Ан. Результаты использования в селекции картофеля межвидовых гибридов с участием вида <i>Solanum bulbocastanum</i> Dup....	33
Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Лоскутов И. Г. Исходный материал для создания высокобелковых сортов овса в зоне Северного Зауралья.....	38
Грушин А. А., Сиднин А. С. Биохимический состав плодов сливы домашней в условиях Нижнего Поволжья.....	48

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Исаева Н. Л., Малышева Н. Ю., Малышев Л. Л., Вавкина Н. В. Результаты изучения сортов люцерны в Центрально-Черноземной зоне.....	56
Приходько С. Л., Дедков В. П. Оценка устойчивости интродуцируемых сортов <i>Vaccinium</i> × <i>covilleianum</i> But. et Pl. (Ericaceae) по второму и четвертому компонентам зимостойкости в условиях Белорусского Полесья.....	64
Ущатовский И. В., Павлова Л. Н., Корнеева Е. М., Брач Н. Б. Особенности оценки льна-долгунца в почвенно-мелиоративных условиях осушения.....	73

ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Пороховинова Е. А. Совместное наследование генов морфологических признаков и восстановления фертильности пыльцы при цитоплазматической мужской стерильности у льна (<i>Linum usitatissimum</i> L.).....	84
Веселова П. В. Антропофильные Brassicaceae Burnett Северного Турана (конспект видов)...	96
Симаков Е. А., Жарова В. А., Митюшкин А. В., Бирюкова В. А., Рогозина Е. В., Киру С. Д. Использование генетических ресурсов картофеля для повышения эффективности селекции.....	113

CONTENTS

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Makarov V. P. The results of the study collection of the species of <i>Astragalus</i> in Zabaykalsky Krai..	5
Talovina G. V., Aistova E. V. inventarization and analyzis of the wild relatives of cultivated plants diversity of the Amur oblast.....	16
Tkachenko K. G. The latent period of some species of the genus <i>Malus</i> introduced in the Peter the Great Botanical garden.....	25

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Podgaietskiy A. Ad., Kravchenko N. V., Podgaietskiy A. An. The results of use interspecific hybrids with participation of species <i>Solanum bulbocastanum</i> Dun. in potato breeding.....	33
Ivanova Ju. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Source material to create of high-protein varieties of oats in a zone of Northern Trans-Ural.....	38
Grushin A. A., Sidnin A. S. The study of biochemical composition of fruits of plum under conditions of the Lower Volga region.....	48

COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Isaeva N. I., Malysheva N. Yu., Malyshev L. L., Vavkina N. V. The results of the study of varieties of alfalfa in the Central-Chernozem zone.....	56
Prikhodko S. L., Dedkov V. P. Resistance evaluation of introducing species <i>Vaccinium covilleanum</i> according to the second and the fourth components of winter hardiness in Belarusian Polesie conditions.....	64
Ushchapovskii I. V., Pavlova L. N., Korneeva E. M., Brutch N. B. Peculiarities of fiber flax evaluation in soil-melioration conditions of drainage.....	73

GENETICS OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Porokhovinova E. A. Combined inheritance of genes controlling morphological characters and restoration of pollen fertility in case of cytoplasmic male sterility in flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.).....	84
---	----

SYSTEMATICS, PHYLOGENY AND GEOGRAPHY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Vesselova P. V. Anthropophilous representatives of Brassicaceae Burnett of the Northern Turan (conspectus of species).....	96
---	----

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Simakov E. A., Zharova V. A., Mityushkin A. V., Biryukova V. A., Rogozina E. V., Kiru S. D. The use of genetic resources to increase the efficiency of potato breeding.....	113
--	-----

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 178, ВЫПУСК 2**

Научные редакторы *Е. А. Соколова, И. Г. Чухина*
Компьютерная верстка *П. В. Озерский*

Подписано в печать 12.06.2017 Формат бумаги 70×100 ¹/₈
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 8,0625. Тираж 300 экз. Зак.2303/17

Сектор редакционно–издательской деятельности ВИР
190000, Санкт–Петербург, Большая Морская ул., 44

ООО «Р – КОПИ»
Санкт–Петербург, пер. Гривцова, 6^Б