

N. I. VAVILOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF PLANT INDUSTRY (VIR)

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

volume 175

issue 2



Editorial board

O. S. Afanasenko, B. Sh. Alimgazieva, I. N. Anisimova, G. A. Batalova, L. A. Bespalova, N. B. Brutch, Y. V. Chesnokov, I. G. Chukhina, A. Diederichsen, N. I. Dzyubenko (Chief Editor), E. I. Gaevskaya (Deputy Chief Editor), K. Hammer, A. V. Kilchevsky, M. M. Levitin, I. G. Loskutov, N. P. Loskutova, S. S. Medvedev, O. P. Mitrofanova, A. I. Morgunov, H. A. Muminjanov, E. K. Potokina, E. E. Radchenko, I. Rashal, A. V. Rodionov, N. I. Savelyev, Z. Sh. Shamsutdinov, L. Y. Shipilina (Executive Secretary), M. M. Silantyeva, Y. M. Sivolap, I. A. Tikhonovich, J. Turok, E. K. Turuspekov, M. A. Vishnyakova.

Editor in charge of this issue: *I. G. Chukhina*

ST. PETERSBURG

2014

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

**том 175
выпуск 2**



Редакционная коллегия

Б. Ш. Алимгазиева, И. Н. Анисимова, О. С. Афанасенко, Г. А. Баталова, Л. А. Беспалова, Н. Б. Брач, М. А. Вшинякова, Е. И. Гаевская (зам. гл. редактора), А. Дидериксен, Н. И. Дзюбенко (главный редактор), А. В. Кильчевский, М. М. Левитин, И. Г. Лоскутов, Н. П. Лоскутова, С. С. Медведев, О. П. Митрофанова, А. И. Моргунов, Х. А. Муминджанов, Е. К. Потоккина, Е. Е. Радченко, И. Рашаль, А. В. Родионов, Н. И. Савельев, Ю. М. Сиволап, М. М. Силантьева, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Туруспеков, К. Хаммер, Ю. В. Чесноков, И. Г. Чухина, З. Ш. Шамсутдинов, Л. Ю. Шипилина (отв. секретарь).

Ответственный редактор выпуска *И. Г. Чухина*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2014

УДК 633.1: 633.854.78: 634.2: 635.5: 575.1:581.573.4

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 175.
Вып. 2. СПб.: ВИР, 2014. 91 с.

Представлены результаты изучения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей, сохраняемых в коллекциях ВИР. Обобщены результаты изучения коллекций овощных культур (тыквы, капусты, свеклы, моркови), картофеля и сои по морфологическим, биохимическим и хозяйственно ценным признакам, в том числе по устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам среды. Рекомендован исходный материал для важнейших направлений селекции. Ряд статей посвящен таксономии и номенклатуре культурных растений.

Табл. 7, рис. 13, библиогр. 106 назв.

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

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. V. 175.
I. 2. SPb: VIR, 2014. 91 p.

Research results in the sphere of genetic resources of cultivated plants and their wild relatives are presented. The data obtained while studying the collections of vegetable crops (pumpkin, cabbage, beat and carrot), potato and soybean are summarized, highlighting their morphological, biochemical and economic characters, including resistance to diseases and unfavorable environmental factors. Source materials are recommended for the most important trends of plant breeding. Several articles are dedicated to crop taxonomy and nomenclature.

Tabl. 7, fig. 13, bibl. 106.

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

Рекомендовано к печати
Ученым советом ГНУ ВИР Россельхозакадемии
(протокол №7 от 3.04.2014)

© Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства имени Н.И.Вавилова
Российской академии сельскохозяйственных наук
(ГНУ ВИР Россельхозакадемии), 2014

ISSN 0202-3628
ПИ № ФС77-57455

**ИЗУЧЕНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
STUDYING, CONSERVATION AND UTILIZATION OF PLANT
GENETIC RESOURCES**

УДК 635.33:635.11:635.621:631.524.6(664.84)

**ПИТАТЕЛЬНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И ИХ РОЛЬ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА
ПИТАНИЯ**

А. Е. Соловьева, Д. В. Соколова, Т. М. Пискунова, А. М. Артемьева

Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: alsol64@mail.ru

Резюме

Проведен биохимический анализ образцов белокочанной и цветной капусты, столовой свеклы и тыквы из мировой коллекции ВИР. В результате исследований были выявлены особенности накопления многих компонентов биохимического состава: массы сухих веществ, содержания белка, аскорбиновой кислоты, сахаров, каротиноидов, каротинов, β -каротина, хлорофиллов, бетанина, аминокислот, органических кислот, жирных кислот, фенольных соединений, пектиновых веществ. Применение метода газо-жидкостной хроматографии позволило перейти от получения суммарных данных к качественному и количественному анализу конкретных компонентов. Установлены закономерности накопления изученных компонентов биохимического состава в зависимости от ботанической и географической принадлежности образцов. Выявлены образцы капустных культур и свеклы с высоким содержанием аминокислот, в том числе незаменимых. Самое высокое содержание пектинов и протопектинов найдено в образцах тыквы крупноплодной.

Ключевые слова: капуста белокочанная, капуста цветная, столовая свекла, тыква, биохимический состав.

**NUTRIENTS AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN VEGETABLE CROPS
AND THEIR ROLE IN FOOD QUALITY IMPROVEMENT**

A. E. Solovyova, D. V. Sokolova, T. M. Piskunova, A. M. Artemyeva

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: alsol64@mail.ru

Summary

Biochemical analysis has been performed to study the accessions of white cabbage, cauliflower, red beet and pumpkin from the VIR world collection. As a result, specific

features have been revealed to characterize accumulation of numerous biochemical structure components: dry matter weight, the content of protein, ascorbic acid, sugars, carotenoids, carotenes, β -carotene, chlorophylls, betanin, amino acids, organic acids, fatty acids, phenolic compounds, and pectins. Application of the gas-liquid chromatography technique made it possible to proceed from data summation to qualitative and quantitative analyses of specific compounds. Regularities have been found in the pattern of accumulation of the studied biochemical structure components, depending on botanical and geographical attribution of each accession. High content of amino acids, including essential ones, has been identified in a number of *Brassica* accessions and those of beet. The highest content of pectins and protopectins has been found in squash accessions.

Key words: white cabbage, red beet and pumpkin, variability of biochemical compounds.

Введение

Эпидемиологические исследования оценки состояния питания, энерготрат и здоровья населения, проводимые в экономически развитых странах мира в последние десятилетия, свидетельствуют о существенном изменении структуры питания современного человека. Энерготраты людей значительно снизились и в настоящее время составляют 2000–2300 ккал/сутки. Следствием этого явилось снижение объема и изменение ассортимента пищи, в том числе сократилась обеспеченность эссенциальными пищевыми веществами, в первую очередь – микронутриентами и биологически активными компонентами.

Свежие и переработанные овощи должны быть обязательным компонентом питания человека, входить в рацион кормов сельскохозяйственных животных. Биохимические показатели качества овощной продукции (белки, углеводы, витамины, amino- и органические кислоты, минеральные соли, специфические соединения, ферменты и др.) зависят от видовых и сортовых особенностей культуры, места выращивания, сроков уборки, длительности хранения и пр. Питательную и профилактически лечебную ценность овощей повышают биологически активные вещества, в том числе вещества с антиоксидантными свойствами, влияющие на многие процессы жизнедеятельности растений и человека, включая защитные функции организма, а также придающие овощной продукции цвет, аромат и вкус. К ценным овощным растениям, которые являются источниками полисахаридов, витаминов, свободных amino- и органических кислот, минеральных веществ, фенольных соединений, пигментов, относятся капуста, свекла и тыква. Эти культуры в климатических условиях Северо-Запада России занимают соответственно 41, 12, 18% в структуре производства овощей.

Биохимический анализ образцов данных культур из мировой коллекции ВИР проводился нами на протяжении многих лет. В результате исследований были выявлены особенности накопления многих компонентов биохимического состава: массы сухих веществ, содержания белка, аскорбиновой кислоты, сахаров, каротиноидов, каротинов, β -каротина, хлорофиллов, бетанина,

аминокислот, органических кислот, жирных кислот, фенольных соединений, пектиновых веществ. В последнее пятилетие применение метода газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрией позволило перейти от получения суммарных данных к качественному и количественному анализу конкретных компонентов. Результатам этого анализа посвящена настоящая работа.

Результаты и обсуждение

Капуста. Особенность химического состава капустных культур, высокое содержание воды и малое – жиров, обуславливает низкую калорийность капустных растений. Они отличаются относительно высоким уровнем углеводов и белков, включающих незаменимые аминокислоты. Капустные растения – богатый источник минеральных элементов, прежде всего калия и кальция, а также серы, фосфора, цинка, железа, марганца. Они выделяются высоким содержанием биологически активных веществ – ферментов, пигментов, витаминов, вторичных метаболитов, которые проявляют антиканцерогенное, антиоксидантное и противовоспалительное действие, стимулируют иммунную систему, препятствуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний и расстройств, связанных с возрастом.

Наиболее широко в России распространены белокочанная (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *alba* DC.) и цветная капусты (*B. oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *botrytis*), которые относятся к виду капуста огородная – *B. oleracea* L. Наши многолетние исследования коллекции ВИР показали, что изменчивость компонентов биохимического состава этих разновидностей в пределах выделенных Т. В. Лизгуновой (1965) сортотипов (33 сортотипа белокочанной капусты и 22 сортотипа цветной капусты) очень велика. Так содержание сухого вещества у белокочанной капусты варьировало от 6,73–6,78% в среднем у образцов сортотипа Палестинская, включающего позднеспелые старые местные сорта Палестины и Сирии, и сортотипа Юрьеvecкая, объединяющего старые сорта центральной России, до 11,10–11,85% у раннеспелых немецких образцов сортотипа Дитмарская ранняя и японских образцов сортотипа Фудзи (Соловьева, Артемьева, Корчемная, 2004). Содержание сахаров имело размах варьирования от 3,13% у полукочанных образцов сортотипа Португальская до 5,19% у образцов северной русской группы, предназначенной для квашения сортотипа Вальватьевская и 5,66% у образцов сортотипа Лангедейкская зимняя из Нидерландов, предназначенных для хранения и квашения. Содержание белка в кочанах белокочанной капусты находилось в пределах от 6,22% у старинных среднеевропейских образцов сортотипа Эльзасская до 14,47% у образцов северного русского сортотипа Капорка. По содержанию органических кислот выделились сорта сортотипов Лангедейкская и Завадовская (0,666 и 0,642% соответственно). Высокое содержание хлорофиллов отмечалось у сортов сортотипов Голландская плоская и Ладожская (80,47 и 64,2 мг/100 г). Содержание β -каротина варьировало от

0,018 мг/100 г у сортов сортотипа Лангедейкская зимняя до 0,164 мг/100 г у сортов сортотипа Слава (Соловьева, Артемьева, 2006). Наименьшим содержанием горчичных масел отличались сорта сортотипа Фудзи, наибольшим – образцы сортотипа Сабуровка (соответственно 5,4 и 15,13 мг/100 г). Распределение сортотипов белокочанной капусты по содержанию аскорбиновой кислоты по многолетним данным представлено на рисунке 1.

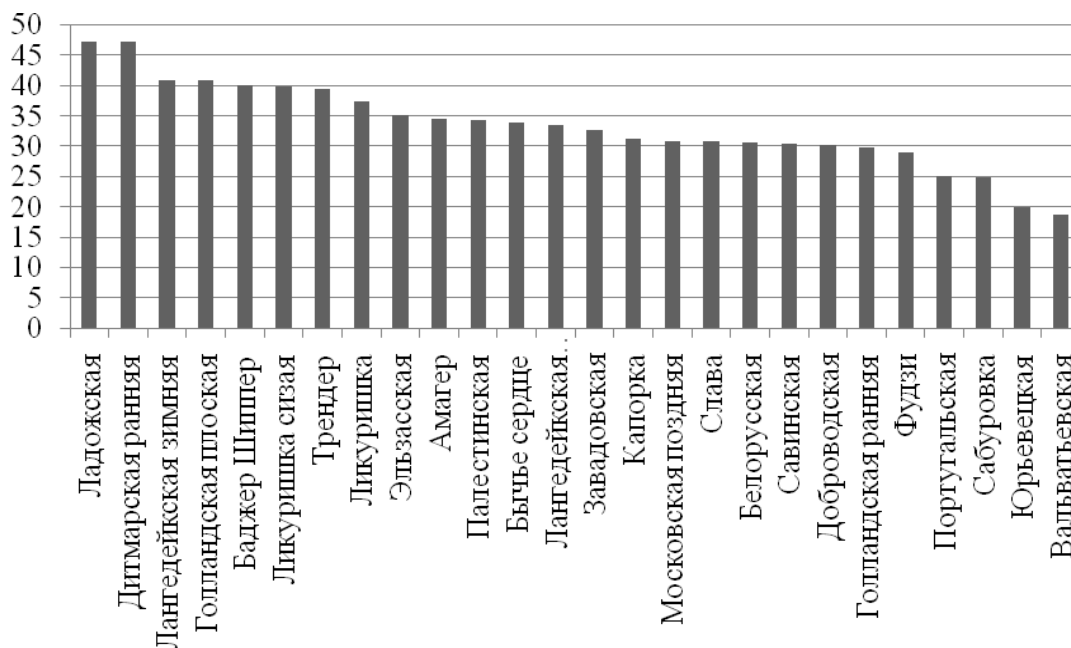


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в образцах различных сортотипов белокочанной капусты (мг/100 г)

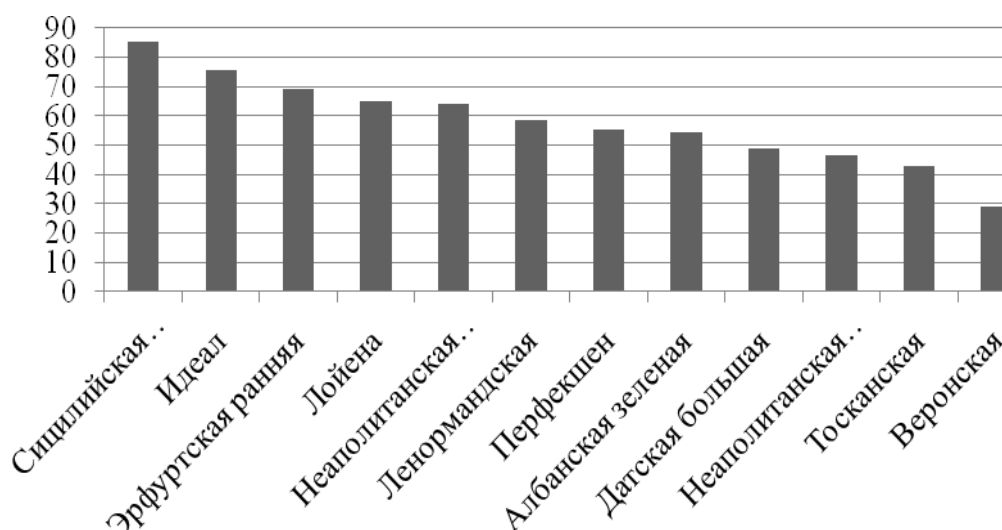


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в образцах различных сортотипов цветной капусты (мг/100 г)

Содержание сухого вещества в головках цветной капусты варьировало от 7,91% у образцов сортотипа Датская большая до 11,00% у образцов сортотипа Албанская зеленая, содержание сахаров – от 1,58% у образцов сортотипа Албанская зеленая до 3,81% у образцов сортотипа Перфекшен. Содержание белка находилось в пределах 17,93% у образцов сортотипа Датская большая до 30,50% у сортов сортотипа Албанская зеленая. На рисунке 2 показано распределение основных сортотипов цветной капусты по содержанию аскорбиновой кислоты.

Капуста является источником ценных питательных веществ: углеводов, азотистых и минеральных элементов. До 80% сухого вещества составляет углеводный комплекс, который включает сахара, крахмал, клетчатку, гемицеллюлозу и пектиновые вещества. В образцах белокочанной и цветной капусты были найдены 15 сахаров, среди которых 84% составляют моносахара. Суммарное содержание сахаров варьировало от 0,02 до 5,56% (в среднем 0,83% на сырое вещество, 11,00% сухого вещества).

Был установлен состав сахаров, свойственный виду капуста огородная. Из моносахаров были отмечены в значительных количествах глюкоза, фруктоза, галактоза, сорбоза (среднее содержание 1,04; 0,76; 0,45; 0,17%). Часто в образцах находили маннозу и рибозу. Альтрозу и ксилозу содержали все образцы цветной капусты и отдельные образцы белокочанной капусты, причем корреляцию с принадлежностью к сортотипу установить не удалось. 11% изученных образцов содержали арабинозу. Все образцы вида содержали дисахарид сахарозу, 41% образцов – мальтозу. Треть образцов вида содержали трисахарид раффинозу. Тетрасахарид стахиоза обнаружен у двух образцов белокочанной капусты и двух образцов цветной капусты.

По содержанию азотистых веществ капуста занимает одно из первых мест среди овощных растений. Азотосодержащие вещества капусты состоят в основном из легкорастворимых и легкоподвижных белков, а также небелковых соединений. Виды капусты значительно различаются по содержанию сырого белка. Способность к большему или меньшему накоплению белка является видовой принадлежностью и не зависит от климатических особенностей места выращивания. Содержание белка в белокочанной капусте на абсолютно сухое вещество варьировало от 3,27 до 17,73% (в среднем 9,55%), в цветной капусте – от 15,65 до 30,5% (в среднем 24,35%).

Аминокислоты участвуют в обмене азотистых веществ у всех организмов (исходное соединение при биосинтезе гормонов, витаминов, медиаторов, пигментов, пуриновых и пиримидиновых оснований, алкалоидов и др.). В клетках и тканях живых организмов встречается около 300 различных аминокислот, но только 20 из них являются протеиногенными. Большинство микроорганизмов и растения синтезируют необходимые им аминокислоты; животные и человек не способны к образованию так называемых незаменимых аминокислот, получаемых с пищей (они поступают с мясом, рыбой, яйцами, молочными продуктами). Незаменимыми для взрослого человека являются 8 аминокислот: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин,

триптофан, фенилаланин; для детей – дополнительно аргинин и гистидин. Две полузаменимые аминокислоты тирозин и цистин организм может использовать для построения белка вместо фенилаланина и метионина. Суточная потребность человека в каждой из незаменимых аминокислот составляет 1 г.

В составе небелковых азотсодержащих соединений белокочанной и цветной капусты нами найдены 29 аминокислот, включая незаменимые, в т. ч. «детские». Установлены свободные аминокислоты, свойственные виду капуста огородная: оксопролин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, серин, аланин – их содержание наиболее велико: 8,58; 7,16; 6,12; 4,14; 3,67 мг/100 г. Более 80% образцов белокочанной капусты содержат глутамин и незаменимые аминокислоты валин, треонин, лейцин. Все образцы цветной капусты содержат триптофан и цистин. 17% образцов белокочанной капусты содержат тирозин, 10% – триптофан и фенилаланин. Остальные незаменимые и полузаменимые аминокислоты найдены у 3–4 образцов белокочанной капусты, аргинин – у образца 'Winnigstadt' из Германии.

Капустные культуры обладают повышенным содержанием органических кислот в форме солей и в свободном виде. Органические кислоты в растениях образуются в важнейших биологических процессах – в фотосинтезе и дыхании, и используются для образования аминокислот, жиров, углеводов и других соединений. Органические кислоты являются активными метаболитами углеводного обмена, имеют обеззараживающую функцию, участвуют в процессах пищеварения, придают продуктам более яркий вкус. Органические кислоты чаще всего вырабатываются самим организмом в зависимости от их потребности и дополнительно поступают с продуктами питания.

В наших исследованиях найдены 32 органические кислоты, из которых 10 кислот были общими для всех исследованных образцов, а 8 кислот встретились более чем у 50% образцов. Во всех культурах больше всего содержалось яблочной кислоты. Были найдены значительные количества фосфорной, хинной, молочной, янтарной, треоновой кислот. Во всех образцах цветной капусты присутствуют пипеколовая, глюконовая, малеиновая кислоты, в части образцов цветной капусты – винная и аконитовая кислоты.

Из общего числа органических кислот 8 относятся к фенольным соединениям. Фенольные соединения участвуют в процессах дыхания, фотосинтеза, в формировании иммунитета. Общее содержание фенольных соединений варьировало от следовых количеств до 2,62 мг/100г (в среднем 0,44 мг/100г). Фенольные соединения встречались в изученных образцах с невысокой частотой: так, только хинная кислота найдена во всех образцах, никотиновая кислота – только в образцах цветной капусты. Фенольные соединения найдены у белокочанной и полукочанной капусты: хлорогеновая кислота – у 28% образцов полукочанной и типичной белокочанной капусты, синаповая – у 12% полукочанной и южной европейской белокочанной капусты, феруловая, кофейная, токоферол – в 2–3 образцах полукочанной капусты, абиетиновая – у одного образца северной русской капусты, бензойная – у образца восточной белокочанной капусты.

Жирные кислоты в организме человека присутствуют в свободном состоянии и в составе нейтральных жиров, фосфолипидов и других липидов, являющихся основными структурными компонентами биологических мембран. Одним из важнейших энергетических процессов в организме является окисление жирных кислот, которое обеспечивает около половины всей энергии человека. Жирные кислоты делятся на насыщенные (пальмитиновая, стеариновая и другие) и моно- и полиненасыщенные: (пальмитоолеиновая, олеиновая (омега-9), эйкозеновая, эруковая, ацетэруковая), а также незаменимые (эссенциальные) жирные кислоты: линолевая, арахидоновая (омега-6), линоленовая (омега-3).

Нами обнаружены 12 свободных жирных кислот, при этом только пальмитиновая кислота была найдена во всех исследованных образцах (в среднем 2,27 мг/100 г). Все образцы цветной капусты и более 70% образцов европейских сортоотипов белокочанной и полукочанной капусты содержали линоленовую и линолевою жирные кислоты (соответственно 3,14 и 2,29 мг/100 г). Все образцы цветной капусты и голландские сорта белокочанной капусты содержали олеиновую кислоту, 38% исследованных образцов – стеариновую. Сорт ‘Вальватъевская’ из северной русской группы содержал бегеновую, пеларгоновую и лауриловую кислоты.

Таким образом, у вида капуста огородная существует большой потенциал изменчивости компонентного состава питательных и биологически активных соединений, что делает возможным различные направления использования капустных растений. Полиморфный вид капуста огородная в пределах ботанических разновидностей имеет сложный многокомпонентный состав всех изученных соединений, в том числе – с высокой питательной ценностью и биологической активностью. Наши исследования подтверждают необходимость углубленного контроля биохимического состава растений при выведении новых сортов.

Выявленные различия позволяют обосновать необходимость увеличения в питании человека отдельных форм вида. Найдены сортообразцы полукочанной, белокочанной и цветной капусты с повышенной ценностью компонентного состава многих соединений для сбалансированного питания человека, которые предлагается использовать в селекции на качество продукции, в том числе для медицинских целей, и расширения ассортимента капустных овощей.

Столовая свекла. Столовая свекла (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef.), ведущая овощная культура, издревле считалась полезным, диетическим, лечебным продуктом, источником витаминов. Она ценится за вкусовые и диетические качества, целебные свойства. Столовая свекла богата углеводами, минеральными солями, органическими кислотами, витаминами и микроэлементами. Корнеплоды столовой свеклы активизируют ферменты, способствуют выведению токсических элементов и радионуклидов. Столовая свекла содержит радиозащитные вещества (Болотских, 2001). Благодаря

несложной агротехнике, наличию скороспелых сортов и хорошей лежкости во время зимнего хранения, свекла получила широкое распространение (Буренин, 1998).

Наши исследования касались определения особенностей биохимического состава корнеплодов столовой свеклы с целью выделения наиболее ценных для здоровья человека сортообразцов. Были изучены образцы отечественной селекции, а также селекции стран Европы и Америки, преимущественно с темноокрашенной мякотью и округлой формой корнеплода.

Биохимический состав основных компонентов столовой свеклы

Основные компоненты	Среднее	min÷max
Белок, % на абс. сухое вещество	7,51	5,32÷11,8
Жирные кислоты, мг/100г	88,05	5,34÷ 438,74
Сумма сахаров, %	7,57	2,34÷15,38
Бетанин, мг/100 г на абс.сух. в-во	182,59	113,31÷192,3
Аскорбиновая кислота, мг/100г	35,28	15,82÷58,7
Сухое вещество, %	22,07	17,28÷26,8

Вкусовые качества корнеплодов в значительной степени определяются содержанием химических веществ, поэтому изучение биохимического состава столовой свеклы имеет большое значение. Оно позволяет выделить наиболее ценные по химическому составу сорта для целей селекции и последующего хозяйственного использования (Методические рекомендации..., 2009). Содержание массы сухих веществ в корнеплодах столовой свеклы варьировало от 17 до 26% (таблица).

Количество аскорбиновой кислоты сравнительно невелико – 16 – 58 мг/100 г. Наибольшим его содержанием отличался сорт ‘Red Ace’ (Мексика) – 58,76 мг/100 г.

Свекла относится к низкокалорийным продуктам питания (42 ккал на 100 г), что определяется главным образом содержанием белков, жиров и углеводов. Белок – важный компонент сырья, так как в организме человека он выполняет основную строительную функцию. Изученные нами образцы содержали незначительное количество белка (в среднем 7%). Наибольшее количество выделено в образце ‘Dell's Dark Red’ (Великобритания) – 11,83 %. Аминокислотный состав столовой свеклы достаточно широк, содержание аминокислот колебалось от 8 до 682 мг/100 г. В составе аминокислот столовой свеклы присутствовали три незаменимых для человека аминокислоты: треонин, фенилаланин и триптофан. Среди аминокислот свеклы найдена гамма-аминомасляная кислота, играющая важную роль в процессах обмена веществ головного мозга. Среди изученных образцов лидерами по содержанию аминокислот (в том числе незаменимых) стали два сорта английского происхождения: ‘Dell's Dark Red’ и ‘Detroit Dark Red’.

В сухой массе свеклы преобладают сахара, которые являются важнейшими вкусовыми и энергетическими материалами. Многолетняя селекция этой культуры привела к значительному увеличению содержания сахара. Первые сорта сахарной свеклы содержали менее 1% сахара. На сегодняшний день этот показатель в образцах сахарной свеклы составляет в среднем 17–20%. Проанализировав состав сахаров в изученных образцах, мы отметили, что количество сахара в столовой свекле также значительно выросло. Современные сорта содержат около 8% сахара (3–15%). Наибольшее содержание сахаров отмечено у сорта 'Бордо односемянная' (Россия) – 15,38%. Сахара представлены как моносахарами (в основном, фруктозой, сорбозой и глюкозой), так и дисахарами – сахарозой, которая преобладает над всеми (рис. 3), ее содержание увеличивается к моменту зрелости корнеплода. Нами было отмечено, что корнеплоды столовой свеклы лучше хранятся при пониженном содержании моносахаров. Количество моносахаров у средне- и позднеспелых сортов к моменту уборки составляло до 14,9% от общего содержания сахаров.

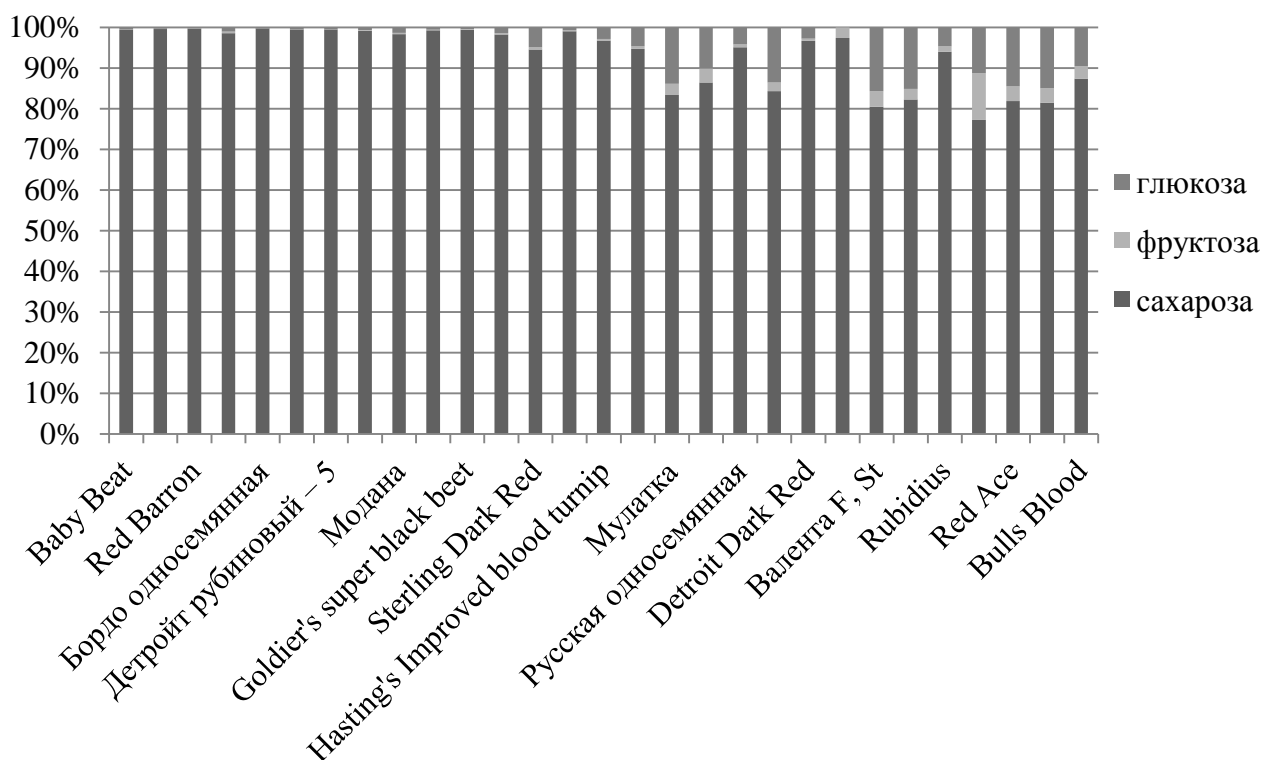


Рис. 3. Состав сахаров столовой свеклы (% от общего количества сахаров)

Содержание свободных жирных кислот вызвало особый интерес, так как показатели варьировали в широких пределах: от 5,34 до 438,74 мг/100г. Жирные кислоты – это карбоновые кислоты, многие из которых входят в состав животных и растительных жиров. Они выполняют энергетическую (при их распаде образуется энергия) и пластическую (участвуют в построении биологических мембран, составляющих скелет животных и растительных

клеток) функции. Все жирные кислоты делятся на 2 группы: насыщенные и ненасыщенные. Ненасыщенные жирные кислоты более полезны, так как участвуют в синтезе биологически активных веществ – простагландинов и принимают активное участие в обмене веществ. В нашем исследовании образцы четко разделились на две группы: с содержанием жирных кислот до 100 мг/100г (5,34–80,73) и с содержанием выше 160 мг/100 г (162,39–438,74). Подробный анализ свободных жирных кислот показал, что повышенное содержание было обусловлено наличием мононенасыщенной олеиновой кислоты, которая относится к группе Омега-9 ненасыщенных жирных кислот. Олеиновая кислота практически не изменяет содержание холестерина в сыворотке крови человека и считается одним из наиболее полезных для здоровья источников жира.

Опираясь на показатели основных компонентов калорийности продуктов (белков, жиров и углеводов), а особенно жирных кислот, можно разделить изученные сорта свеклы на низко- и средне калорийные. Наибольшим содержанием жирных кислот и сахаров обладали образцы ‘Модана’ (Россия), ‘Chata de Egipto’ (Аргентина) и ‘Honey Red’ (США).

Столовая свекла отличается от других овощных растений бордово-малиновой окраской кожицы и мякоти корнеплода, что объясняется наличием в ней красящего пигмента – бетанина. Это вещество повышает прочность кровеносных капилляров, понижает кровяное давление и расслабляет спазмы сосудов, положительно влияет на эритроцитный состав крови и имеет противораковое действие. Содержание бетанина в изученных образцах существенно различалось. Наибольшее его количество выявлено в аргентинском сорте ‘Chata de Egipto’ (192 мг/100 г). Можно отметить высокое содержание бетанина в образцах современной селекции Германии, Голландии и России, что говорит о направленном отборе селекционерами темноокрашенных корнеплодов. Это связано также и с активным использованием бетанина в пищевой промышленности. Он является натуральным красителем (E-162), допущенным к использованию в детском и диетическом питании. Бетанин способен окрашивать материалы и синтетического, и природного происхождения в палитру цветов от красных до насыщенных малиновых оттенков.

Выделенные в нашем изучении образцы столовой свеклы могут быть применены для селекции на повышенное содержание аскорбиновой кислоты, сахаров, жирных кислот, бетанинов и рекомендованы для использования в сельскохозяйственном и пищевом производствах.

Тыква. Тыква является биологически активным продуктом, источником важнейших биологически активных веществ, использование которых в питании способствует повышению жизненного тонуса, улучшению работы сердечно-сосудистой системы. Мякоть тыквы предохраняет слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта от раздражения и способствует заживлению язв желудка. Она рекомендуется при гастритах, острых и хронических нефритах,

способствует выведению холестерина из организма. Тыква полезна для профилактики и лечения атеросклероза, гепатита, холецистита, желчнокаменной и гипертонической болезней. В последнее время этой культуре придается большое значение при производстве продуктов детского питания, овощных ассорти, соков, цукатов, варенья и других пищевых продуктов.

Ценные химические вещества в тыкве представлены такими компонентами, как сахара, пектиновые вещества, гемицеллюлоза, клетчатка, минеральные соли, микроэлементы, водо- и жирорастворимые витамины, в число которых входят аскорбиновая кислота, тиамин, рибофлавин, никотинамид, ниацин, каротиноиды, токоферол, эргостерол. Химический состав тыквы подвержен колебаниям в зависимости от условий выращивания, но в значительной степени он зависит от сортовых особенностей.

Многолетние изучения на содержание ценных питательных веществ тыквы из мировой коллекции ВИР показали значительную изменчивость компонентов биохимического состава. Нами было определено содержание в плодах сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты, каротина и каротиноидов, пектинов и протопектинов, органических кислот, аминокислот, спиртов, фенольных соединений, жирных кислот.

Питательная ценность тыквы в значительной степени определяется содержанием сухих веществ. У изученных образцов тыквы содержание сухих веществ колебалось в зависимости от вида тыквы: у образцов, относящихся к *Cucurbita maxima* Duch. (тыква крупноплодная), в довольно широких пределах – от 5,1 до 23,4%, у *C. moschata* Duch. (тыква мускатная) – от 8,9 до 21,0%, у образцов вида *C. pepo* L. (тыква твердокорая) диапазон изменчивости был значительно уже – от 7,1 до 12,9%. Наиболее высокое содержание сухого вещества (более 20%) имели образцы: местная (к-4927, Болгария), ‘Сластена’ (к-4935, Россия), ‘Дынная’ (Россия, Краснодарский край), ‘Юстинка’ (Польша).

Преобладающими компонентами сухого вещества являются углеводы, из которых важнейшими энергетическими и вкусовыми веществами являются сахара. Их энергетическая ценность зависит от количества, а вкус также и от состава сахаров.

В наших исследованиях суммарное содержание сахаров в плодах тыквы варьировало в широких пределах: 1,37–15,2%. Отмечена обратная связь между содержанием сухого вещества и суммой сахаров, последний показатель был выше у тыквы твердокорой: от 3,61% до 15,2%, в то время как у тыквы крупноплодной – от 1,37 до 10,53. Таким образом, ранжирование исследуемых сортов по содержанию сухого вещества показало, что его содержание не совпадает с показателем содержания суммы сахаров в плодах тыквы крупноплодной и тыквы твердокорой, т. е. по высокому содержанию сухого вещества не всегда можно предполагать, что плоды изучаемых сортов отличаются повышенным содержанием суммы сахаров. Наиболее высокие показатели суммы сахаров (10,05–15,2%) имели образцы: ‘Сластена’ (к-4935, ВИР), местная (вр. к-2009, Армения), местная (к-4938, Болгария),

‘Стофунтовая’ (к-1557, Россия), ‘Игрушка’, ‘Димка’ и ‘Марсианка’ (ВИР).

Известно, что содержание сахаров в овощах, в том числе в плодах тыквы, характеризуется суммой моносахаридов и сахарозы. Наши исследования показали, что у тыквы в суммарном составе сахаров преобладают моносахара. Содержание моносахаров варьировало от 0,9 до 10,4%, их доля в сумме сахаров составляла от 73 до 91% у тыквы твердокорой и от 52 до 78 % у тыквы крупноплодной. В образцах тыквы было определено содержание 11 моносахаров. В составе моносахаров у большинства изученных сортов преобладали фруктоза, глюкоза и манноза, в меньшем количестве были арабиноза, сорбоза, галактоза и рибоза. В небольших количествах встречались рамноза, люксоза, ксилоза и альтроза.

Глюкоза является одним из основных и наиболее универсальных источников энергии в организме человека для обеспечения метаболических процессов, она необходима для работы мозга и образования в печени гликогена. Содержание глюкозы в исследованных образцах тыквы находилось в пределах 0,46–1,39% и было выше у сортов тыквы крупноплодной. Все выделенные по содержанию глюкозы образцы относились к виду *S. maxima*: ‘Стофунтовая’ (к-1557) и ‘Лечебная’ (к-4371) из России, ‘Маслянка’ (к-5012, Украина), местные образцы из Армении (вр. к-2008 и вр. к-2028) и США (к-2640), ‘Марсианка’ (ВИР) и лишь один образец (‘Мозолеевская 49’) принадлежал к виду *S. pero*.

Фруктоза почти не требует для своего усвоения гормона инсулина и рекомендуется в качестве наиболее безопасного источника углеводов для больных сахарным диабетом. Среди моносахаров тыквы она занимает второе место, количество ее колебалось в пределах от 0,04 до 0,86%. Различия между видами тыквы по содержанию фруктозы незначительны. Наиболее высокое накопление фруктозы выявлено у образцов местная (вр. к-2009, Армения), ‘Маслянка’ (к-5012, Украина), ‘Золотая корона’ (к-4738, Беларусь).

Манноза занимает третье место в составе моносахаридов тыквы. Она практически не метаболизируется в организме человека, вследствие чего не влияет на углеводный обмен. Манноза выводится из организма человека почти полностью в течение 8 часов и практически не меняет уровень глюкозы в крови. Содержание маннозы у изученных образцов было выше у тыквы твердокорой (в среднем 0,85%), чем у тыквы крупноплодной (0,43%), и достигало у некоторых образцов довольно высоких значений (1,30–2,26%), т. е. выше, чем содержание глюкозы и фруктозы.

В наших исследованиях довольно высокую долю в составе моносахаридов тыквы имела галактоза. Галактоза необходима для нормальной функциональной деятельности многих органов и систем человеческого организма, в частности, окисление галактозы способствует формированию нормальных клеток крови, сжиганию сложных углеводов и регуляции углеводного обмена. Содержание галактозы у образцов тыквы варьировало от 0,08 до 0,70% и составило в среднем 0,34% у тыквы твердокорой и 0,22% у тыквы крупноплодной. Самым высоким содержанием галактозы

характеризовались образцы 'Голосемянная' (к-4980, Венгрия), местная (к-4955, Уругвай) и 'Димка' (ВИР).

Рибоза входит в состав рибонуклеиновой кислоты, аденозина, нуклеотидов и других биологически важных веществ, участвующих в процессах метаболизма. Рибоза в плодах изученных образцов тыквы занимает промежуточное место среди моносахаридов, ее содержание колебалось от 0,04 до 0,40%. Высокие показатели по содержанию рибозы имели: 'Мозолеевская 49' (к-3085) и 'Лечебная' (к-4371) из России, 'Голосемянная' (к-4980) из Венгрии.

Сорбоза служит важным промежуточным продуктом в синтезе аскорбиновой кислоты. Содержание ее варьировало в пределах 0,02–0,38%. Для образцов тыквы твердокорой характерно было более высокое содержание сорбозы (в среднем 0,24%) по сравнению с тыквой крупноплодной (0,15%). По содержанию сорбозы (более 0,30%) выделились: 'Малышка' (к-4988, Россия), местные образцы из Чили (к-4916) и Армении (вр. к-2008 и вр. к-2028).

Сахароза является вторым по значимости компонентом после моносахаров в суммарном составе сахаров исследуемых сортов тыквы. По содержанию сахарозы у образцов тыквы крупноплодной была отмечена более широкая амплитуда варьирования, чем у образцов тыквы твердокорой (0,15–2,00 и 1,00–2,10 соответственно); в среднем содержание сахарозы у тыквы твердокорой составило 1,75% и было выше, чем у крупноплодной – 1,00%.

Особую ценность углеводного комплекса представляют пектины тыквы. Они связывают и удаляют из организма соли тяжелых металлов, свинца, ртути и радиоактивные элементы. Пектинами богаты и другие фрукты и овощи, однако их лечебное значение значительно снижается из-за повышенной кислотности, что нежелательно при многих заболеваниях желудка, в отличие от тыквы, мякоть которой имеет почти нейтральную среду. Следует отметить, что тыква представляет собой нетрадиционный, но весьма интересный и перспективный источник пектина. Пектин из тыквы дает гели в концентрациях, существенно более низких, чем коммерческий цитрусовый пектин (Оводов, 2009).

Содержание водорастворимых пектинов и протопектинов в плодах колебалось от 0,03 до 0,42% и не имело четкой тенденции в отношении видовой принадлежности образцов. Однако наиболее высокие показатели по содержанию пектинов и протопектинов (0,29-0,42%) имели образцы вида *C. maxima*: 'Ждана' (вр. к-1992, Украина), 'Gelber Genefzer Riezen' (к-2608, Германия), и местные образцы: к-4919 и к- 4923 из Казахстана, к-4927 и к-4928 из Болгарии. Анализ содержания пектина в абсолютно сухом веществе показал несколько иную тенденцию: высокие показатели по этому признаку, кроме перечисленных выше образцов тыквы крупноплодной, выделившихся по содержанию водорастворимых пектинов и пектинов, имели почти все изученные образцы тыквы твердокорой. В целом по изученной выборке образцов этот показатель варьировал от 0,57 до 3,80%, у тыквы твердокорой он составил от 2,0 до 3,8% у 7 из 9 оцененных образцов. К ним относятся: местная

(к-4938, Болгария), б/н (к-4940, Словакия), 'Дачная' (к-4941, Россия), 'Голосемянная' (вр.к-2001, Белоруссия), местная (вр.к-2007, Армения), 'Порционная' (вр. к-1817, Россия), местная (вр. к-2009, Армения).

В состав витаминного комплекса тыквы входят аскорбиновая кислота, каротиноиды и каротины, никотиновая кислота. Содержание в плодах аскорбиновой кислоты значительно различалось в пределах оцененных образцов, не соотносилось с принадлежностью к определенному виду и колебалось от 9,5 до 57,0 мг/100 г. Самым высоким содержанием аскорбиновой кислоты (более 50 мг/100 г) характеризовались плоды образцов: б/н (к-4916, Чили), 'Мраморная' (к-3995, Россия), 'Дачная' (к-4941, Россия), местная (вр. к-2009, Армения).

Никотиновая кислота участвует во многих окислительных реакциях живых клеток. Суточная потребность взрослого человека – 15–20 мг. В нашем исследовании содержание никотиновой кислоты варьировало от следовых количеств до 0,91 мг/100 г (среднее 0,19).

Плоды тыквы содержат значительное количество каротиноидов – пигментов, родственных каротинам, которые являются биологически активными, то есть оказывают благоприятное действие на организм человека. Содержание каротиноидов в плодах варьировало от 0,47 до 22,80 мг/100 г. Анализ полученных данных показал, что дифференциация образцов по содержанию каротиноидов подчинена той же закономерности, что и по содержанию каротинов. Среди биологически активных веществ, содержащихся в плодах тыквы, лидирующее положение занимает каротин (Хусид, 2013). Плоды тыквы разных образцов крайне неоднородно накапливали каротины, отмечено их значительное колебание 0,28–16,60 мг/100 г. Более высокое количество каротинов найдено в образцах, принадлежащих виду *C. maxima*, за исключением нескольких позднеспелых образцов. Низким содержанием каротинов (от 0,28 до 3,60 мг/100 г) характеризовались образцы тыквы твердокорой.

По содержанию пигментов среди изученных образцов выделены 2: 'Сластена' (к-4935, ВИР) – каротиноиды 17,8, каротины 15,5 мг/100 г, β -каротин 10,46 мг/100 г; и местная (к-2787, Россия, Д. Восток) – 22,4; 16,6; 13,1 соответственно.

Таким образом, выделенные нами образцы тыквы могут быть предложены на создание спектра сортов для различных направлений использования (сельскохозяйственная, пищевая и медицинская промышленности).

Заключение

В нашей стране выращивают более 70 видов овощных культур. Овощная продукция имеет большое значение в питании человека. По научно обоснованным нормам питания рекомендуется в суточный рацион человека включать одну четвертую часть разнообразной овощной продукции. Средняя

годовая норма потребления овощей на одного человека должна составлять 122 кг. Из этой нормы капустная продукция должна составлять 34 кг (в том числе белокочанная капуста – 29 кг), томаты – 20, огурцы – 11, морковь – 19, свекла столовая – 8, лук – 7,4, зеленый горошек – 2,9, зеленные – 4,5, прочие овощи – 16,5 кг.

На основании вышеприведенных данных производители и потребители смогут лучше ориентироваться в выборе необходимых сортов капусты, столовой свеклы и тыквы для выращивания и получения высококачественной продукции в государственном и частном секторах сельскохозяйственного производства.

Литература

Лизгунова Т. В. Капуста. Л., 1965. 384 с.

Соловьева А. Е., Артемьева А. М., Корчемная Н. А. Капустные растения рода *Brassica* L. (Характеристика образцов по основным биохимическим показателям качества). Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 756. СПб., 2004. 53 с.

Соловьева А. Е., Артемьева А. М. Биологически активные вещества капустных растений рода *Brassica* L. // Аграрная Россия. 2006. № 6. С. 52–56.

Болотских А. С. Овощи Украины. Харьков: Орбіта, 2001. 1075 с.

Буренин В. И., Пивоваров В. Ф. Свекла. СПб., 1998. 205 с.

Методические рекомендации. Семеноводство свеклы столовой сортотипа Бордо. М. 2009. С.7.

Оводов Ю. С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия. 2009. Т. 35. №3. С. 293–310.

Хусид С. Б. Физиолого-биохимические аспекты подбора сортов тыквы для использования в кормопроизводстве: автореф. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2013. 23 с.

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОДА *BETA* L.

В. И. Буренин, Т. М. Пискунова

Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: v.burenin@vir.nw.ru

Резюме

Рассмотрен полиморфизм представителей рода *Beta* L., включая дикорастущие виды, обладающие ценными для селекции признаками. Представлены результаты оценки сортимента свеклы на устойчивость к болезням. Приведены результаты анализа холодостойкости образцов и связи ее с устойчивостью к цветущности, а также с ареалом. Показаны перспективы использования гетерозиса. Рекомендован исходный материал для селекции.

Ключевые слова: вид, сорт, образец, устойчивость к болезням, холодостойкость, нецветущность, ареал.

ADAPTIVE POTENTIAL OF THE GENUS *BETA* L.

V. I. Burenin, T. M. Piskunova

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: v.burenin@vir.nw.ru

Summary

Polymorphism of representatives of the genus *Beta* L. is considered, including wild species with valuable traits for breeding. The results of the evaluation of beet varieties for disease resistance are presented. Cold tolerance of the accessions has been analyzed and its connections with bolting resistance as well as with the area of distribution have been shown. The promising future of the use of heterosis is discussed. Recommendations are given concerning source material for breeding.

Key words: species, variety, accession, disease resistance, cold tolerance, bolting resistance, area of distribution.

Введение

В практической селекции большое значение приобретает анализ уровня стабильности сорта с целью выяснения его потенциальных возможностей, что является основой эффективного использования его адаптивного потенциала (Жученко, 1988, 1995). При этом справедливо высказывание Н. И. Вавилова о том, что разнообразие форм обусловлено не только условиями внешней среды, но и особенностями вида (сорта). Причем наследственные особенности в

большинстве случаев играют решающую роль, что подчеркивает важную роль для селекции исходного материала (Вавилов, 1934, 1935).

Известно, что продуктивность (урожайность) сорта в значительной степени зависит от его биологических особенностей – холодостойкости, засухоустойчивости, устойчивости к засолению, нецветущности и других, что следует учитывать при выявлении уровня адаптивного потенциала.

В селекции свеклы в настоящее время определены следующие основные направления: устойчивость к болезням и вредителям; холодостойкость и устойчивость к цветущности; скороспелость и уровень продуктивности; качество продукции. Для выявления сортов или форм с относительно стабильным проявлением биологических и хозяйственно-ценных признаков в разных почвенно-климатических условиях необходимо более углубленное исследование исходного и селекционного материала, в том числе с применением современных методов анализа. При этом соблюдаются два основных требования: при одинаковых условиях сравниваются генетически различные растения (изучение в одном пункте) и при различных условиях сравниваются генетически одинаковые группы растений (изучение в разных пунктах). Тем самым обеспечивается выявление в популяции генотипов с широкой нормой реакции (Жученко, 1988).

Результаты и обсуждение

Общая характеристика коллекции свеклы

Первые образцы свеклы в коллекцию ВИР привез Н. И. Вавилов из Афганистана (1924 г.), стран Средиземноморья (1926–1927 гг.) и Индокитая (1929 г.). Впоследствии коллекция постоянно пополнялась как за счет экспедиционных обследований на территории России и за рубежом, так и обмена образцами с учреждениями-оригинаторами.

Виды рода *Beta* L. объединены в три секции: *Beta* (= *Vulgares*), *Procumbentes* (= *Patellares*) и *Corollinae* (Траншель, 1927; Красочкин, 1971; Буренин, 1983). Наиболее древними считаются виды секции *Procumbentes*. Виды монотипические, имеют сравнительно узкий ареал. Растения одно-, дву- и многолетние. В условиях естественной изоляции претерпели незначительные изменения.

Виды секции *Corollinae* формировались в основном в горных условиях. Многолетники, с утолщенными крупными корнями. Виды монотипические, хотя ареал их более широкий.

Большинство дикорастущих видов секции *Beta* в условиях умеренного климата проявляют себя как однолетники, встречаются двулетники. Наиболее распространен вид *Beta maritima* L., который имеет широкий ареал.

Полиморфизм представителей рода *Beta* наиболее полно изучен по видам *B. vulgaris* L., *B. cicla* L. (культурные) и *B. maritima* (дикорастущий). Генетическое разнообразие по этим видам представлено в коллекции ВИР

природными и полученными в результате селекции формами (более 1,5 тыс. образцов), включая биотипы с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС), полиплоиды, апомиктические, раздельноплодные и самофертильные формы.

Согласно существующим классификациям, возделываемая корнеплодная свекла включает 25 сортотипов, в том числе: столовая – 8, кормовая – 12 и сахарная – 5. Около 10% коллекции представлены образцами листовой свеклы (5 сортотипов) и примитивными или переходными к культурным формами (15 сортотипов). Каждый из сортотипов характеризуется комплексом стабильных признаков, используемых для идентификации генофонда свеклы. При этом важны знания наследственной обусловленности признаков, что позволяет выявить потенциал образца или формы и возможности их практического использования.

Анализ показал, что в генетическом отношении свекла изучена недостаточно. Для нее установлено 35 генов, контролирующих 12 признаков (форма и окраска листьев, форма и окраска корнеплодов, самофертильность и мужская стерильность, устойчивость к цветущности, раздельноплодность и устойчивость к курчавости листьев). В результате сформированы генетическая и стержневая коллекции (Буренин, 2007). С использованием RAPD-маркеров проанализированы филогенетические взаимоотношения между образцами дикой и культурной свеклы, представленными в коллекции ВИР (Иванов, Буренин, Чесноков, 2012а), что позволяет целенаправленно использовать их в селекции.

Адаптивный потенциал дикорастущих видов свеклы

В роде *Beta* насчитывается 15 видов, из них два – культурные. Дикорастущие виды обладают рядом ценных для селекции признаков: холодо- и зимостойкостью, устойчивостью к болезням, односемянностью (раздельноплодностью). Однако при использовании дикорастущих форм свеклы для гибридизации возникают трудности, так как не все они легко скрещиваются с культурной свеклой и не всегда дают плодовитое потомство. По степени скрещиваемости виды объединены в три группы, что соответствует их геномному составу (табл. 1).

В пределах первой группы скрещивание проходит легко, фертильность гибридов высокая и они дают плодовитое потомство, что свидетельствует о близости видов секции *Beta* и наличии у них общего генома. Скрещивание видов второй группы проходит с трудом и имеются реципрокные различия. Так, гибриды *B. vulgaris* × *B. lomatogona* бесплодны, а *B. lomatogona* × *B. vulgaris* – плодовиты, что представляет интерес для селекции на односемянность (раздельноплодность). Виды третьей группы практически не скрещиваются с культурной свеклой. В наших опытах при скрещивании *B. patellaris* (4x) с сортом кормовой свеклы ‘Северная оранжевая’ (4x) получены всходы растений F₁. Однако растения нормально развивались только

до стадии семядолей и не образовывали настоящих листьев (Буренин, Красочкин, 1971).

Таблица 1. Скрещиваемость культурного вида свеклы *Beta vulgaris* L. в пределах рода (Буренин, 2003)

Уровень (степень) скрещивания		
легко	с трудом	не удается
<i>Beta cicla</i> L.	<i>Beta lomatogona</i> Fisch. et C.A.Mey.	<i>Beta patellaris</i> Moq.
<i>B. maritima</i> L.	<i>B. macrorhiza</i> Stev.	<i>B. procumbens</i> C. Sm.ex Hornem.
<i>B. patula</i> Ait.	<i>B. trigyna</i> Waldst. et Kit.	<i>B. webbiana</i> Moq.
<i>B. macrocarpa</i> Guss.	<i>B. intermedia</i> Bunge ex Boiss.	

Изучение межвидовых гибридов показало, что скрещивание сортов свеклы с дикими видами, наряду с положительными признаками, привносит в гибриды и отрицательные свойства – деревянистость и сильную разветвленность корнеплодов, цветущность. По устойчивости к болезням установлен промежуточный тип наследования. В селекции на устойчивость к церкоспорозу получил распространение дикорастущий вид свеклы *B. maritima*, средиземноморская форма которого не поражается *Cercospora beticola* Sacc. В результате выведены устойчивые к болезни сорта ‘Меццано’ и ‘Cesena’ в Италии, ‘Beta-19’ – в Венгрии. Большинство церкоспорозустойчивых сортов свеклы происходят из районов наибольшего распространения церкоспороза, что соответствует концепции о сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита (Жуковский, 1971).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об ином пути возникновения устойчивости к болезням среди видов *Beta*, характерном для видов секции *Procumbentes*. Согласно Н. И. Вавилову (1935), комплексный иммунитет обусловлен процессом дивергенции растений-хозяев и паразитов в их эволюции. Виды секции *Procumbentes* возникли и закрепились на ограниченной территории в условиях изолированности, причем наряду с территориальной, у них возникла и биологическая изоляция, выражающаяся в нескрещиваемости при свободном опылении. Учитывая трудность гибридизации видов этой секции с сортами культурной свеклы, перспективными являются вегетативное сближение партнеров, каллюсные и меристемные культуры тканей и клеток, полиплоидия и методы геномной инженерии.

Устойчивость к болезням и геноресурсы свеклы

Проблема устойчивости сельскохозяйственных растений, включая свеклу, обострилась в связи с переходом селекции на малокомпонентные сорта и гибриды, получаемые на основе использования линий с ЦМС. Тем самым повышается генетическая однородность растений, в результате чего их устойчивость быстро преодолевается при появлении новых агрессивных рас

патогенов (Campbell, 1988). В этом отношении как никогда актуальны предложения Н. И. Вавилова (1935), который писал: «Среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний наиболее радикальным средством борьбы является введение в культуру новых сортов или создание таковых путем скрещивания».

Наиболее ощутимый вред в период вегетации растений причиняют такие широко распространенные болезни, как корнеед всходов и церкоспороз, а также мучнистая роса, вирусные болезни; при хранении – кагатная гниль. Взаимодействие растений свеклы и большинства возбудителей заболеваний определяется особенностями как данной культуры (перекрестноопыляемость, двулетний цикл развития и др.), так и патогенов, различных по своей природе и агрессивности (Красочкин, 1960, 1971).

Устойчивость к корнееду. Возбудители корнееда повреждают корневую систему и гипокотиль растений. Вредоносность корнееда особенно ощутима при современных технологиях возделывания свеклы, когда посев семян проводится на заданную густоту стояния растений (Воблова, Воблов, 2004). Корнеед является эколого-микробиальной болезнью, вызываемой комплексом миномицетов, и особенно сильно развивается при ухудшении условий возделывания свеклы.

Оценка 257 образцов свеклы на устойчивость к корнееду показала, что среди изученного генофонда практически отсутствуют иммунные (полностью устойчивые) биотипы. Можно предположить, что при культивировании (выращивании) свеклы, когда семена (плоды, соплодия) во время посева заделываются в почву на глубину 1,5–2,5 см, при прорастании происходит вытягивание гипокотыля, являющегося объектом (субстратом) для возбудителей корнееда. В дикорастущем (естественном) состоянии семена свеклы осыпаются и прорастают при благоприятных условиях без заделывания в почву. Отсюда, по-видимому, не произошло биологической дифференциации в пределах популяций и не выделено иммунных к данному заболеванию биотипов (Буренин, 1983).

Известно, что развитие и распространенность корнееда в значительной степени связаны с колебаниями условий внешней среды (Шевченко, 1961; Красочкин, 1971, Нурмухаммедов, 1995). В наших опытах, проведенных в Пушкине (Ленинградская обл.) и Апатитах (Мурманская обл.) образцы свеклы северного и северо-западного происхождения, как правило, были менее склонны к цветущности, а следовательно, и более холодостойкими; поражаемость их корнеедом была существенно ниже (Burenin, 1998). Аналогичные данные были получены и в связи с их происхождением (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что количество образцов свеклы со средним баллом поражения до 1,0 наибольшим было среди сортимента Северо-Западной и Восточной Европы, а также из северо-западных, центральных и западно-сибирских регионов России. Из отечественного сортимента по устойчивости к корнееду выделались следующие сорта: столовые – ‘Бордо Хибинская’, ‘Односемянная’, ‘Деликатесная’; кормовые – ‘Сахарная округлая 0143’,

‘Тимирязевская односемянная’, ‘Бофисома’; сахарные – ‘Бийская 032’, ‘Бийская односемянная 12’, ‘Бийская односемянная 50’, ‘Рамонская односемянная 47’ и ‘Льговская односемянная 52’.

Таблица 2. Поражаемость образцов свеклы корнеедом в зависимости от их происхождения (Пушкин, 2005–2007 гг.)

Регион	Общее количество образцов	Количество образцов со средним баллом поражения:			
		до 1,00	1,01–1,50	1,51–2,00	>2,00
Северо-Западная Европа	61	7	35	19	–
Центральная и Южная Европа	48	–	33	12	3
Восточная Европа	71	4	40	20	7
Россия (Северо-Запад, Центр, Сибирь)	52	6	26	20	–
Россия (южные регионы)	11	–	–	11	–
США (Северо-Запад)	14	–	8	6	–
Всего	257	17	142	88	10

Проведенные исследования показали, что проявление корнееда зависело не только от условий внешней среды, но и от разной реакции изучаемых генотипов свеклы. Степень устойчивости к болезни в значительной мере определяется уровнем их жизнеспособности, стойкости к вредоносной микрофлоре и обусловлена генотипическими особенностями образца.

Устойчивость к церкоспорозу. Все сорта и гибриды свеклы в условиях сильного распространения церкоспороза не устойчивы к болезни. Интенсивное развитие патогена приводит к усыханию листового аппарата, которое растения восстанавливают за счет использования питательных веществ корнеплода (Шевченко, 1961). Большую роль в проявлении заболевания играют эколого-географические факторы, определяющие распространение и агрессивность патогена. Оптимальными для развития возбудителя церкоспороза являются температура 20–25°C и относительная влажность воздуха 80–95%. Устойчивые формы свеклы обнаружены в районах Средиземноморья (где распространен и церкоспороз), являющихся генцентром возникновения культурной свеклы и ее предков (Красочкин, 1971).

В результате оценки 151 образца свеклы из 17 стран на Дальневосточной и Майкопской опытных станциях ВИР с условиями, благоприятными для проявления церкоспороза, установлено, что лишь 12 образцов (7,9%) характеризовались пониженной (1,5–2 балла) поражаемостью болезнью.

Причем в основном они происходят из зон распространения церкоспороза, что позволило выделить три очага формирования церкоспороустойчивых сортов свеклы: североадриатический (Болгария, Югославия, Северная Италия, Венгрия, Румыния); североамериканский (США, Канада); северокавказский (Россия).

В результате длительного произрастания на высоком инфекционном фоне возбудителя заболевания в популяциях свеклы, по-видимому, произошел отбор устойчивых биотипов, что согласуется с концепцией сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита (Жуковский, 1971).

Особенностью сортотипов свеклы, устойчивых к церкоспорозу, является их засухоустойчивость (Шевченко, 1961). При этом отмечена роль биохимических особенностей свекловичных растений. В наших опытах в условиях Краснодарского края сорта столовой свеклы 'Long Season' (Канада), 'Кубанская борщевая 43' и 'Зеленолистная 42' (Россия) характеризовались относительной устойчивостью к церкоспорозу; они отличались светло-зелеными листовыми пластинками, которые меньше перегревались от солнца в жаркие часы. Тем самым поддерживается высокий уровень тургора в клетках и, следовательно, засухоустойчивость.

В годы эпифитотий у толерантных к церкоспорозу сортов свеклы отмечена способность к быстрому нарастанию листьев, что, по-видимому, заимствовано у их предка – дикорастущего вида *B. maritima*, встречающегося в зоне распространения церкоспороза и обладающего устойчивостью к этому заболеванию (Буренин, 2007). Другой особенностью устойчивых к церкоспорозу сортов свеклы является меньшее сбрасывание листьев во время засухи, которая нередка в условиях Краснодарского края. Максимальный балл поражения церкоспорозом в группе выносливых образцов составил 1,85, а у невыносливых – 3,37; процент усохших листьев в розетке – 18,2–25,6 и 23,6–35,0 соответственно. Следовательно, у невыносливых образцов свеклы наблюдается совпадение критических периодов – сильного поражения болезнью и массового сбрасывания листьев, что обуславливает повышенную вредоносность заболевания.

В результате исследований выделены сравнительно устойчивые к церкоспорозу образцы свеклы.

Североадриатический очаг: 'Beta', 'Beta 19' и K-46 из Венгрии; 'Церкоспороустойчивый' и 'Гибрид 9 Поли' из Болгарии – сахарные; 'Rozsaszinii Beta' из Венгрии – кормовой.

Североамериканский очаг: 'Long Season' из Канады – столовый; US-201 и NH-10 из США – сахарные.

Северокавказский очаг: 'Кубанская борщевая 43' и 'Зеленолистная 42' из России – столовые; 'Первомайская 028' и 'Северо-Кавказская 42' из России – сахарные.

Определенный интерес для селекции представляют образцы, устойчивые к комплексу болезней (корнеед, церкоспороз, мучнистая роса): 'Dolce Dichioggia' (Италия), местная из Абхазии и 'Vermillia' (Португалия) –

столовые; 'Slattbo' (Швеция) и 'Glomillia' (Португалия) – кормовые; № 11944 (Россия) – сахарная.

Холодостойкость и устойчивость свеклы к цветущности

Способность семян свеклы прорасти при пониженных температурах дает возможность провести ранний посев, обеспечивает дружные всходы и, в конечном счете, повышение урожайности. Необходимым условием при этом является устойчивость растений к цветущности (Красочкин, 1960, 1971). Эта проблема остро проявляется в северных районах, где весной нередко наблюдается возврат холодов. Цветущие растения, как правило, снижают урожай и ухудшают его качество. Мнения исследователей относительно природы цветущности у свеклы расходятся (Bandlow, 1955). В связи с изложенным, представляет интерес проследить взаимосвязь между холодостойкостью сорта и его устойчивостью к цветущности.

Изучавшиеся на Полярной станции ВИР (Мурманская обл.) в 2003–2005 гг. 102 образца столовой свеклы разделились следующим образом: не склонные к цветущности – 31%, склонные – 35% и устойчивые – 34%. Изучаемые образцы в зависимости от их происхождения распределились по следующим зонам: Северо-Западная Европа, Центральная и Южная Европа, Восточная Европа, Северная Америка и Россия. Наибольшее количество устойчивых к цветущности образцов поступило в коллекцию из Северо-Западной Европы (32,4%) и России (24,7%). Далее идут США, Канада и Восточная Европа (по 16%). Наиболее устойчивая связь проявлялась у сортообразцов, поступивших из Швеции и Финляндии. Разброс по уровню цветущности у отечественных сортов свеклы очень значительный: от устойчивых (до 3%) до сильно цветущих (до 43%). Это объясняется многообразием почвенно-климатических условий, в которых создавались эти сорта: от севера (Мурманская обл.) до юга (Краснодарский край).

Определенная зависимость наблюдалась между устойчивостью к цветущности (холодостойкостью) и урожайностью: наиболее урожайными в годы исследований в Пушкине (Ленинградская обл.) были сорта северного и северо-западного происхождения ('Полярная плоская', 'Северный шар', 'Подзимняя А-0474', 'Пушкинская плоская' и 'Ленинградская округлая'). Вместе с тем у трети испытанных сортов южного происхождения наблюдалось значительное варьирование по данному показателю (от 5,5 до 43%), что, по-видимому, связано с разным уровнем и направлениями селекции, включая исходный материал.

Известно, что односемянные (раздельноплодные) сорта свеклы, как правило, уступают многосемянным по урожайности; характеризуются позднеспелостью и склонностью к цветущности (Красочкин, 1971). Одна из причин – их узкая генетическая основа, а также значительное варьирование признака раздельноплодности. Поэтому селекционеры делают упор на создание гибридов F₁ (раздельноплодная × многосемянная формы). Гибридами такого

типа в коллекции являются 'Red Cross' из США и 'Boltardy' из Нидерландов, устойчиво превышающие стандарт (на 5–10%) по урожайности, что подтверждает эффективность использования гибридов в селекции столовой свеклы. В настоящее время в Госреестр селекционных достижений РФ (2014) включено 116 сортов свеклы, из них 23 – гибриды F₁ (20%), в основном из Нидерландов.

Ценным исходным материалом для селекции являются 'Monoking Burgundy' (Франция), 'Monopoly' (Нидерланды), 'Monodet' и 'Monogram' (Великобритания) и 'Mona' (Дания), характеризующиеся высоким уровнем раздельноплодности. При этом наряду с раздельноплодными представляют определенный интерес многоростковые сорта-популяции, характеризующиеся комплексом биологических и хозяйственно-ценных признаков (урожайность, устойчивость к болезням, нецветушность, скороспелость, качество корнеплодов): 'Alvro', 'Luxor', 'Ran Uniball', 'Bikores', 'Trianon' и 'Red Ball' – из Нидерландов; 'Halanga' и E-406 из Финляндии; 'Rubin' и 'Banko' из Швеции; 'Bolder' из Великобритании; 'Replata' из Германии; 'Slowbolt' из Дании; 'Полярная плоская', 'Северный шар' и 'Подзимняя' из России; 'Айняй' и 'Витену Бордо' из Литвы. Указанные образцы, так называемые сорта широкого ареала, с успехом могут использоваться в качестве сортов-опылителей для создания гетерозисных гибридов F₁. При этом применимы микросателлитные ДНК-маркеры для молекулярной идентификации сортообразцов, линий и гибридов свеклы (Иванов, Буренин, Чесноков, 2012 б).

Скороспелость свеклы

Признак скороспелости особенно важен для столовой свеклы, позволяет как получать раннюю продукцию, так и продлевать период ее поступления. Последнее особенно важно для нашей страны, характеризующейся разнообразием почвенно-климатических условий. При этом полезна информация о скороспелости сортов свеклы, использование которых планируется в местах, удаленных от их зон районирования. Тем самым определяется распределение различных сортов и гибридов по климатическим зонам.

В результате изучения 111 сортообразцов столовой свеклы в трех пунктах (Пушкин, Михнево, Майкоп) установлена связь между сортоотипом, его скороспелостью и склонностью к цветущности (табл. 3).

Из таблицы 3 видно, что наиболее скороспелые образцы сортоотипа Египетская были сравнительно устойчивыми к цветущности и высокоурожайными (90–115% к стандарту). Близки к ним образцы сортоотипа Кросби. Наиболее урожайными были образцы сортоотипа Бордо; отдельные из них склонны к цветущности; продолжительность вегетационного периода – средняя. Образцы сортоотипов Цилиндрическая и Зеленолистная – позднеспелые и склонны к цветущности в северных и северо-западных регионах. Следовательно, от уровня скороспелости в значительной степени зависит ареал

сорта. Образцы сортотипов Египетская плоская и Кросби – скороспелые и холодостойкие (устойчивые к цветухе), приспособлены для северных, северо-западных районов и Сибири. Образцы типа Зеленолистная – позднеспелые и склонны к цветущности; распространены в южных районах.

Таблица 3. Характеристика образцов столовой свеклы в связи с продолжительностью вегетационного периода (2003–2005 гг.)

Сортотип	Количество образцов	Форма корнеплода	Вегетационный период, дн.	Цветущность, %	Урожайность, % к стандарту
Египетская плоская	22	плоская	85–95	0,0–0,5	90,0–110,0
Кросби	23	округло-плоская	95–105	1,0–5,0	90,0–110,0
Бордо	46	округлая	100–110	1,5–10,0	95,0–120,0
Цилиндрическая	11	цилиндрическая	105–115	1,5–10,0	100,0–115,0
Зеленолистная	9	овально-коническая	115–125	5,0–15,0	100,0–115,0

Вместе с тем образцы типа ‘Бордо’ и ‘Цилиндрическая’ характеризуются средними показателями продолжительности вегетационного периода и склонности к цветущности; урожайность их была сравнительно высокой. Соответственно, для образцов этого типа характерен широкий ареал – от северо-запада до юга и востока России.

Для характеристики сортов и гибридов столовой свеклы, включенных в Госреестр селекционных достижений РФ (2014), были использованы два показателя: год включения в Госреестр и число регионов. Оказалось, что два отечественных сорта селекции ВНИИССОК – ‘Бордо 237’ и ‘Подзимняя А 474’ – включены в Госреестр с 1943 и 1952 гг. Причем ‘Бордо 237’ районирован по всем 12 регионам России. Следовательно, это сорта широкого ареала; они представляют интерес в качестве исходных для создания новых отечественных сортов и гибридов.

В Госреестр (2014) включены 38 сортов и гибридов столовой свеклы зарубежного происхождения; из них 5 отнесены к сортообразцам широкого ареала (районированы по 9–10 регионам). Однако они являются гибридами F₁ и использование их в качестве исходного материала для селекции затруднительно. Вместе с тем, это подтверждает перспективность создания и использования сортообразцов гибридного происхождения, характеризующихся комплексом биологических и хозяйственно-ценных признаков.

Выделены следующие скороспелые образцы многосемянной свеклы: ‘Avonearly’ и ‘Monodet’ (Великобритания), ‘Early Wonder’ (Канада), ‘Extra Early’ (США), ‘Luxor’ (Нидерланды), ‘Грибовская плоская’ и ‘Пушкинская

плоская' (РФ); раздельноплодные: 'Monogram' (Нидерланды), 'Mona' (Дания) и 'Monodet' (Великобритания). Из отечественных в качестве исходных рекомендованы также 'Бордо односемянная', 'Вировская односемянная', 'Валента' и 'Одноростковая'. Характерно, что выделенные образцы отличаются также достаточно высоким качеством продукции (товарность, вкусовые качества, химический состав).

Заключение

Полиморфизм представителей рода *Beta* наиболее полно изучен по видам *B. vulgaris* и *B. cicla* (культурные), и *B. maritima* (дикорастущий). Генетическое разнообразие представлено в коллекции примитивными и полученными в процессе селекции формами, включая биотипы с ЦМС, апомиктические и самофертильные формы, полиплоиды. Сформирована генетическая и стержневая коллекции. С использованием RAPD-маркеров уточнены взаимоотношения между образцами дикорастущей и культурной свеклы, позволяющие целенаправленно использовать их в селекции (Иванов, Буренин, Чесноков, 2012а).

Дикорастущие виды рода *Beta* обладают ценными для селекции признаками: холодо- и зимостойкостью, устойчивостью к болезням, односемянностью (раздельноплодностью). Однако при использовании дикорастущих видов свеклы для гибридизации возникают трудности, так как не все они скрещиваются с культурной формой (Красочкин, 1971).

В селекции на устойчивость к церкоспорозу успешно использован вид *B. maritima* (секция *Beta*), который сформировался в зоне распространения возбудителя *Cercospora beticola*. Иммунитет видов секции *Procumbentes* обусловлен, по-видимому, процессом дивергенции растений-хозяев и паразитов в их эволюции (Вавилов, 1935). Учитывая трудности гибридизации видов этой секции с сортами культурной свеклы, перспективными являются культура клеток и тканей и методы генной инженерии.

Проблема устойчивости свеклы к болезням обострилась в связи с переходом селекции на создание малокомпонентных сортов и гибридов. В результате их устойчивость быстро утрачивается при появлении новых рас патогенов (Campbell, 1988). При возделывании свеклы по современным технологиям особенно ощутима вредоносность корнееда, когда посев проводится на заданную густоту стояния растений. Развитие корнееда в значительной степени связано с колебаниями условий внешней среды (Шевченко, 1961). Исследования показали, что в условиях г. Апатиты (Мурманская обл.) сортообразцы свеклы северного и северо-западного происхождения были менее склонными к цветущности, а следовательно, и более холодостойкими; поражаемость их корнеедом была значительно меньшей. Следовательно, проявление корнееда зависело не только от условий внешней среды, но и от разной реакции изучаемых генотипов свеклы. Оценка сортимента свеклы на устойчивость к наиболее распространенным и

вредоносным болезням (корнеед, церкоспороз) показала, что практически отсутствуют иммунные (полностью устойчивые) биотипы. Поэтому важным является поиск иммунных вариаций устойчивости и толерантности путем иммунологического изучения генофонда, включая оценку на инфекционном фоне.

Установлена устойчивая связь между типом сорта, его скороспелостью и холодостойкостью. Наиболее скороспелые образцы сортотипа Египетская были сравнительно устойчивыми к цветущности и высокоурожайными, что свидетельствует об их приспособленности для условий северного, северо-западного регионов и Сибири. Вместе с тем сорта типа Бордо характеризуются средними показателям по скороспелости и устойчивости к цветущности. Однако урожайность их была устойчиво высокой. Соответственно для образцов этого типа характерен широкий ареал – от северо-запада до юга и востока. Наибольшее количество холодостойких (устойчивых к цветущности) образцов, характеризующихся скороспелостью и высоким качеством корнеплодов, поступило в коллекцию из Северо-Западной Европы. В результате выделены сорта так называемого широкого ареала, представляющие интерес для практики.

Подтверждена перспективность селекции на гетерозис. Рекомендованы генетические источники для селекции на скороспелость, нецветущность, устойчивость к болезням и качество продукции, для идентификации которых с успехом используются современные молекулярные методы исследований.

Выделен и рекомендован ряд скороспелых образцов односемянной (раздельноплодной) столовой свеклы отечественного и зарубежного происхождения, а также сортообразцы многосемянной свеклы, которые могут использоваться для создания гибридов F_1 в качестве опылителей. Выделенные образцы отличаются довольно высоким качеством продукции (товарность, вкусовые качества, химический состав), являющимся важной составляющей конкурентоспособности современных сортов и гибридов. При этом важны современные методы идентификации исходного материала, в частности, метод молекулярных маркеров, основанный на выявлении полиморфизма ДНК различных генотипов, что позволяет выделять биотипы с нужной генетической структурой.

Литература

- Буренин В. И. Свекла – *Beta L.* (систематика, генетика, исходный материал и методы селекции): дис. ... док. с.-х. наук. Л., 1983. 376 с.
- Буренин В. И. Генетические ресурсы рода *Beta L.* (свекла). СПб, 2007. 274 с.
- Буренин В. И., Красочкин В. Т. Генетические аспекты изучения свеклы // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т. 44. Вып. 1. С. 185–215.
- Вавилов Н. И. Селекция как наука. М.–Л., 1934. 16 с.
- Вавилов Н. И. Селекция как наука // В кн.: Теоретические основы селекции растений. М.–Л., 1935. Т. 1. С. 17–24.

- Воблова О. А., Воблов А. П.* Оценка вредоносности корнееда в условиях Краснодарского края // В кн.: Сахарная свекла. 2004. № 6. С. 25–27.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (по состоянию на 28.02.2014) [Электронный ресурс] //ФБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по использованию и охране селекционных достижений.* URL: <http://www.gossort.com>
- Жуковский П. М.* Культурные растения и их сородичи. Л., 1971. 380 с.
- Жученко А. А.* Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев, 1988. 799 с.
- Жученко А. А.* Проблемы адаптации в селекции и семеноводстве с.-х. культур // В кн.: Генетические основы селекции растений. М., 1995. С. 3–10.
- Иванов А. А., Буренин В.И., Чесноков Ю.В.* Оценка филогенетических отношений видов рода *Beta L.* с помощью RAPD-маркеров // Доклады РАСХН. 2012а. № 3. С. 44–52.
- Иванов А. А., Буренин В. И., Чесноков Ю. В.* Использование микросателлитных ДНК-маркеров для молекулярной идентификации линий и гибридов сахарной свеклы // Сб. научн. тр. ВНИИС. Воронеж, 2012б. С. 44–52.
- Красочкин В. Т.* Свекла. М.–Л., 1960. 370 с.
- Красочкин В. Т.* Свекла // В кн.: Культурная флора СССР. Т. XIX. Корнеплодные растения. Л., 1971. С. 7–266.
- Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов.* Л.: ВИР, 1979. 88 с.
- Нурмухаммедов А. К.* Устойчивость к корнееду и кагатной гнили образцов свеклы и их селекционная ценность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб, 1995. 20 с.
- Траншель В. А.* Обзор видов рода *Beta L.* // Тр. по прикл. бот. и сел. 1927. Т.1. Вып. 2. С. 201–225.
- Шевченко В. Н.* Методы селекции сахарной свеклы на устойчивость против болезней // В кн.: Иммуниет растений к болезням и вредителям. М., 1961. С. 118–126.
- Bandlow G.* Die Genetic der *Beta vulgaris* – Rüben // Der Züchter. 1955. Bd. 25. № 4/5. S. 104–122.
- Burenin V. I.* Resistance to blackleg of beet: adaptive potential of *Beta L.* genetic resources // International Beta Genetic Resources Network . Izmir. Turkey. 1998. P. 78–80.
- Campbell L. G.* Breeding to resistant of sugar beet // Crop. Sci. 1988. № 28. P. 33–36.

ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ МОРКОВИ

В. И. Буренин, Т. В. Хмелинская

Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: v.burenin@vir.nw.ru,
t.khmelinskaya@vir.nw.ru

Резюме

В статье приведены результаты изучения коллекции моркови. Описаны проблемы селекции и семеноводства на современном этапе. Рекомендован исходный материал для важнейших направлений селекции.

Ключевые слова: генофонд, образец, сорт, гибрид, селекция, семеноводство.

CARROT GENE POOL AND BREEDING

V. I. Burenin, T. V. Khmelinskaya

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: t.khmelinskaya@vir.nw.ru

Summary

The article presents the results of studying the carrot collection. The present-day problems of carrot breeding and seed production are described. Source material is recommended for the most crucial breeding trends.

Key words: gene pool, accession, variety, hybrid, breeding, seed production.

Введение

Большинство отечественных сортов моркови выделено и районировано с 40-х годов прошлого столетия; отдельные из них до сих пор имеют широкое распространение ('Нантская', 'Витаминная 6', 'Лосиноостровская 13', 'Шантенэ'). Большую роль в развитии отечественной селекции играли и играют генетические ресурсы, сосредоточенные в коллекциях Всероссийского НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. По инициативе Н. И. Вавилова ученые ВИР собрали основные сорта моркови из Европы, Азии и Америки. Было организовано планомерное изучение собранного материала применительно к разнообразным почвенно-климатическим условиям страны, что позволило выделить исходный материал для селекции (Сечкарев, 1971; Сазонова, 1983).

Изучение генетического разнообразия моркови имеет большое практическое значение, так как позволяет выявить характер и особенности изменчивости и наследования признаков, с которыми ведется селекционная

работа. При этом наряду с выявлением природного разнообразия моркови ведутся исследования по искусственному получению новых форм (биотипов). Последнее особенно важно в связи с развитием гетерозисной селекции, предусматривающей создание и использование нового исходного материала (Тимин, 1997).

Результаты и обсуждение

Изучение коллекции моркови

Общеизвестна роль сорта, сочетающего высокую урожайность и экологическую стабильность к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. Последнее особенно важно для нашей страны, характеризующейся большим разнообразием почвенно-климатических условий. На необходимость использования экологических методов в изучении исходного материала неоднократно указывал Н. И. Вавилов (1934, 1935). Он отмечал, что внешняя среда является мощным фактором отбора. Опыты по выявлению фенотипической изменчивости растений в связи с географической средой (географические посева) проводились на опытных станциях ВИР по единой методике, составленной Н. И. Вавиловым. В числе овощных культур присутствовала и морковь.

Изучение коллекции моркови проводилось на опытных станциях ВИР, расположенных в Ленинградской, Воронежской, Дальневосточной и Мурманской обл., в Краснодарском крае, а также в Белоруссии (под Минском), Украине (Харьковская обл.), Азербайджане (Мардакяны), Узбекистане (вблизи Ташкента). Позднее работа по изучению коллекции была начата на Волгоградской и Крымской опытно-селекционных станциях. При этом от всходов до уборки прослеживали развитие растений, описывали морфологические, фенологические и биологические признаки, физиологические и биологические особенности, иммунные и другие реакции. В результате было установлено, что реакция сортообразцов на меняющиеся условия местообитания неодинаковая, что свидетельствует об их разных потенциальных возможностях (особенностях).

При оценке качества сортов моркови обращали внимание на форму, величину и окраску корнеплодов, которые заметно отличались в разных условиях выращивания. Большая масса листьев обычно характерна для сортов восточного подвида. В целом же положительной корреляции между массой корнеплода и массой листьев отмечено не было.

При анатомическом изучении установлено, что у культурных сортов моркови получают развитие запасающие ткани в 1-й год жизни, а проводящие – на 2-ой год. У дикой моркови наряду с запасающей паренхимой в 1-й год формируется мощная проводящая система. У сорта 'Валерия 6' ксилемная часть занимает значительную часть корнеплода. В корнеплодах сортов

‘Нантская’ и ‘Ленинградская’ сердцевина меньше (Орел, Евстафьева, Поваляева, 1971).

Лучшим по химическому составу и содержанию каротина в Ленинградской области был сорт ‘Валерия 6’. Наиболее продуктивными, сочетающими повышенное содержание основных элементов и высокий урожай корнеплодов в Ленинградской и Московской областях являются представители сортотипа Шантенэ. Эти же формы оказались и наиболее каротиновыми при изучении в Краснодарском крае и Узбекистане. Лучшими по содержанию основных компонентов химического состава были сортообразцы из Канады и Дании, а также России (Луковникова, 1971). Взаимосвязь между содержанием каротина и массой корнеплода, между содержанием сухого вещества и каротина была неустойчивая, что позволяет вести селекцию в этом направлении. Возможность такой селекции подтверждена выведением селекционерами новых сортов моркови, сочетающих эти качества.

Результаты оценки показали, что среди сортимента обоих подвигов моркови отсутствуют формы, устойчивые к таким вредоносным болезням, как фомоз и склеротиния. Выявлены лишь отдельные слабопоражаемые сорта. Так, из сортотипа Шантенэ относительно устойчив сорт ‘Урожайная Агапова’, слабо восприимчивы ‘Алтайская укороченная’ и ‘Гавриловская местная’. Из сортотипа Нантская относительно устойчивы к заболеванию местная из Литвы и ‘Gold Pack’ (США). В сортотипах Геранда и Каротель относительно устойчивы к фомозу ‘Геранда 1129’ (ВИР) и ‘Pariser Torve’ (Дания). Относительной устойчивостью к склеротинии выделились 2 сорта из Венгрии (к-1382) и Дании (к-1431), а также сорт ‘Feonia’ (Дания) из сортотипа Шантенэ. Слабо восприимчивы к склеротинии сорта ‘Шантенэ 2461’, ‘Ленинградская’, а также ‘Сибирская красная’, ‘Nantes halvlang’ из Швеции (Левандовская, 1971).

Учитывая значительные потери урожая моркови в результате поражения растений фомозом, склеротинией и другими болезнями, а также вредителями, необходимо создавать сорта, обладающие комплексной устойчивостью. Для круглогодичного обеспечения населения свежей продукцией моркови нужны сорта и гибриды, характеризующиеся способностью к длительному хранению. Нуждаются в улучшении пищевые и вкусовые качества столовых сортов. Необходимы высококаротиновые сорта моркови для изготовления соков и витаминных препаратов. При этом нужно учитывать необходимость создания сортов моркови с учетом требований механизации ухода и уборки корнеплодов. Важно иметь сорта высокоурожайные и скороспелые по семеннику. Собранный в ВИР генофонд обеспечивает выполнение этих задач.

Генетические исследования

По сравнению с другими культурами, генетика признаков моркови изучена недостаточно. Установлено лишь 30 генов, контролирующих ряд из них (Тимин, 1997). В пределах вида *D. carota* наблюдается чрезвычайный полиморфизм признаков вегетативных и генеративных органов. Различия

наблюдаются по морфологии (форма и окраска корнеплодов, форма сегмента листа, окраска цветков и др.), по биологическим свойствам (скороспелость, цветущность), хозяйственно-ценным признакам (урожайность, товарность, качество и лежкость корнеплодов).

Важным физиологически активным веществом, ради которого выращивают морковь, является каротин, содержание которого коррелирует с окраской корнеплода. Для обозначения генов, контролирующих окраску корнеплодов моркови, принята следующая символика: W – белая, V – желтая (ксантофиловая), Or – оранжевая (каротиновая), L – красная (ликопиновая). Оттенки в окраске отмечают следующими символами: V₁ – светло-желтая, V₂ – темно-желтая, Or₁ – светло-оранжевая, Or₂ – оранжевая, Or₃ – темно-оранжевая (Василевский, 1995). При этом у моркови выявлены значительные различия в окраске флоэмы и ксилемы корнеплодов, которые обозначают: Tor-y – флоэма оранжевая, ксилема желтая; Tor-w – флоэма оранжевая, ксилема белая; Tor-3-or – флоэма темно-оранжевая, ксилема оранжевая. Различие между оранжево-белыми генотипами и оранжевыми определяется одним доминантным геном Or. Желтая окраска сердцевины контролируется доминантным геном V.

Особый интерес для селекции представляют образцы с темно-оранжевой окраской корнеплода и высоким содержанием каротина. Причем каротиновые формы моркови выявлены независимо у растений азиатского и средиземноморского (западного) происхождения, в чем проявилось действие закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, установленного Н. И. Вавиловым (Сазонова, 1983).

В повышении товарных качеств моркови большое значение имеет устойчивость к растрескиванию корнеплодов. Выявлен доминантный ген Cr растрескиваемости корнеплодов (Тимин, Василевский, 1995). Установлены различия между ланцетно-линейной, ланцетной и острогородчатой формами сегментов листа, контролируемые генами Lan и Lat. Выявлены линии моркови с разным уровнем опушенности стебля; опушенность стебля обусловлена геном Gl_s (Тимин, 2001).

Одним из важнейших признаков моркови является цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС). У моркови известно два типа ЦМС – браун и петалоид. Растения с ЦМС типа браун имеют сморщенные пыльники коричневой окраски и короткие тычиночные нити, пыльцевые зерна отсутствуют или они стерильны. Другой тип ЦМС – петалоид – характеризуется отсутствием тычинок в цветке и наличием дополнительных пяти лепестков. Цветки могут быть белые, светло-зеленые и зеленые и могут иметь петалоидные образования различной формы – широколепестные, узколепестные, кистевиднолепестные и другие. Указанные типы ЦМС имеют различную генетическую природу (Тимин, 1997).

Исследованиями установлено, что стерильность типа браун обусловлена взаимодействием фактора стерильности (S) в цитоплазме с дупликаторными ядерными генами, один из которых доминантный, другой – рецессивный. Стерильность типа петалоид также обусловлена взаимодействием цитоплазмы

и ядра; три ядерных гена находятся в доминантном состоянии. Два комплементарных доминантных гена восстанавливают фертильность, изменяя стерильную цитоплазму на нормальную. Наиболее генетически устойчивы чисто петалоидные формы. Они использованы в селекции в качестве исходных для создания гетерозисных гибридов F_1 . Установлено, что мужские стерильные линии и линии-опылители гомозиготны по ядерным генам, и опылители являются закрепителями мужской стерильности материнских линий. В настоящее время ЦМС широко используется в селекции и семеноводстве при создании гетерозисных гибридов F_1 и производстве гибридных семян моркови (Тимин, 2001).

Проблемы селекции и семеноводства

В настоящее время в Госреестр селекционных достижений РФ (2014) включено 237 сортов моркови; из них 48% – гибриды (в развитых европейских странах доля гибридов достигает 85–90%). Селекционную работу в стране успешно ведут селекционные центры ВНИИССОК, ВНИИО, ВИР, селекционные станции ТСХА, Приморская, Западно-Сибирская, Бирючукская; частные селекционно-семеноводческие компании «Семко», «Седек», «Поиск» и другие. В последние годы селекционными учреждениями выделены и включены в Госреестр РФ сорта моркови по 8–11 регионам страны (из 12 имеющихся): 'НИИОХ 336', 'Витаминная 6' и 'Лосиноостровская 13' (ВНИИО), 'Нантская 4' (ВНИИССОК), 'Рогнеда' (Воронежская опытная станция), 'Принцесса', 'Фея', 'Деликатесная' (ВИР). Указанные сорта обладают высоким адаптивным потенциалом и наиболее приспособлены к условиям возделывания в разных почвенно-климатических условиях страны. Это так называемые сорта широкого ареала; они являются золотым фондом для последующих селекционных изысканий. Для моркови данное направление селекции и сельскохозяйственного производства наиболее важно, так как проблема «максимальный урожай» или «адаптация» для нее стоит очень остро. Как показывает зарубежный опыт, широким ареалом обладает ряд голландских ЦМС гибридов F_1 : 'Вита Лонга', 'Камарилло', 'Каскад', 'Кордоба', 'Купар', 'Наполи', 'Нандрин', 'Ньюс', включенных в Госреестр РФ (2014).

Характерно, что большая часть созданных в последние годы сортов моркови предназначена для садово-огородного использования. Дело в том, что сегодня индивидуальный сектор занимает до 80% от общего количества производимой продукции. Это потребовало соответствующих корректив селекционных программ. Первостепенное значение приобретают вкусовые и товарные качества продукции. Качество получаемой продукции – это основная составляющая конкурентоспособности сортов и гибридов, используемых в частном секторе.

Зарубежные овощеводческие фирмы Нидерландов, Германии, Франции усиливают свое влияние на овощеводство России путем внедрения своих сортов и гибридов. В настоящее время в Госреестр РФ (2014) включено 115

сортообразца зарубежного происхождения (из них 90 % – гибриды). Основная причина отставания отечественной селекции – недостаточно отлаженная система семеноводства, в особенности гибридов. Поэтому отечественные сорта и гибриды, нередко обладающие высоким потенциалом продуктивности, не всегда могут его реализовать. Обеспеченность семенами моркови отечественного производства в настоящее время составляет 33–38 % (Бочарникова, 2010). В настоящее время практически отсутствует должная экономическая поддержка и государственный контроль за семеноводством. На этом фоне выигранными оказываются зарубежные фирмы, которые выращивают семена в климатически благоприятных зонах семеноводства и технически лучше подготовлены. Доля импорта семян моркови в Россию составляет до 50–60 % от потребности в них.

От высококачественных семян моркови практически зависит стабильность отрасли, включая крупные овощеводческие и фермерские хозяйства и огородников-любителей. Для этого необходимо создание конкурентоспособного сортимента и восстановление отечественного семеноводства, включая использование благоприятных зон (Северный Кавказ, Ростовская обл. и другие) выращивания семян. Особенно это важно в связи с появлением российских современных гибридов F₁: ‘Марс’, ‘Алтаир’, ‘Звезда’, ‘Олимпиец’, ‘Топаз’.

Исходный материал для селекции

Важнейшие селекционные направления для моркови следующие: устойчивость к болезням и вредителям; скороспелость и урожайность; лежкость; качество продукции и улучшенный биохимический состав. С учетом этих направлений селекции в системе ВИР проводится скрининг коллекционных образцов для основных семеноводческих зон России. В решении важных задач особое место принадлежит использованию исходного материала, сосредоточенного в коллекции ВИР. Не случайно Н. И. Вавилов (1935) отмечал, что успех в селекции любой сельскохозяйственной культуры в значительной степени определяется разнообразием и степенью изученности исходного материала.

Основными задачами исследований генетических ресурсов моркови являются:

- выделение источников селекционно важных признаков;
- методические разработки по выявлению биологического потенциала генресурсов с целью более полного его использования.

В результате эколого-географического изучения коллекции моркови выделен исходный материал для различных направлений селекции:

- устойчивость к болезням: ‘Gonsenheim’ (Дания), ‘Feonia HS 64 LD’ (Дания), ‘Flakkee Regina’ (Нидерланды);
- раннеспелость: ‘Sone’ (Япония), ‘Touchon-551’ (Швеция), ‘Marko’ (Нидерланды);

- качество продукции: ‘Chantenay Red Cored’ (Нидерланды), местная (Россия);
- урожайность: ‘Dominator’ (США), ‘Pioner’ (Нидерланды);
- повышенное содержание каротина: ‘Selb sung’ (Германия), ‘Лосиноостровская 13’ (Россия), № 476 (Дания);
- высокая товарность корнеплодов: ‘Concorde’ (Великобритания), ‘Nanski’ (Болгария), ‘Chantenay Supreme’ (США).

Основными специализированными вредителями моркови являются морковная муха (*Psila rosea* F.) и морковная листоблошка (*Trioza apicalis* Forst.). В отдельные годы вредоносность их настолько возрастает, что при отсутствии борьбы с ними урожай полностью погибает. Одним из перспективных путей в защите моркови от вредителей является использование устойчивых сортов. В результате исследований выделены 12 образцов с низкой степенью заселенности морковной листоблошкой. Многолетняя оценка сортообразцов моркови позволила выделить образцы, которые могут быть использованы как источники устойчивости к морковной листоблошке. В основном это зарубежные сорта: ‘Rialto’ (к-2307), ‘Caramba’ (к-2333), ‘Bertina’ (к-2344) из Нидерландов; ‘Nantes Duke’ (к-2371), ‘Regol Osená’ (к-2348) из Дании. Особенно следует отметить сорт ‘Asmer Early Market’ (к-2304, Великобритания), который отличался наибольшей устойчивостью к листоблошке как в наиболее уязвимую фазу, так и в фазу интенсивного роста. (Хмелинская, Ермолаева, 2010).

В результате биохимического анализа корнеплодов моркови возможно выявление генетических источников для селекции на улучшение биохимического состава по всем основным его компонентам. Наиболее ценным компонентом химического состава корнеплодов моркови является каротин, содержание которого с сентября по январь увеличивается на 58,8 %, а с января по май медленно снижается на 19,0%. Динамика содержания сухого вещества в корнеплодах различных сортоотборов моркови в зависимости от срока хранения имела следующую тенденцию: у образцов сортоотбора Берликумер наблюдалось повышение содержания сухого вещества в осенне-зимний период и резкое снижение в зимне-весенний период. Образцы сортоотборов Амстердамская, Амагер и Шантенэ характеризовались плавным снижением содержания сухого вещества в течение всего периода хранения, а образцы сортоотбора Нантская отличались резким снижением содержания сухого вещества в зимне-весенний период при незначительном снижении этого показателя в осенне-зимний период (Хмелинская, 2003).

Оригинальные коллекции линий моркови созданы во ВНИИССОК, что позволяет использовать их для изучения частной генетики и получения межлинейных гетерозисных гибридов F₁ (Тимин, 1997). С развитием гетерозисной селекции возрастает роль сортов-популяций, на основе которых создаются инбредные фертильные и стерильные линии, используемые в селекции на гетерозис. В исследованиях Н. И. Тимина (2001) с использованием системы скрещиваний, различных методов отбора, и на основе инбридинга из

популяций сортов моркови 'Нантская 4' и 'Московская зимняя А-515' создана коллекция линий, различающихся по важным морфологическим, биологическим и биохимическим признакам.

В этом плане перспективными являются поисковые исследования, проводимые на современном научном уровне. При этом Н. И. Вавилов (1934) обращал внимание на генетические подходы в исследованиях, чтобы сделать селекционную работу генетически более осмысленной. А. Ф. Мережко (1994) обосновал эколого-генетический подход в изучении генетических ресурсов сельскохозяйственных растений, в частности, методы использования молекулярных маркеров, основанные на выявлении полиморфизма ДНК различных генотипов, что позволяет идентифицировать биотипы с нужной генотипической структурой. В полной мере это относится и к моркови.

Заключение

Коллекция моркови начала формироваться в ВИР в 20-е годы прошлого столетия под руководством Н. И. Вавилова. При изучении в разных почвенно-климатических условиях установлена неодинаковая реакция образцов на меняющиеся условия, что свидетельствует о различных их потенциальных возможностях (особенностях). При этом изучалась изменчивость признаков, их генетические особенности.

В результате селекционной работы созданы и описаны сорта моркови, характеризующиеся высоким адаптивным потенциалом. Показана необходимость создания новых конкурентоспособных сортов и гибридов и восстановление отечественного семеноводства, включая использование благоприятных зон (условий). Подчеркнута значимость разнообразного исходного материала для важнейших направлений селекции, включая селекцию на гетерозис.

Литература

- Бочарникова Н. И.* Роль овощеводства в обеспечении продовольственной безопасности страны // Материалы II-й научно-практической конференции. М., 2010. Т. 2. С. 12–18.
- Вавилов Н. И.* Центры происхождения культурных растений // Тр. по прикл. бот. и сел. 1926. Т. 16. Вып. 2. 248 с.
- Вавилов Н. И.* Селекция как наука. М.–Л.: Сельхозиздат, 1934. 16 с.
- Вавилов Н. И.* Селекция как наука // В кн.: Теоретические основы селекции растений. М.–Л., 1935. Т. 1. С. 17–24.
- Василевский В. А.* Генетика признаков и идентификация исходных линий моркови: автореф. дис... канд. с.–х. наук. М. 1995. 24 с.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (по состоянию на 28.02.2014) [Электронный ресурс] // ФБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по использованию и охране селекционных достижений. URL: <http://www.gossort.com>*

- Жуковский П. М.* Культурные растения и их сородичи. Л., 1971. 751 с.
- Левандовская Л. И.* Вредители и болезни моркови // В кн.: Культурная флора СССР. Т. XIX. Л., 1971. С. 364–367.
- Луковникова Г. А.* Химический состав моркови. // В кн.: Культурная флора СССР. Т. XIX. Л., 1971. С. 331–347.
- Мережко А. Ф.* Проблема доноров в селекции растений. СПб.: ВИР, 1994. 126 с.
- Орел Л. И., Евстафьева М. Е., Поваляева И. А.* Анатомические особенности моркови // В кн.: Культурная флора СССР. Т. XIX. Л., 1971. С. 347–357.
- Рубашевская М. К.* Классификация моркови // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 26. С. 194–252.
- Сазонова Л. В.* Корнеплодные растения родов *Raphanus L.*, *Daucus L.*, *Arium L.*, *Petroselinum Hill.*, *Pastinaca L.*: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Л., 1983. 32 с.
- Сечкарев Б. И.* Морковь – *Daucus L.* // В кн.: Культурная флора СССР. Т. XIX. Л. 1971. С. 267–373.
- Тимин Н. И.* Морковь // В кн.: Генетические коллекции овощных растений. СПб, 1997, С. 55–71.
- Тимин Н. И.* Генетическая идентификация моркови // В кн.: Генетические коллекции овощных растений. СПб, 2001. С. 206–218.
- Хмелинская Т. В.* Генетические источники для селекции моркови на Северо-Западе России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2003. 28 с.
- Хмелинская Т. В., Ермолаева Л. В.* Источники устойчивости моркови к морковной листоблошке (*Trioza apicalis* Forst.) // Биологические основы садоводства и овощеводства: Материалы междунар. конф. с элементами науч. школы для молодежи. Мичуринск–научоград, 2010. С. 351–353.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ДЕТЕРМИНИРОВАННОСТЬ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ, ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ, БИОХИМИЧЕСКИХ
И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КОРМОВОЙ СОИ
РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

М. О. Бурляева¹, Н. С. Ростова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,

Санкт-Петербург, Россия, e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Резюме

В статье приведены результаты исследования изменчивости и детерминированности 92 морфологических, фенологических, биохимических и хозяйственных признаков у 270 образцов кормовой сои разных направлений использования (зеленоукосного, сеного, силосного). Установлено, что размах варьирования и степень скоррелированности (детерминированности) исследованных признаков значительно изменяются при разных погодных условиях. Степень и направление этих изменений определяются условиями роста и спецификой реакции образцов в зависимости от их принадлежности к сеному, силосному или зеленоукосному направлению использования.

Ключевые слова: соя, изменчивость, детерминированность, корреляция.

**VARIABILITY AND DETERMINACY OF MORPHOLOGICAL,
PHENOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND AGRONOMIC
CHARACTERISTICS IN FORAGE SOYBEANS OF VARIOUS USES UNDER
THE CONDITIONS OF KRASNODAR REGION**

M. O. Burlyaeva¹, N. S. Rostova²

¹N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Summary

The paper presents the results of the research on variability and correlation of 92 morphological, phenological, biochemical and agronomic characters in 270 soybean accessions of various uses (green fodder, hay, silage). The range of variation and the degree of correlation (determinacy- R^2) of the studied traits have been found to change significantly under different weather conditions. The degree and direction of such changes are determined by growth conditions and specific response of accessions depending on the purpose for which they are used (green fodder, hay, silage).

Key words: soybeans, variability, determinancy, correlation.

Введение

Ускорение селекционного процесса и его результативность в большой степени зависят от подбора исходного материала и методов отбора, идентификации генотипов по фенотипам, реализуемым в определенных условиях среды. Оценка перспективности образцов сои усложняется множеством селективируемых свойств и их варьированием в разных условиях произрастания. Выявление закономерностей изменчивости признаков имеет первостепенное значение для определения путей оптимизации селекционного процесса. Для успешного решения актуальных задач селекции кормовой сои и выделения исходного материала для создания сортов, специализированных по направлениям использования в сельском хозяйстве, необходим анализ закономерностей изменчивости хозяйственно-биологических признаков.

Цель настоящей работы – изучение межсортовой изменчивости и детерминированности морфологических, фенологических, биохимических и хозяйственных признаков у 270 образцов кормовой сои разного направления использования (зеленоукосного, сеного, силосного) из мировой коллекции ВИР.

Материалы и методы

Полевые эксперименты проводились в 1989, 1992, 1994 годах на Кубанской опытной станции ВИР (КОС ВИР), расположенной в степной части Прикубанской равнины. Годы проведения опытов характеризовались контрастными метеорологическими условиями (рис. 1). В 1989 г. сумма активных температур выше 10°C составила 3590°C, в 1992 г. – 3156°C, в 1994 г. – 3578°C. Количество осадков, выпавших за вегетационный период, в 1989 г. равнялось 394,7 мм, в 1992 г. – 334,3 мм, в 1994 г. – 177,1 мм. В 1989, 1992 гг. осадки превышали среднемноголетнюю норму, а в 1994 г. были значительно меньше нормы. Высокая влагообеспеченность в 1992 году наблюдалась только в первую половину вегетации, вторая половина лета характеризовалась незначительным количеством осадков.

Для изучения изменчивости морфометрических и хозяйственно-ценных признаков сои кормового использования из мировой коллекции ВИР были отобраны 270 образцов отечественной и иностранной селекции различного эколого-географического происхождения. Список изученных признаков приведен в таблице.

Растения сои, включенные в исследование и принадлежащие к разным типам использования, по своим морфологическим и хозяйственным признакам существенно отличались друг от друга.

- **Сенные** образцы характеризовались тонкими, полегающими завивающимися стеблями, незаконченным характером роста, высокой ветвистостью и облиственностью, слабой опушенностью, мелкими, хорошо удерживающимися на растении листьями, мелкими бобами и семенами,

увеличенным числом семян в бобах, темной окраской семян, высоким содержанием белка в семенах.

- **Зеленоукосные** выделялись детерминантным и полудетерминантным типом роста, ветвистостью, высоким прикреплением нижних ветвей, негрубыми стеблями, хорошей облиственностью, медленно стареющими листьями, способностью к интенсивному наращиванию массы и отрастанию после скашивания, устойчивостью к полеганию.

- **Силосные** сорта были высокорослыми, с незаконченным характером роста, часто со склонностью к завиванию побегов, неветвящиеся или с небольшим количеством ветвей, с крупными листьями и толстыми грубыми стеблями, устойчивые к обламыванию и полеганию и равномерным размещением бобов по ярусам.

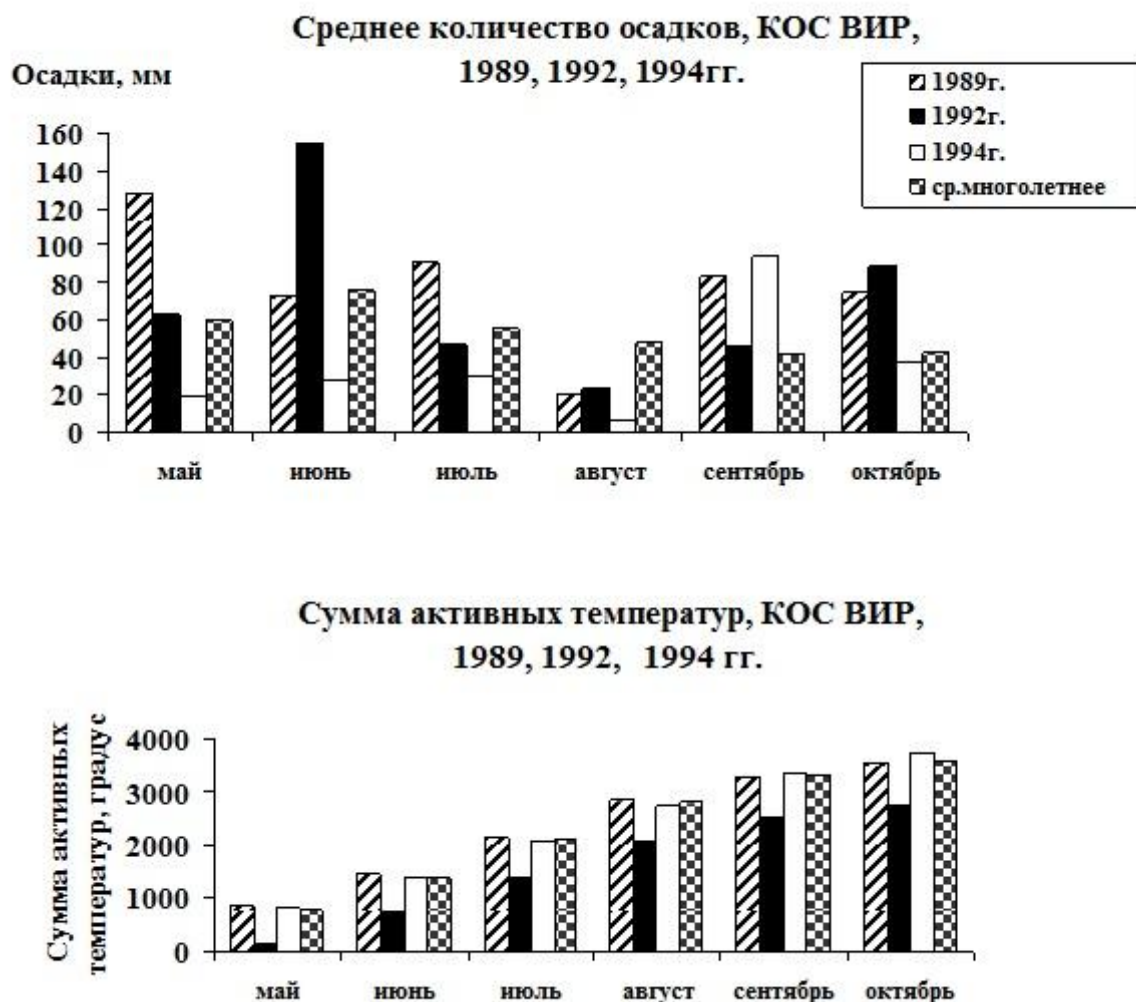


Рис.1. Погодные условия в районе полевых экспериментов

Посев образцов осуществляли по схеме коллекционного питомника. Каждый образец высевали на однорядковой четырехметровой делянке, с шириной междурядья 70 см. Расстояние между растениями в рядке – 10 см. В качестве стандарта использовали сорт ‘Комсомолка’ (к-5980), районированный

в Краснодарском крае, который размещали через 10 номеров. Фенологические наблюдения и ботанико-морфологические описания образцов проводили в соответствии с «Международным классификатором СЭВ рода *Glycine* Willd.» (Щелко и др., 1990) и «Методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур» (Корсаков и др., 1975). Урожайность зеленой массы оценивали в фазу укосной спелости (начала налива бобов). Массу ветвей, листьев и бобов определяли в это же время у 10 растений каждого образца. После созревания сои анализ проводили также на 10 растениях, отобранных из середины рядка.

Содержание сухого вещества, клетчатки, белка в зеленой массе, масла и белка в семенах определяли в лаборатории биохимии Кубанской опытной станции, содержание трипсина, химотрипсина в семенах в отделе биохимии по «Методам биохимических исследований» (Ермаков, 1987). Анализ биохимического состава зеленой массы проводили во время измерения урожайности зеленой массы – в фазу укосной спелости.

Для изучения особенностей варьирования 92 хозяйственно-биологических признаков в разных условиях среды у сои разного кормового использования проводили анализ их детерминированности и изменчивости (средний коэффициент детерминации – R^2 и коэффициент вариации – CV). Этот подход позволяет выявить природу изменчивости признака, зависимость его варьирования от внешней среды или от специфики генотипа (группы использования), определить признаки, наиболее сильно скоррелированные с другими или практически независимые от последних (Ростова, 2000, 2002). Обработка данных проводилась на персональных компьютерах с использованием программ Statistica 7 for Windows и Excel 7.0.

Список изученных признаков кормовой сои

N	Обозначение	Признак	N	Обозначение	Признак
1	2	3	4	5	6
1	H	Высота растения	49	SW	Ширина семени
2	U	Масса растения – укосная спелость	50	R	Длина рубчика
3	V1	Число ветвей первого порядка	51	W1	Масса 1000 семян
4	V2	Число ветвей второго порядка	52	PR	Содержание белка в зеленой массе
5	V12	Общее число ветвей	53	DR	Содержание сухого вещества в зеленой массе

1	2	3	4	5	6
6	VU	Масса ветвей	54	KLE	Содержание клетчатки в зеленой массе
7	VUX	Средняя масса ветви	55	PRS	Содержание белка в семенах
8	VU1	Средняя масса побега 1-го порядка	56	OLS	Содержание масла в семенах
9	LN	Число листьев	57	BAC	Восприимчивость к <i>Bacterium glycineum</i>
10	LU	Масса листьев	58	VIR	Восприимчивость к <i>Soja virus</i>
11	LUX	Средняя масса 1 листа	59	SEP	Восприимчивость к <i>Septoria glycines</i>
12	UG	Угол отхождения ветвей (градусы)	60	SCL	Восприимчивость к <i>Sclerotium bataticola</i>
13	N	Число узлов на растении	61	TET	Восприимчивость к <i>Tetranychus telarius</i>
14	DI	Диаметр стебля	62	TRI	Содержание трипсина
15	H1	Длина междоузлия главного стебля	63	HIM	Содержание химотрипсина
16	H1%	Относительная длина междоузлия	64	QL	Окраска листьев
17	HV	Высота прикрепления нижних бобов	65	HAB	Форма куста
18	HV%	HV/H в %	66	PL	Полегание
19	N1	Число междоузлий	67	GR	Характер роста
20	UF	Масса бобов с растения	68	TOP	Тип верхушкм
21	LL	Длина среднего листочка	69	ZAW	Завиваемость стебля
22	LW	Ширина среднего листочка	70	FR1	Распределение бобов на растении - верхнее
23	L/WI	LL/LW	71	FR2	Распределение бобов на растении - среднее
24	CL	Длина черешка	72	FR3	Распределение бобов на растении - нижнее
25	CW	Ширина черешка	73	FR4	Распределение бобов на растении - равномерное
26	LL5	Длина пятого листа	74	REG	Отрастание

1	2	3	4	5	6
27	LW5	Ширина пятого листа	75	PU	Опушение - степень
28	L/W	Удлиненность пятого листа	76	QP	Опушение - окраска
29	LLT	Длина верхушечного листочка	77	LKO	Консистенция листа (мягкость)
30	LPL	Длина примордиального листочка	78	L1	Форма среднего листочка – копьевидная (длина/ширина – 3/1)
31	LPW	Ширина примордиального листочка	79	L2	Форма листочка – яйцевидно-копьевидная (длина/ширина – 2/1)
32	T1	Всходы - цветение	80	L3	Форма листочка – яйцевидная (длина/ширина – 1,5/1)
33	T2	Продолжительность цветения	81	L4	Форма листочка – широкояйцевидная (длина/ширина – 1,2/1)
34	T13	Всходы – укосная спелость	82	QCH	Окраска черешка
35	T	Всходы – созревание	83	QK	Окраска венчика
36	T3	Цветение – укосная спелость	84	B1	Форма боба - прямая
37	T1%	Всходы-цветение в % от всходы-созревание	85	B2	Форма боба - слабоизогнутая
38	F	Длина пятого соцветия	86	B3	Форма боба - серповидная
39	FLN	Число пятого цветка в соцветии	87	QFR	Окраска боба
40	FT	Длина верхушечного соцветия	88	RA	Растрескиваемость
41	FLT	Число цветков в верхушечном соцветии	89	RW	Ширина рубчика
42	KL	Длина венчика	90	QS	Окраска семян
43	FRN	Число бобов в узле	91	QP	Окраска рубчика
44	FRL	Длина боба	92	GL	Наличие "глазка" у семени

Результаты и обсуждение

В результате исследований было установлено, что наиболее стабильными признаками у изученных образцов являются: характеристики вегетационного периода, качество зеленой массы и семян, размеры листочка и черешка, число узлов на главном стебле, размеры бобов и семян. Остальные количественные признаки имели высокие коэффициенты вариации ($>20-25$). Максимальное разнообразие проявлялось по признакам соцветия и зеленой массы, величина которых изменялась как по годам исследования, так и по группам использования.

Изменчивость коэффициентов вариации разных признаков в большой степени зависела от условий среды. Многие признаки сои характеризовались сходной вариабельностью коэффициента вариации при смене условий произрастания. При этом некоторые признаки с похожей изменчивостью коэффициента вариации в разных средах характерны для всех образцов (для вида), другие для групп, выделенных по направлению использования. Такие признаки, как масса одного листа, содержание клетчатки и белка в зеленой массе, количество белка в семенах, период всходы-укосная спелость, ширина листочка, длина венчика, число цветков в верхушечном соцветии, число узлов на главном стебле, число бобов в узле, размеры боба, число семян в бобе, ширина семени и длина рубчика имеют одинаковую реакцию на изменения условий у всех групп сортов. Большая часть этих признаков отличается незначительными CV. По-видимому, сходная изменчивость этих признаков генетически закреплена.

Образцы сенной группы как филогенетически более старые (полукультурные) имели самые высокие коэффициенты вариации по всем признакам. Данные образцы могут быть использованы для селекции кормовой сои в качестве источников ценных признаков, потерянных в результате многолетнего отбора зерновых сортов. Ряд признаков силосных образцов отличается изменчивостью коэффициентов вариации, характерной для сенных генотипов, другой ряд – для зеленоукосных. Наибольшей изменчивостью количественных признаков отличаются как недавно возникшие сорта, так и слабокультурные формы. Самые большие различия по годам и группам сортов свойственны признакам с высоким коэффициентом вариации (признаки соцветия и ветвления), которые являются основными в обеспечении приспособления (пластичности) сортов и выживания растений.

Анализ изменчивости и детерминированности признаков показал, что признаками, зависящими от условий среды и имеющими наибольший размах изменчивости в пределах определенной группы и сильные связи с другими показателями (высокие R^2 и CV), во всех исследованных группах являются: продуктивность зеленой массы, масса ветвей и листьев, число листьев с одного растения (рис. 2). К признакам с более слабой изменчивостью и сильной согласованностью с другими параметрами (низкий CV и высокий R^2) принадлежат: продолжительность периодов всходы-укосная спелость, всходы-

созревание, параметры боба и семени. Согласованность и изменчивость других изученных признаков зависели от группы использования и условий культивирования. Самые стабильные и независимые от остальных – число узлов на главном побеге и качественные характеристики зеленой массы. В зависимости от года и группы использования ряд признаков попадал то в группу характеристик со слабой изменчивостью и слабой детерминированностью (низкий CV и низкий R^2), то к признакам с сильно варьирующейся и слабо согласованной изменчивостью (высокий CV и низкий R^2).

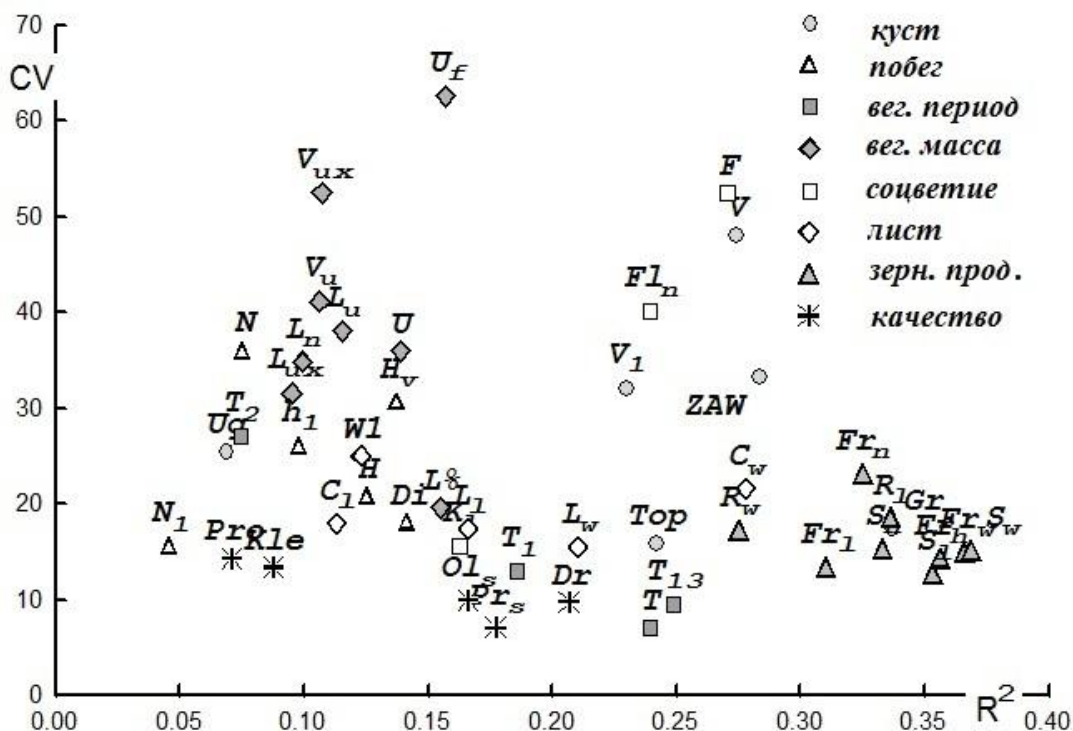


Рис.2. Изменчивость (CV) и детерминированность (R^2) морфологических, биохимических и хозяйственно-ценных признаков кормовой сои (названия признаков в таблице)

В результате анализа изменчивости и детерминированности признаков сортов разного кормового направления была выявлена закономерность в варьировании этих параметров в разных условиях среды (рис. 3). При незначительном ухудшении условий произрастания происходит незначительное снижение скоррелированности всех признаков. В более жестких условиях изменяется поведение признаков генеративной и вегетативной сферы. Признаки вегетативных органов либо уменьшают, либо увеличивают показатели изменчивости (CV) и детерминированности (R^2). Признаки, связанные с семенной продуктивностью, резко увеличивают коэффициенты детерминации, при этом их изменчивость может варьировать в зависимости от природы признака. Такое разделение признаков продуктивности зеленой массы и семян по степени коррелированности у

сенных и зеленоукосных сортов наблюдалось при их развитии во время засухи, у силосных образцов – при вегетации в год с избыточным увлажнением в первые фазы роста и недостаточным во второй половине лета. Разница в критических периодах у сортов разного направления использования была связана с характером ветвления в этих группах. Силосные сорта, отличающиеся небольшим количеством ветвей или их отсутствием, не подвергались в это время столь жесткому влиянию засухи. Для них самым неблагоприятным был год с затяжным периодом роста вегетативных органов (фаза до начала цветения) и недостаточным количеством влаги в период массового цветения и образования бобов. Таким образом, не всегда продуктивность зерна и зеленой массы связаны прямой и сильной корреляцией, на взаимосвязь между этими признаками влияют как условия года, так и особенности сорта.

Для зеленоукосных сортов признаками, отражающими согласованную изменчивость (высокие CV и R^2) растений в меняющихся условиях среды, являлись характеристики продуктивности зеленой массы, число ветвей и узлов на растении. У силосных образцов признаками с наиболее широким размахом изменчивости и сильными связями с другими показателями были также признаки продуктивности зеленой массы, число узлов и ветвей на растении, длина междоузлия главного стебля и характеристики соцветия. Сенные сорта отличались самой сильной изменчивостью и детерминированностью практически всех признаков.

К морфогенетическим признакам растения с высокими показателями R^2 и незначительными CV у зеленоукосной группы относились: диаметр и высота главного стебля, длина межфазных периодов, ширина листочка, биохимический состав зеленой массы и семян, признаки семенной продуктивности. Варьирование данных признаков приводит к изменению общего состояния организма в целом. В силосной группе к этим признакам принадлежали: длина периодов вегетации, параметры листа, высота растения, признаки биохимического состава семян и зеленой массы, семенная продуктивность. Сенные образцы имели высокие значения R^2 и небольшие CV у признаков: длина межфазных периодов, размеры боба и семени, длина и ширина листочка. Анализ показателей изменчивости и детерминированности в разных группах образцов выявил снижение значений этих показателей у более специализированных сортов.

Заключение и выводы

В результате проведенных исследований было выявлено, что максимальное разнообразие образцов кормовой сои выражено по характеристикам зеленой массы, интенсивности ветвления, размерам соцветия; именно эти признаки наиболее сильно скоррелированы. Слабее всего выражена дифференциация образцов по качественным признакам зеленой массы (содержание белка, клетчатки), размерам листочка, боба и семени, общей длине вегетационного периода; согласованность изменчивости этих показателей также минимальна.

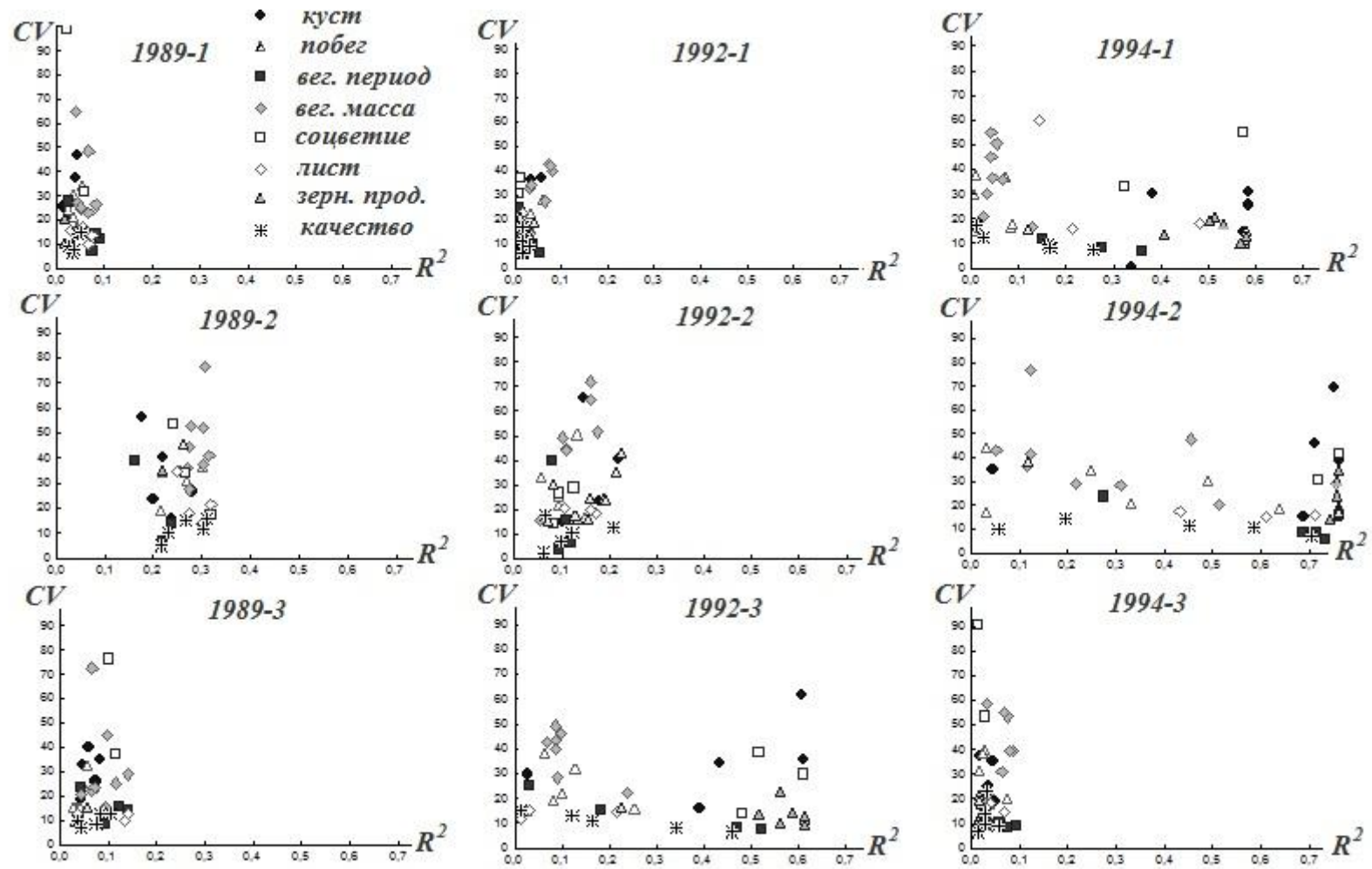


Рис. 3. Изменчивость и детерминированность морфологических, биологических и хозяйственно-ценных признаков у групп образцов кормовой сои по годам исследования (КОС ВИР, 1989, 1992, 1994 гг.)

1-зеленоукусные образцы, 2-сенные образцы, 3-силосные образцы

В годы с разными погодными условиями и в группах образцов разного направления использования размах варьирования и степень детерминированности исследованных признаков значительно изменяются, причем степень и направление этих изменений определяется условиями роста и спецификой реакции образцов.

Литература

- Ермаков А. И.* Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
- Корсаков Н. И., Адамова О. П., Буданова В. И.* и др. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. Л., 1975. 59 с.
- Ростова Н. С.* Структура и изменчивость корреляций морфологических признаков цветковых растений: автореф. ... дис. док. биол. наук. СПб., 2000. 39 с.
- Ростова Н. С.* Корреляции: структура и изменчивость // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 2002. Сер.1. Т. 94. 307 с.
- Щелко Л., Седова Т., Корнейчук В.* и др. Международный классификатор СЭФ рода *Glycine* Willd. Л., 1990. 46 с.

ПАРАЛЛЕЛИЗМ ПРИЗНАКОВ У ВИДОВ КОСТОЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ ПОДСЕМЕЙСТВА *PRUNOIDEAE* ФОСКЕ

А. А. Юшев, С. Ю. Орлова

Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.yushev@vir.nw.ru; s.orlova@vir.nw.ru

Резюме

Косточковые плодовые растения обладают поразительным параллелизмом морфологических признаков. Приведенные в статье признаки видовых таксонов свидетельствуют о закономерностях параллелизма во всех родах подсемейства *Prunoideae* Focke.

Ключевые слова: косточковые плодовые растения, роды: *Amygdalus*, *Armeniaca*, *Cerasus*, *Louiseania*, *Microcerasus*, *Padus*, *Persica*, *Prunus*, полиморфизм видов.

PARALLELISM OF CHARACTERS IN STONE FRUIT PLANT SPECIES OF THE *PRUNOIDEAE* FOCKE SUBFAMILY

A. Yushev, S. Yu. Orlova

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: a.yushev@vir.nw.ru; s.orlova@vir.nw.ru

Summary

Stone fruit plants demonstrate remarkable parallelism of their morphological characters. The described characters of specific taxa witness to the regular nature of such parallelism in all genera of the *Prunoideae* Focke subfamily.

Key words: stone fruit plants, genera: *Amygdalus*, *Armeniaca*, *Cerasus*, *Louiseania*, *Microcerasus*, *Padus*, *Persica*, *Prunus*, polymorphism of species.

Введение

Плодовые растения характеризуются значительным видовым полиморфизмом. Обращая внимание на разнообразие признаков у дикорастущих плодовых растений, Н. И. Вавилов писал: «Дикие виды варьируют не менее культурных. Об этом наглядно свидетельствуют дикие плодовые растения Средней Азии и Кавказа, изученные в последнее время. Почти каждое дерево дикой алычи в Закавказье выявляет какие-либо наследственные различия. Число форм диких яблонь, груш, айвы, граната, миндаля с трудом поддается учету» (Вавилов, 1965, с. 181). Н. И. Вавилов был организатором планомерных экспедиций по обследованию и сбору местного сортамента и дикорастущих форм плодовых растений в самых интересных и

богатых по ботаническому составу территориях Кавказа и Средней Азии, где имеется «...изумительный полиморфизм диких плодовых деревьев и кустарников» (Вавилов, 1931, с. 100). В них в 30-х годах приняли участие многие известные впоследствии ученые: В. В. Пашкевич, П. Н. Богушевский, Н. В. Ковалев, К. Ф. Костина, И. А. Линчевский, М. Г. Попов, И. Н. Рябов, а в послевоенный период – Ф. Д. Лихонос, В. В. Малыченко, А. С. Туз, Э. Н. Ломакин, О. Ф. Мизгирева, В. Л. Витковский, Г. В. Еремин, В. П. Царенко и многие другие. Они создали основу генофонда плодовых растений, который насчитывает свыше 20 тыс. образцов, являющихся ценным по биолого-хозяйственным признакам исходным материалом для селекции.

Материалы и методы

Большинство косточковых плодовых растений – абрикосы, персики, сливы, вишни, миндали, луизеани, микровишни, черемухи являются выходцами из Среднеазиатского, Переднеазиатского и Восточноазиатского центров происхождения, выделенных Н. И. Вавиловым. Даже небольшое знакомство с представителями данных родов подтверждает значительный внутривидовой полиморфизм и наталкивает на мысль о параллелизме присущих им признаков. Н. И. Вавилов так писал: «Сопоставляя виды груш Восточной Азии, Кавказа, Средней Азии в их сортовом составе с видами яблони, айвы и других родов, можно наглядно видеть сходство в изменчивости сортов по признакам плодов, цветков, листы и стеблей. То же самое обнаруживают различные виды рода *Prunus*: абрикос, слива, алыча, персик, вишня и черешня» (Вавилов, 1965, с. 194). Е. Зедербауер (E. Zederbauer) установил параллельные ряды форм для яблони, груши, айвы, сливы, абрикоса, персика, миндаля, грецкого ореха по некоторым признакам и пришел к заключению, что ряды форм особенно сходны у близких родов. Он пишет: «Для садоводства наличие параллелизма имеет то значение, что дает возможность легкого учета разнообразия и приводит к единой номенклатуре ... и указывает, какие формы надо еще искать» (Zederbauer, 1927).

Основным в нашем изучении служил сравнительный биоморфологический метод. В результате многолетнего изучения морфологических особенностей растений в естественных условиях произрастания, в полевых коллекциях, а также гербарных материалов и анализа опубликованных материалов в монографиях многих систематиков (Miller, 1731; Jussieu, 1789; Boissier, 1872; Rehder, 1926; Пояркова, 1941; Васильченко, 1954; Соколов, 1954; Browicz, 1969; Черепанов, 1973, 1981, 1995) нами построена таблица параллелизма морфологических признаков у видов косточковых плодовых растений.

Результаты

В таблице приведены примеры видов, обладающих легко различимыми и важнейшими признаками растений – листьев, цветков и плодов. У косточковых

плодовых растений костянки могут иметь как сочный околоплодник (*Armeniaca*, *Cerasus*, *Microcerasus*, *Padus*, *Persica*, *Prunus*), так и сухой (*Amygdalus*, *Louiseania*).

Род *Amygdalus* L. В мире известно более 45 видов (Витковский, 2003). Они произрастают в Центральной и Передней Азии, в Закавказье и Северной Америке. На территории европейской части России до Западной Сибири в естественных условиях известны два вида – *A. nana* L. и *A. ledebouriana* Schlecht. В Северной Америке описано 7 видов. В качестве орехоплодного растения используют практически один вид *A. communis* L. Для миндалей характерным признаком, присущим всем видам, является сухой опушенный околоплодник. Одни виды миндаля занимают обширные территории, другие произрастают локализовано: *A. scoparia* Spach, *A. bucharica* Korsh., *A. fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *A. turcomanica* Lincz., *A. nairica* Fed. et Takht. Этим объясняется их значительный полиморфизм признаков. Объединяет их одно – приуроченность произрастания к теплым климатическим условиям.

Род *Armeniaca* Scop. Абрикос, согласно литературным сведениям (Витковский, 2003), насчитывает 13 видов, однако реально признаются 6–7; из них практическое и селекционное значение имеют 5: *A. vulgaris* Lam., *A. mandshurica* (Maxim.) Skvorts., *A. sibirica* (L.) Lam., *A. tume* Sieb., *A. dasycarpa* (Ehrh.) Borkh., которые своим происхождением приурочены к Восточноазиатскому и Среднеазиатскому центрам происхождения растений. Культивируемые сорта характеризуются значительным полиморфизмом. По ботанико-географическому происхождению Н. В. Ковалев (1963) разделил их на группы: среднеазиатскую (с подгруппами: ферганская, зеравшанская, хорезмская, восточно-тяньшанская), кавказскую (с подгруппами: собственно кавказская и иранская), китайскую, европейскую и гибридную. Специалисты пловодоводы из них выделяют группу голоплодных абрикосов – так называемые Лючаки. Кавказская группа характеризуется высокими десертными качествами, они имеют крупные плоды наравне с сортами китайской группы. Европейские сорта абрикоса представлены преимущественно видом *A. vulgaris* Lam. Их широко выращивают повсюду в странах Европы, а также Северной Америки и Азии. Виды абрикоса хорошо скрещиваются со сливами, персиками, миндалем и несут признаки, свойственные этой большой группе растений.

Род *Cerasus* Mill. Вишни делят на два подрода: типичные вишни – *Cerasus* и псевдовишни *Pseudocerasus* (Koehne) Yushev. Согласно последним представлениям, род насчитывает 44 вида (Юшев, 1990). Большая часть таксонов известна из Восточноазиатского генцентра происхождения растений и характеризуется высокими декоративными качествами (многоцветковость, крупные размеры цветков и их окраска). Широким размахом морфологических признаков характеризуется мировой сортимент рода *Cerasus*. В нем присутствуют все признаки данного рода, кроме одного – наличия опушения плодов. Разнообразие декоративных качеств восточноазиатских видов чрезвычайно велико. Виды типичных вишен – *C. vulgaris* Mill., *C. avium* (L.) Moench и *C. fruticosa* Pall. характеризуются отчетливым параллелизмом признаков цветков, плодов, листьев. Для них, так же как для рода *Prunus*, характерно отсутствие опушения на плодах.

Параллелизм изменчивости признаков в подсемействе *Prunoideae* Focke

Род Признак		<i>Amygdalus</i>	<i>Armeniaca</i>	<i>Cerasus</i>	<i>Louiseania</i>	<i>Microcerasus</i>	<i>Padus</i>	<i>Persica</i>	<i>Prunus</i>	
		3	4	5	6	7	8	9	10	
Жизненная форма	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	деревцо	<i>A. communis</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>C. avium</i>	<i>L. triloba</i>	0	<i>P. avium</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. domestica</i>	
Крона	куст	<i>A. nana</i>	<i>A. sibirica</i>	<i>C. fruticosa</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. prostrata</i>	<i>P. virginiana</i> var. <i>nana</i> (Duroi) Beloz.	0	<i>P. spinosa</i>	
	плакучая	<i>A. communis</i> f. <i>pendula</i> Hort. ex Jager.	<i>A. mume</i> f. <i>pendula</i> Nichols.	<i>C. semper-florens</i> Borkh.	<i>L. triloba</i>	<i>M. pumila</i>	<i>P. avium</i> var. <i>pendula</i> (C.Koch) Beloz.	<i>P. vulgaris</i> var. <i>pendula</i> (Dippel) Holub	<i>P. cerasifera</i> f. <i>pendula</i> (Bailey) Rehd.	
Лист	голый	<i>A. communis</i>	<i>A. sibirica</i>	<i>C. fruticosa</i>	<i>L. pedunculata</i>	<i>M. glandulosa</i>	<i>P. virginiana</i>	<i>P. davidiana</i>	<i>P. simonii</i> Carr.	
	опушение на нижней стороне	<i>A. nana</i>	<i>A. mume</i>	<i>C. canescens</i> (Bois) Sokolov	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>P. serotina</i>	<i>P. kansuensis</i>	<i>P. salicina</i>	
Цветок	окраска лепестков	белая	<i>A. communis</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. glandulosa</i>	<i>P. avium</i>	<i>P. vulgaris</i> var. <i>alba</i> (Lindl.) Holub	<i>P. domestica</i>
		розовая	<i>A. communis</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>C. sargentii</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>P. avium</i> var. <i>roseiflora</i> (Siuz.) Beloz.	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. cerasifera</i> f. <i>pissardii</i> Carr.
	махровый		<i>A. communis</i> f. <i>albo-plena</i> (Schneid.) Rehd.	<i>A. mume</i> f. <i>albo-plena</i> (Bailey) Rehd.	<i>C. sargentii</i>	<i>L. ulmifolia</i> f. <i>multiplex</i>	<i>M. glandulosa</i>	<i>P. avium</i> var. <i>plena</i> (Schneid.) Beloz.	<i>P. vulgaris</i> var. <i>duplex</i> Holub	<i>P. spinosa</i> f. <i>plena</i> (Weston) Schneid.

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Плод	форма	округлая	<i>A. nana</i>	<i>A. tume</i>	<i>C. fruticosa</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. incana</i>	<i>P. ssiori</i>	<i>P. davidiana</i>	<i>P. spinosa</i>
		овальная	<i>A. communis</i>	<i>A. vulgaris</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. glandulosa</i>	<i>P. avium</i>	<i>P. davidiana</i> var. <i>potaninii</i> (Batal.) Holub	<i>P. domestica</i>
	окраска кожицы	желтая, белая	–	<i>A. mandshurica</i>	<i>C. avium</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. tomentosa</i>	<i>P. avium</i> var. <i>leucocarpa</i> (C.Koch) Beloz.	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. domestica</i>
		красная	–	<i>A. dasycarpa</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. prostrata</i>	<i>P. avium</i> (<i>P. racemosa</i> f. <i>rubra</i> Reichenb.)	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. domestica</i>
	опушенный		<i>A. nana</i>	<i>A. ansu</i> (Komar.) Kost.	0	<i>L. pedunculata</i>	<i>M. tomentosa</i>	0	<i>P. vulgaris</i>	0
	не опушенный		–	<i>A. sogdiana</i> Kudr.	<i>C. avium</i>	<i>L. ulmifolia</i>	<i>M. prostrata</i>	<i>P. serotina</i>	<i>P. vulgaris</i> var. <i>nectarine</i> (Maxim.) Holub	<i>P. domestica</i>

Обозначения: – сухой околоплодник, 0 – признак не найден

Виды рода *Louiseania* Carr. – Луизеания немногочисленны, их всего 3: *L. pedunculata* (Pall.) Erem. et Yushev, *L. ulmifolia* (Franch.) Pachom. , *L. triloba* (Lindl.) Pachom. В качестве плодовых растений не используются, однако представляют интерес в селекции подвоев (Еремин, 1985). Им свойственны такие ценные селекционные признаки, как слаборослость, зимостойкость, устойчивость к подопреванию и болезням, легкая отделяемость косточки. По своим биологическим и морфологическим особенностям они близки к некоторым видам рода *Microcerasus*.

Виды рода *Microcerasus* Webb emend. Spach. – Микровишни по признакам и свойствам далеки от таксонов рода *Cerasus* и ближе тяготеют к родам *Louiseania*, *Prunus*, *Persica*, *Amygdalus*. Подтверждением этого служат гибриды некоторых видов *Microcerasus* с представителями перечисленных родов, в то время как достоверные гибриды между ними и вишнями не известны. Микровишни представляют собой низкорослые кустарники с тонкими побегами и укороченными междоузлиями, несущими мелкие, голые или опушенные листья. У них отсутствует жизненная форма в виде деревьев, хотя низкорослые деревца формироваться могут. Цветки до 20 мм в диаметре, с трубчатым или реже колокольчатым гипантием, плоды мелкие, красные или черные. Согласно последним исследованиям, род *Microcerasus* включает 2 подрода, 5 секций, 6 видов и 16 разновидностей (Еремин, 1979). В его составе находится лишь один вид, характеризующийся наличием опушения на листьях, побегах и плодах – *M. tomentosa* (Thunb.) Erem. et Yushev. Мелкоплодные вишни по своему происхождению приурочены к территории Средней и Центральной Азии [*M. prostrata* (Labill.) Roem., *M. microcarpa* (C. A. Mey) Erem. et Yushev], Закавказью [*M. incana* (Pall.) Roem., *M. araxina* Pojark.], Дальнему Востоку [*M. glandulosa* (Thunb.) Roem., *M. tomentosa*]. На североамериканском континенте известен вид *M. pumila* (L.) Erem. et Yushev. Микровишни, обладая ценными селекционными качествами, представляют интерес в селекции низкорослых подвоев для косточковых плодовых культур.

Род *Padus* Mill. – Черемуха в природе имеет обширный ареал, занимающий всю Европу, Центральную, Восточную (Китай, Японию, Корею) и Северную Азию, а также центр и восток Северной Америки. В мире насчитывается около 10 видов. Восточная Азия является центром происхождения рода. В России самым распространенным видом, занимающим территорию всей европейской части до Дальнего Востока, является *P. avium* Mill., который характеризуется значительным разнообразием признаков и свойств. Также на Дальнем Востоке известна *P. ssiori* (Fr. Schmidt) Schneid. Для Северной Америки характерны *P. virginiana* (L.) Mill. и *P. serotina* Loisel. В роду *Padus* отсутствуют, как и у родов *Cerasus* и *Prunus*, таксоны с опушенными плодами.

Род *Persica* Mill. Род включает 6 видов. Систематика рода давно устоялась. Культурные виды *P. vulgaris* Mill. и *P. ferganensis* Kostina et Rjab. широко распространены в зонах с теплым климатом. Другие виды *P. davidiana* Franch., *P. kansuensis* (Rehd.) Koval. et Kostina , *P. mira* (Koehne) Koval. et Kostina являются

эндемиками центрального Китая. Виды и сорта рода *Persica* несут все признаки подсемейства *Prunoideae* за исключением жизненной формы – куст.

Род *Prunus* L. s. str. Слива включает более 40 видов, произрастающих в Евразии и Северной Америке. В культуре используют лишь некоторые, из них широко возделываемым является культивируемый вид *P. domestica* L. Виды сливы характеризуются очень высоким полиморфизмом морфологических и биологических признаков. Их делят на две секции: евразийскую и североамериканскую. Евразийскую секцию составляют слива домашняя – *P. domestica* L., алыча – *P. cerasifera* Ehrh., терн – *P. spinosa* L., слива китайская – *P. salicina* Lindl. Виды североамериканской секции: американская – *P. americana* Marsh. и канадская – *P. nigra* Ait. в России получили ограниченное распространение и поэтому малоизвестны. Ценные биологические свойства видов, такие как зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, разные сроки цветения и созревания, наличие слаборослых таксонов, сочетаются с полиморфизмом плодов по окраске, размерам и качеству. Из морфологических признаков, присущих близкородственным родам *Armeniaca*, *Persica*, *Louiseania*, *Amygdalus*, пока только у слив не выявлены растения с опушением кожицы плодов, однако оно проявляется иногда на плодоножках некоторых видов.

Заключение

Косточковые плодовые растения обладают поразительным параллелизмом морфологических признаков. Изучение видового полиморфизма внутри подсемейства *Prunoideae* показало закономерность проявления признаков по родам. Это наглядно видно в представленной таблице. Нами для сравнений взяты лишь относительно немногие признаки растений, однако подобная закономерность наблюдается и по другим морфологическим параметрам. Лишь у трех родов пока не обнаружено опушение плодов и в одном не известна жизненная форма – куст. Однако этот факт не означает, что их не может быть в природе, или они не могут быть получены искусственно. К примеру, ранее была неизвестна белоплодная форма вишни войлочной. Однако в недавнее время она была обнаружена В. П. Царенко в посадках Приморского края и даже передана в Государственное сортоиспытание под названием ‘Белая’ (Царенко, Царенко, 2004).

Литература

- Вавилов Н. И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1931. Т. 24. Вып. 3. С. 85–107.
- Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Избранные труды. М.–Л., 1965. Т. 5. С. 180–222.
- Васильченко И. Т. Новые для культуры виды вишни. М.–Л., 1954. 86 с.
- Витковский В. Л. Плодовые растения мира. СПб- М., 2003. С. 188, 421.

- Еремин Г. В., Юшев А. А., Новикова Л. Н. Исследование видов рода *Microcerasus* Webb emend. Spach в связи с их селекционным использованием // Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1979. Т. 65. Вып. 3. С. 70–86.
- Еремин Г. В., Юшев А. А., Новикова Л. Н. Род *Louiseania* Carr. и его селекционное значение / Бюл. ВИР. Л., 1985. Вып. 157. С. 31–35.
- Ковалев Н. В. Абрикос. М., 1963. 288 с.
- Пояркова А. И. *Cerasus* Juss. // В кн.: Флора СССР. Т. X. М.–Л., 1941. С. 547–575.
- Соколов С. Я. Деревья и кустарники СССР. М.–Л., 1954. Т. 3. 872 с.
- Черепанов С. К. Свод дополнений и изменений к Флоре СССР. Л., 1973. 668 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981. 509 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.
- Царенко В. П., Царенко Н. А. Вишня войлочная. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 60.
- Юшев А. А. Новое в систематике рода *Cerasus* Mill. // Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1990. Т. 131. С. 56–63.
- Browicz K. *Cerasus* // In: Flora Iranica. 1969. 66/30. V. 4. P. 187–201.
- Jussieu A. Genera plantarum. Paris, 1789. 498 p.
- Miller P. Gardeners Dictionary. London, 1731. 1768 p.
- Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, 1926. (Перевод).
- Zederbauer E. Die parallelen Variationen der gärtnerischen Kulturpflanzen // Festschr. österr. Gartenbaugesellsch. Wien, 1927. (Перевод).

СОЗДАННЫЕ В ВИР МЕЖВИДОВЫЕ ГИБРИДНЫЕ КЛОНЫ КАРТОФЕЛЯ – ИСТОЧНИКИ ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

В. А. Козлов¹, Е. В. Рогозина²

¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству», п. Самохваловичи,
Минский район, Беларусь, e-mail: wiko@mail.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,

Санкт-Петербург, Россия, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Резюме

В статье представлены результаты испытания в условиях Республики Беларусь межвидовых гибридов картофеля, созданных в отделе генетических ресурсов картофеля ГНУ ВНИИР им. Н. И. Вавилова. Гибриды оценены по признакам, важным для современной селекции картофеля: продуктивности, содержанию крахмала, устойчивости к фитофторозу, пригодности к промышленной переработке на хрустящий картофель. Выделены клоны межвидовых гибридов, превосходящие белорусские сорта-стандарты по содержанию крахмала в клубнях, устойчивости к фитофторозу листьев и клубней, качеству хрустящего картофеля, в том числе, клоны с комплексом ценных признаков.

Ключевые слова: картофель, межвидовые гибриды, продуктивность, фитофтороз, содержание крахмала, хрустящий картофель.

INTERSPECIFIC POTATO HYBRID CLONES DEVELOPED AT VIR AS SOURCES OF VALUABLE TRAITS FOR POTATO BREEDING IN BELARUS

V. A. Kozlov¹, E. V. Rogozina²

¹ Republic Unitary Center «The Scientific and Practical Center of NAS of Belarus for Potato, Vegetable and Fruit», Samokhvalovichi, Minsk, Belarus, e-mail: wiko@mail.ru

² N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Summary

Interspecific potato hybrid clones developed at the Vavilov Institute of Plant Industry (VIR), Russia, were studied in trials performed in the Republic of Belarus. Hybrid clones were assessed for the characteristics important for modern potato breeding: yield, starch content, late blight resistance, and suitability for commercial processing into potato chips. Identified among the interspecific hybrids were the clones surpassing the Belarusian reference cultivars in the

content of starch in tubers, resistance to late blight, and the quality of potato chips. Clones with combinations of valuable traits were also selected.

Key words: Potato, interspecific hybrid clones, yield, starch content, late blight resistance, potato chips.

Введение

Среди сельскохозяйственных культур картофель выделяется разнообразием генетических ресурсов, представленных в генофондах диких и культурных родичей. Возделываемый картофель поражается многочисленными болезнями и вредителями. Вегетативное размножение способствует накоплению в растениях различных патогенов (грибной, бактериальной, вирусной, виroidной и микоплазменной инфекций). В связи с этим селекция картофеля, по сравнению с селекцией культур, размножаемых половым путем, предъявляет более высокие требования к отбору устойчивых к патогенам форм. Решение проблемы устойчивости к болезням и вредителям невозможно без использования в селекции ценного генофонда дикорастущих видов.

В настоящее время насчитывается более 230 видов картофеля (Горбатенко, 2006). Гибридизация дикорастущих видов картофеля с тетраплоидными формами с использованием гаплоидии, полиплоидии, соматической гибридизации, генной инженерии позволяет привносить в плазму *Solanum tuberosum* L. гены устойчивости к многочисленным болезням и вредителям, стрессовым ситуациям, а также улучшать качественные показатели клубней.

Созданные на основе диких и культурных видов картофеля межвидовые гибриды являются источниками хозяйственно-ценных признаков для селекции сортов различного народно-хозяйственного назначения.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили 9 клонов межвидовых гибридов, созданных во Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им. Н. И. Вавилова в отделе генетических ресурсов картофеля Е. В. Рогозиной. Межвидовые гибриды получены в результате скрещиваний видов *Solanum stoloniferum* Schlecht., *S. simplicifolium* Bitt., *S. polytrichon* Rydb. *S. chacoense* Bitter, *S. alandiae* Card., *S. andigenum* Juz. et Buk с сортами или дигаплоидами сортов либо селекционными формами картофеля с последующим отбором. Гибридные клоны отобраны по результатам полевых и лабораторных экспериментов в ВИР и переданы для оценки и использования в селекционной работе в лабораторию исходного материала Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (НПЦ НАН Беларуси). Изучение клонов межвидовых гибридов картофеля проведено в условиях Беларуси (Минская обл., Самохваловичи) в 2007–2011 гг. Фенологические наблюдения выполняли согласно «Методическим указаниям по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля» (1976).

Оценку гибридов по устойчивости к фитофторозу по ботве выполняли в полевых условиях на естественном инфекционном фоне, по клубням – в лабораторных условиях. Устойчивость образцов к фитофторозу в поле определяли, начиная с момента появления болезни и до окончания периода вегетации. Использовали общепринятую 9-ти балльную шкалу, где 9 баллов – отсутствие пятен фитофтороза на листьях (очень высокая устойчивость); 1 балл – все листья полностью поражены (очень низкая устойчивость). Годы исследований характеризовались умеренно эпифитотийным и эпифитотийным развитием фитофтороза, что позволило достоверно оценить гибриды по данному признаку.

Оценку устойчивости гибридов к фитофторозу по клубням проводили в соответствии с методическими рекомендациями «Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням» (1987). От каждого образца брали по 5 клубней, мыли под проточной водой и заражали суспензией сложной высоковирулентной расы фитофтороза 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6+0, 7, 8, 9, 10, 11, 12, хуз; инфекционная нагрузка 25 конидий в поле зрения микроскопа при 120-кратном увеличении. Клубни погружали на 5 минут в суспензию зооспорангиев, затем укладывали во влажные камеры, покрытые пластиком, и инкубировали при температуре 15–18⁰С в течение 21 суток.

Заражение оценивали по величине некроза на поверхности клубней и глубине проникновения патогена в клубни на их продольном разрезе по следующей шкале:

- поражение отсутствует – 9 баллов (очень высокая устойчивость);
- поражено до 10% поверхности клубня – 8 баллов (высокая устойчивость);
- поражено до 25% поверхности клубня – 7 баллов (относительно высокая устойчивость);
- поражено от 25 до 50% поверхности клубня – 5 баллов (средняя устойчивость);
- поражено от 50 до 75% поверхности клубня – 3 балла (низкая устойчивость);
- поражено более 75% поверхности клубня – 1 балл (очень низкая устойчивость).

Затем для каждого образца вычисляли средний балл некроза поверхности и средний балл поражения внутренних тканей клубня, по средней величине которых определяли степень поражения, а затем – балл устойчивости.

Оценку гибридов на пригодность для промышленной переработки на хрустящий картофель проводили после 5 месяцев холодного хранения без рекондиционирования. Оценка проведена по схеме: мойка клубней, механическая очистка от кожицы, резка клубней на ломтики толщиной 1,3 мм нарезкой Böner, отмывка крахмала с поверхности лепестков теплой водой, обсушивание их фильтровальной бумагой, отбор стандартных ломтиков, обжаривание их во фритюрнице на растительном масле при температуре 180⁰С в течение 3 минут, извлечение готовых ломтиков из фритюрницы и удаление излишков масла. Цвет ломтиков хрустящего картофеля оценивали по 9-балльной шкале, где балл 9 – цвет равномерный, ясно выраженный, желтый всех оттенков (бледно-желтый,

ярко-желтый, светло-желтый); балл 7 – цвет равномерный, менее выраженный, желтый всех оттенков, не допускаются подгоревшие экземпляры; балл 5 – цвет неравномерный, неясно выраженный, желтый всех оттенков; балл 3 – цвет неравномерный, с наличием светло-коричневых и коричневых пятен и подгоревших экземпляров; балл 1 – цвет неравномерный, большинство экземпляров подгорело. Образцы, получившие оценку 7,0–9,0 баллов – пригодные, 6,0–6,9 – относительно пригодные, менее 6,0 баллов – непригодные для переработки по цвету ломтиков хрустящего картофеля. При характеристике шкалы 6 баллов оценки пригодности не приводятся.

Учет продуктивности, определение содержания крахмала в клубнях проводили согласно Методике исследований по культуре картофеля (Методика..., 1967). Контроль – сорта белорусской селекции разных сроков созревания, отобранные Госкомиссией Республики Беларусь в качестве стандартов: ‘Скарб’ – среднеспелый, ‘Ласунок’ – среднепоздний, ‘Атлант’ – поздний. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы Statistica 10.0, StatSoft Russia.

Результаты

Продуктивность картофеля является основным для селекционеров признаком: показателем, определяющим целесообразность проведения оценки нового сортообразца в системе Госсортоиспытания. Потенциальный сорт картофеля должен иметь продуктивность не ниже, чем у сорта-стандарта из соответствующей группы спелости. Уровень продуктивности зависит от многих факторов: числа клубней на куст и средней массы одного клубня, взаимодействия генетических систем, ответственных за сроки начала и продолжительность периода клубнеобразования, фотопериодической реакции растений, устойчивости к болезням и вредителям и др. Характеристика межвидовых гибридов и сортов картофеля по продуктивности представлена на рисунке 1.

В результате проведенных исследований нами установлено, что наиболее высокую продуктивность в изученной группе сортов и гибридных клонов имеет межвидовой гибрид 99-6-10. Продуктивность этого клона в среднем за пять лет испытаний составила 1115 г/куст, а максимальная – 1379 г/куст отмечена в 2007 г. (рис. 1). По этому показателю гибрид 99-6-10 не уступает эталонному сорту ‘Скарб’, продуктивность которого в среднем за пять лет испытаний составила 1120 г/куст, а максимальная (1217 г/куст) также отмечена в 2007 г. Хорошую продуктивность (более одного килограмма клубней на куст) имеют гибридный клон 159-3 и сорт ‘Ласунок’, продуктивность которых в среднем за пять лет составляет 1015 г/куст и 1059 г/куст соответственно. Гибридный клон 99-10-1 по продуктивности несколько превосходит сорт ‘Атлант’ (978 г/куст и 956 г/куст соответственно). Самую низкую продуктивность и в годы исследований (628 г/куст в 2010 г.), и в среднем за 5 лет (718 г/куст) показал гибрид 159-1. Следует отметить, что лишь три сортообразца, имеющие относительно невысокую продуктивность, – гибридные клоны 24-2, 159-31 и сорт ‘Атлант’

характеризуются стабильным проявлением признака. У гибридных клонов и сортов с более высоким уровнем продуктивности этот показатель варьировал в значительной степени в зависимости от года испытания (рис.1).

В период проведения испытаний (2007–2011 гг.) погодные условия вегетационных периодов отличались в значительной степени. Самая низкая продуктивность всех исследованных сортообразцов отмечена в 2010 году (средняя для – 826,4 г/куст). В 2007 году большинство сортообразцов показали высокую продуктивность (средняя для исследуемой выборки – 1014,7 г/куст). Дисперсионный анализ данных оценки сортообразцов картофеля по продуктивности показывает, что величина этого признака определяется генетическими особенностями сортов и гибридных клонов ($F_{\phi}=20,29$ $p=0,0000$), влиянием фактора «год испытания» ($F_{\phi}=15,97$ $p=0,0000$) и их взаимодействием ($F_{\phi}=13237,87$ $p=0,0000$).

Ценность картофеля при использовании его на технические и кормовые цели, переработку на пищевые полуфабрикаты зависит от содержания в клубнях сухого вещества, основным компонентом которого является крахмал. Характеристика межвидовых гибридов и сортов картофеля по содержанию в клубнях крахмала представлена на рисунке 2.

Исследованные сортообразцы картофеля отражают широкую амплитуду изменчивости признака содержания крахмала в клубнях – от низкого у сорта ‘Скарб’ (9,4–13,2%) до высокого у гибридного клона 99-6-6 (19,2–19,8%). Относительно высокое содержание крахмала (16,8–19,8%) отмечено у гибридов 99-4-1, 24-2, 99-6-10, которые по данному показателю не уступали стандартам – ‘Ласунок’ и ‘Атлант’, остальные гибридные клоны имели среднее (13,8–17,4%) содержание крахмала в клубнях.

Гибридный клон 99-6-6 отличался не только самым высоким, но и самым стабильным проявлением признака (рис. 2). Содержание крахмала в клубнях остальных исследованных гибридов и сортов варьировало, в наибольшей степени – у сорта ‘Скарб’. Дисперсионный анализ данных оценки сортообразцов картофеля по содержанию крахмала в клубнях показывает, что величина этого признака определяется, прежде всего, генетическими особенностями исследуемого материала ($F_{\phi}=37,42$ $p=0,0000$), тогда как влияние фактора «год испытания» в нашем эксперименте не было значимым ($F_{\phi}=2,34$).

Одной из самых опасных болезней картофеля в Беларуси является фитофтороз. В начале 90-х годов 20 столетия на растениях отмечено появление рас A_2 типа совместимости, что стало причиной усиления генетической изменчивости возбудителя фитофтороза – оомицета *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary и усиления его адаптивной способности (Иванюк, Авдей, 1997).

В последнее время ситуация с фитофторозом в Республике Беларусь значительно ухудшилась. Признаки болезни отмечаются почти на месяц раньше обычного – в первой-второй декадах июня. Болезнь появляется на всех сортах независимо от группы спелости. Произошли также значительные изменения в отношении возбудителя к условиям внешней среды. Эпифитотии фитофтороза в Беларуси развиваются почти ежегодно.

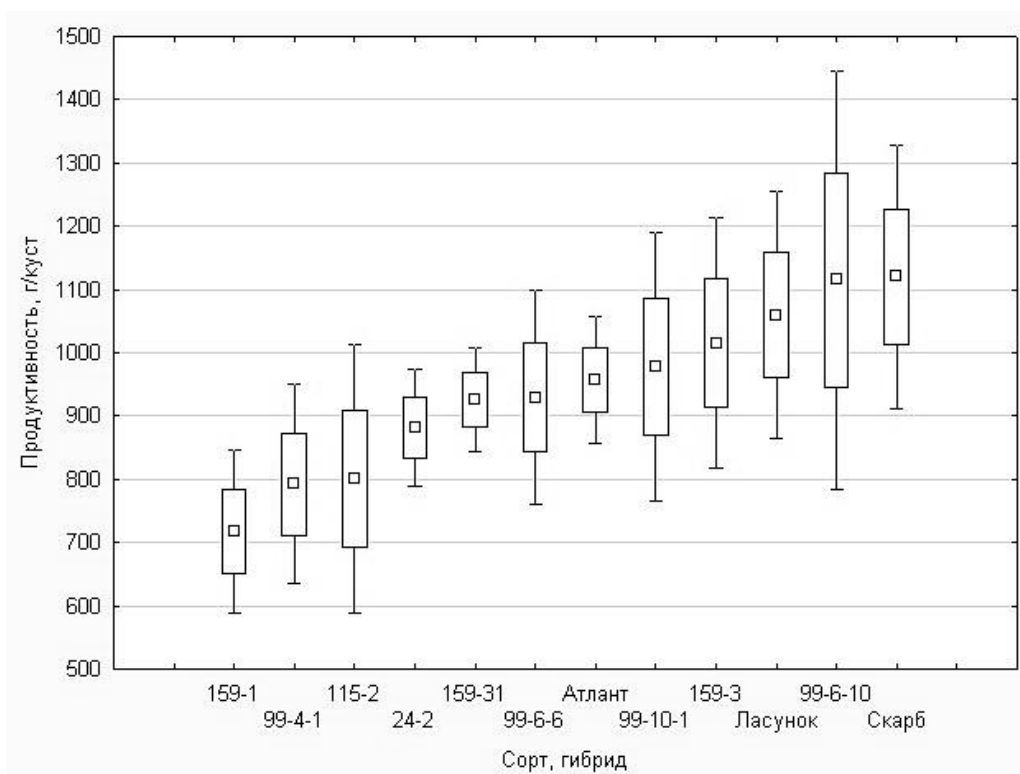


Рис. 1. Продуктивность сортов и межвидовых гибридов картофеля (средняя за пять лет)

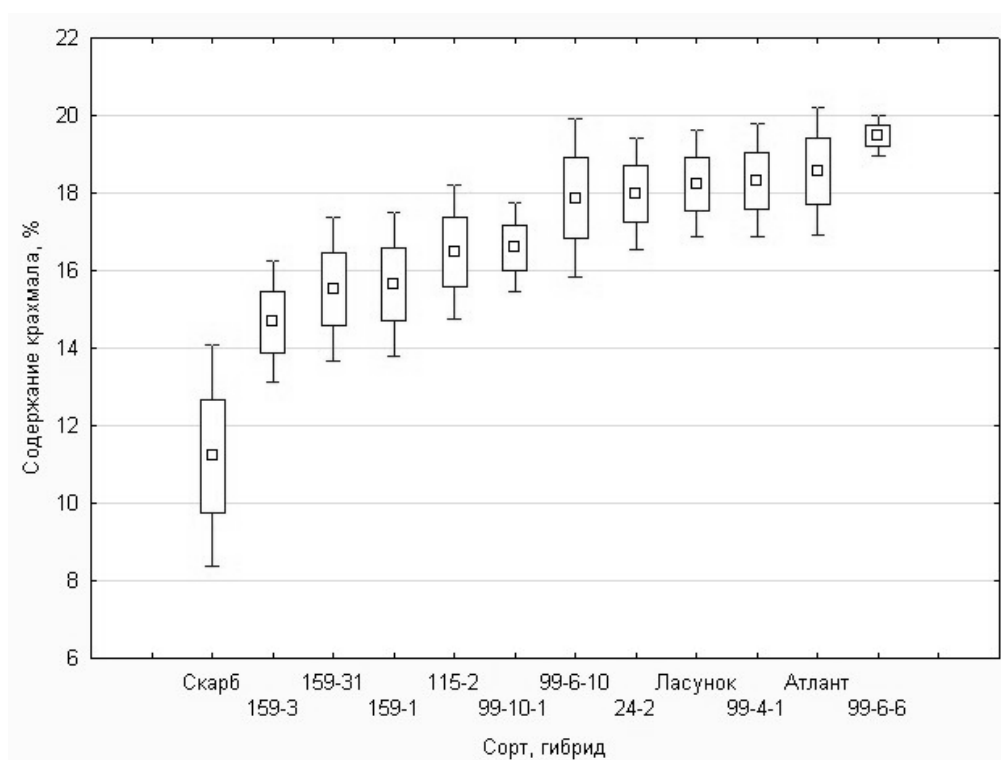


Рис. 2. Содержание крахмала в клубнях сортов и межвидовых гибридов картофеля (среднее за пять лет)

Так, в 2007 году фитофтороз на опытных полях НПЦ НАН Беларуси появился 21 июня, развитие болезни носило умеренно эпифитотийный характер. В 2008 г. первые признаки фитофтороза были зафиксированы 18 июля. Развитие болезни также носило умеренно эпифитотийный характер. 2009 г. характеризовался обильными осадками, сумма которых во время вегетации картофеля превысила норму более чем в два раза. Фитофтороз на посадках картофеля появился 21 июня и носил эпифитотийный характер. Погодные условия июня и июля месяцев в 2010 г. также способствовали развитию сильнейшей эпифитотии фитофтороза. Болезнь появилась 7 июня и уже к середине июля на тех участках, где возделывались неустойчивые к фитофторозу сорта и гибриды и не применялись средства химической защиты, ботва была полностью уничтожена. Условия 2011 г. способствовали развитию средней эпифитотии фитофтороза. В годы исследований наблюдались случаи сильного поражения растений картофеля в теплицах, когда температура днем поднималась выше 40°C, а ночью не опускалась ниже 20°C при дефиците влаги.

Изменения расового состава, возрастающая агрессивность фитофтороза, появление A_2 типа совместимости ставит перед селекционерами задачу поиска новых источников устойчивости для создания высокоустойчивых к патогену сортов. Характеристика межвидовых гибридов и сортов картофеля по устойчивости к фитофторозу листьев представлена на рисунке 3.

Изученные нами сортообразцы картофеля в наибольшей степени поражались фитофторозом в эпифитотийные 2009 и 2010 гг. В условиях Беларуси гибридный клон 24-2 оказался восприимчив к фитофторозу, слабоустойчивы (3–4 балла) – гибриды 99-10-1 и 115-2. Сорт ‘Атлант’ и гибриды 159-3 и 99-6-10 показали хорошую устойчивость к болезни (6,5–7,6 баллов), причем эталонный сорт ‘Атлант’ отличался стабильным проявлением признака в течение всего периода наблюдений. Средней устойчивостью к фитофторозу листьев (4,2–6,8 баллов) характеризуются сорт ‘Ласунок’ и гибриды 99-4-1, 99-6-6, 159-31, 159-1 (рис. 3).

Характеристика сортообразцов картофеля по устойчивости к фитофторозу клубней представлена на рисунке 4.

Наиболее высокой устойчивостью к фитофторозу клубней характеризуется гибрид 99-4-1, однако степень выраженности признака варьирует в зависимости от года испытаний. Устойчивостью выше средней характеризуются сорт ‘Атлант’ и гибриды 159-1, 115-2, 159-3, 99-6-10. Гибриды 99-10-1 и 159-31 среднеустойчивы к фитофторозу клубней. Сорта ‘Ласунок’, ‘Скарб’ и гибриды 99-6-6, 24-2 слабоустойчивы (рис. 4).

Ранее проведенные исследования сортов и селекционного материала картофеля по устойчивости к фитофторозу свидетельствуют, что устойчивость к фитофторозу листьев редко совпадает с устойчивостью клубней. Сильное поражение клубней возможно как при высокой, так и при низкой степени пораженности ботвы (Филиппов, 2012). Однако, у сортов с высокой устойчивостью листьев к фитофторозу вероятность заражения клубней нередко более высокая, нежели у восприимчивых сортов. У последних ботва отмирает в

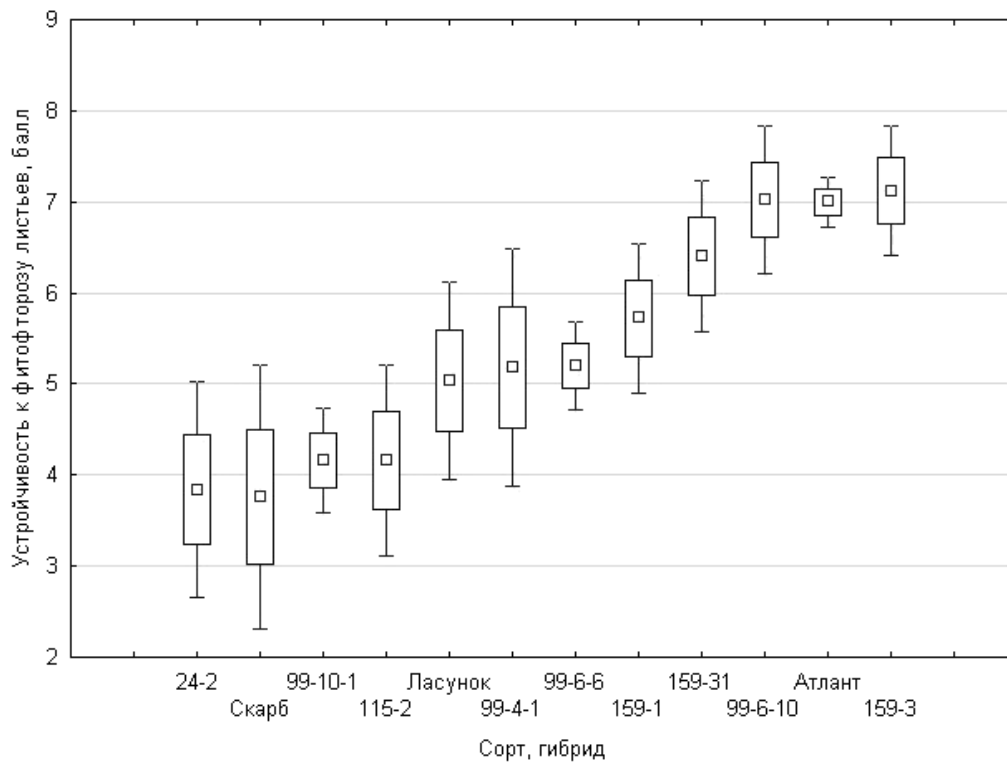


Рис. 3. Устойчивость сортов и межвидовых гибридов картофеля к фитофторозу листьев (средняя за пять лет)

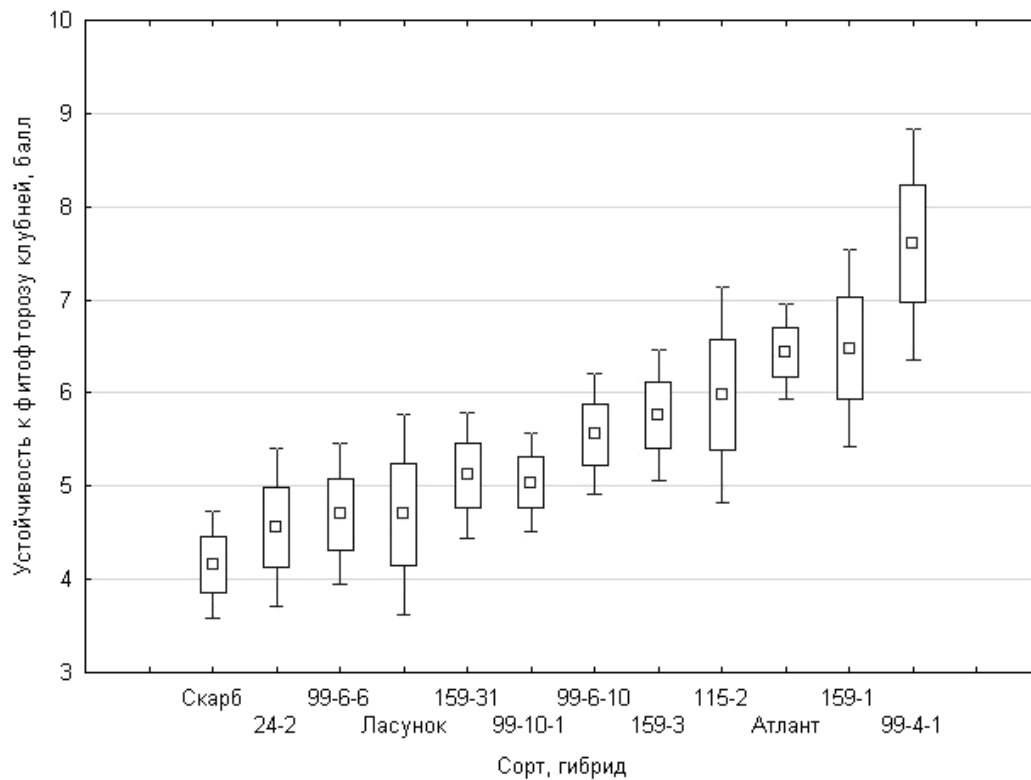


Рис. 4. Устойчивость сортов и межвидовых гибридов картофеля к фитофторозу клубней (средняя за пять лет)

течение нескольких дней, не образуя спор, и период возможного заражения клубней очень ограничен. Наоборот, у первых развитие фитофтороза на ботве по времени более растянуто, что приводит к образованию спор и при их смыве на почву с дождями усиливает возможность заражения клубней. Для исследованного нами набора сортообразцов картофеля между показателями устойчивости к фитофторозу листьев и клубней выявлена средняя сила корреляционной связи (коэффициент Спирмена $r=0,49$). Выделены два гибридных клона – 159-1 и 159-3, у которых так же, как и у эталонного сорта ‘Атлант’ устойчивость к фитофторозу листьев сочетается с устойчивостью клубней к заболеванию (рис. 3, 4).

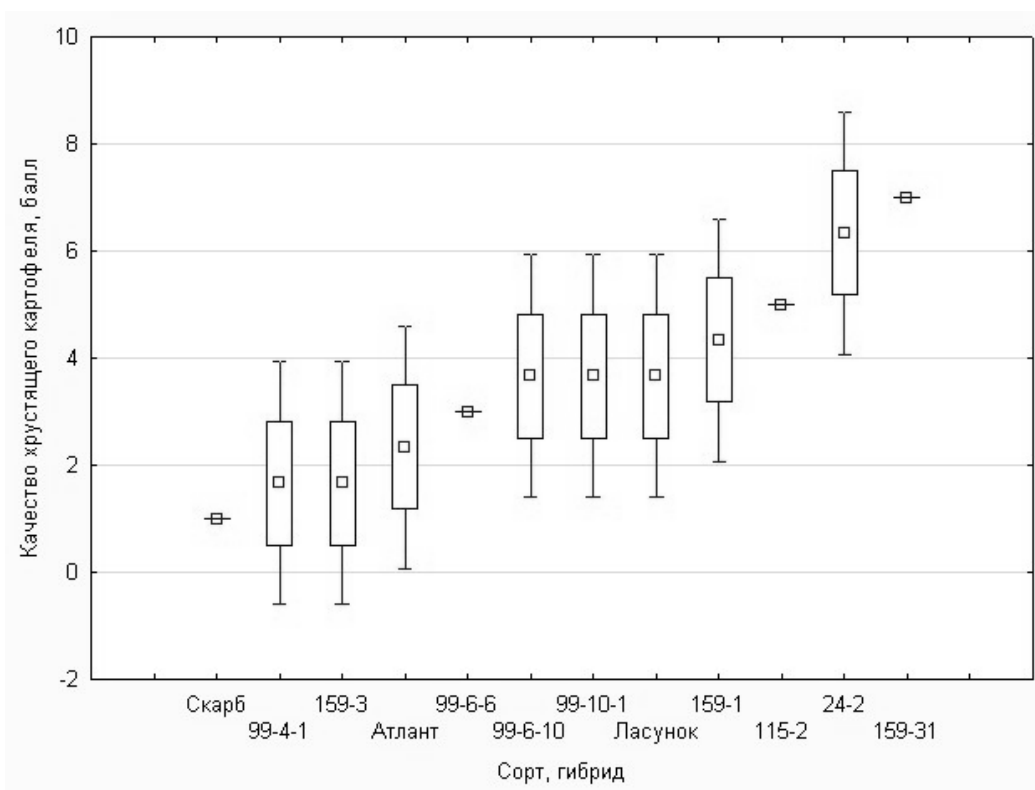


Рис. 5. Качество хрустящего картофеля, приготовленного из клубней сортов и межвидовых гибридов (среднее за три года)

Новые перспективы и возможности открываются в результате переработки картофеля на различные продукты питания. Переработка картофеля позволяет решить проблемы, связанные с длительным хранением свежего картофеля, создать долговременные запасы продукта, значительно упростить и удешевить транспортировку, сократить время и затраты ручного труда на приготовление пищи, более полно использовать отходы картофеля, улучшить обеспечение населения высококачественными и разнообразными продуктами питания. В последнее десятилетие это направление использования урожая является одним из основных в общемировой практике картофелеводства. Так, в США перерабатывается на картофелепродукты около 60% урожая, в том числе до 30% из них – на хрустящий картофель (Шпаар, 2004). В Республике Беларусь Программой развития картофелеводства на 2011–2015 гг. предусматривается доведение стабильного производства картофелепродуктов до уровня 11,9 тыс. т, в

том числе хрустящего картофеля (чипсов) – 5,5 тыс. т (Государственная комплексная программа..., 2011). Для производства хрустящего картофеля важным аспектом является выведение исходного материала, и на его основе – сортов, пригодных к переработке без рекондиционирования в процессе длительного холодного хранения, что в значительной мере снижает энергозатраты и удешевляет конечную продукцию. Созданные в ВИР гибриды картофеля оценены в 2009–2011 гг. на пригодность к промышленной переработке, результаты испытаний представлены на рисунке 5.

Установлено, что качество хрустящего картофеля, приготовленного из клубней большинства исследованных сортообразцов картофеля, варьирует в зависимости от года испытаний. Стабильно пригодны для переработки на хрустящий картофель клубни единственного гибрида 159-31 (оценка 7 баллов) и относительно пригодны клубни гибрида 24-2. Остальные гибриды и сорта картофеля дают продукцию низкого качества (рис. 5).

Заключение и выводы

Межвидовые гибриды картофеля, созданные в ВИР им. Н. И. Вавилова, оценены в условиях Республики Беларусь по признакам, важным для современной селекции картофеля. Получена их сравнительная характеристика с районированными в Республике Беларусь сортами по продуктивности и содержанию крахмала в клубнях, устойчивости к местным популяциям патогена *Phytophthora infestans*. Характеристика межвидовых гибридов дополнена новыми данными об их пригодности к промышленной переработке на хрустящий картофель.

Почвенно-климатические условия Республики Беларусь являются оптимальными для картофелеводства. Регион, где созданы межвидовые гибриды (Пушкинские лаборатории ВИР, Санкт-Петербург, Россия), менее благоприятен для возделывания картофеля с сокращенным вегетационным периодом: характеризуется избыточным увлажнением, почвы участка – среднего и тяжелого механического состава. Испытание гибридных клонов в иных условиях, чем условия в питомнике отбора, выявило чувствительность отдельных генотипов к изменению средовых фонов (почвенно-климатических и агротехнологических). Выявлено повышение продуктивности гибридных клонов 99-10-1, 99-6-10 и снижение продуктивности клонов 24-2, 99-4-1 при выращивании в иных средовых условиях. Устойчивость к фитофторозу листьев у гибридных клонов 159-3 и 99-6-10 оказалась более высокой, а у клонов 24-2, 159-1, 99-4-1, напротив, понизилась в условиях Беларуси, по сравнению с результатами испытаний в Северо-Западном и других регионах России (Горковенко и др., 2008; Рогозина и др., 2007).

Способность сорта стабильно реализовывать потенциал продуктивности и устойчивости к патогенам в разных условиях среды имеет большое значение для

современного агропроизводства. Нестабильность климата и изменение фитосанитарной ситуации приобрели в настоящее время региональный и даже глобальный (планетарный) масштаб. Агроэкологическое изучение селекционного материала позволяет выявлять генотипы, слабо реагирующие на изменения внешних факторов, и генотипы, оптимально реализуемые в конкретных условиях среды. В результате проведенных нами исследований выявлены гибридные клоны, которые в условиях Республики Беларусь отличаются максимальным выражением отдельных селекционных признаков и превосходят по этим показателям эталонные сорта картофеля. Гибрид 99-6-6 имеет высокое (около 20%) содержание крахмала в клубнях, гибрид 159-3 устойчив к фитофторозу листьев, гибрид 99-4-1 устойчив к фитофторозу клубней, гибрид 159-31 пригоден для производства хрустящего картофеля. Комплексом хозяйственно-ценных признаков характеризуются гибриды: 99-6-10 – высокопродуктивный, устойчивый к фитофторозу листьев и 99-4-1 – формирующий клубни с высоким содержанием крахмала и устойчивый к фитофторозу. Выделенные гибридные клоны картофеля рекомендованы селекционерам НПЦ НАН Беларуси для создания нового исходного материала и сортов различного народно-хозяйственного назначения.

Литература

- Горбатенко Л. Е.* Виды картофеля Южной Америки (Экология, география, интродукция, систематика, селекционная значимость). СПб.: ВИР. 2006. 454 с.
- Горковенко М. Н., Rogozina Е. В., Дергачева Н. В.* Результаты экологического изучения межвидовых гибридов картофеля // Сб. научных трудов НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. 2008. Т. 14. С. 166–173.
- Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011-2015 годах /* М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси, Респ. унитар. предприятие «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Минск, 2011. 283 с.
- Иванюк В. Г., Авдей О. В.* Новое в биологии возбудителя фитофтороза картофеля // НТИ и рынок. 1997. № 6. С. 13–14.
- Методика исследования по культуре картофеля.* М.: Колос, 1967. 225 с.
- Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля* ВИР / сост. С. М. Букасов, А. Г. Зыкин, А. Я. Камераз и др. Л., 1976. 30 с.
- Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням: Метод. рекомендации /* БелНИИ картофелеводства и

плодоовощеводства / под ред. Н. А. Дорожкина, В. Г. Иванюка. Минск, 1987. 95 с.

Рогозина Е. В., Бекетова М. П., Хавкин Э. Е. Генетически различные устойчивые к фитофторозу гибриды картофеля – ценный исходный материал для селекции. К 80-летию мировой коллекции картофеля ВИР // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2007. Т. 163. С. 99–109.

Филиппов А. В. Фитофтороз картофеля // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2012. № 5. С. 61–87.

Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель / под ред. Д. Шпаара. Торжок: ООО «Вариант», 2004. 466 с.

РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИЧАЮЩЕГО ИЗ КУЛЬТУРЫ ВИДА *CENTAUREA MONTANA* L. В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ¹

Е. Л. Рохлова

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия, e-mail: rokhlova@gmail.com

Резюме

Цель данной работы – выявление некоторых биологических особенностей дичающего из культуры вида *Centaurea montana* L. (василек горный), сопоставление их с аналогичными показателями аборигенного вида *C. jacea* L. (василек луговой) и оценка инвазионного потенциала *C. montana* на территории региона. За счет вегетативного возобновления оба вида васильков могут сформировать примерно одинаковое количество новых побегов за сезон (около 5). С учетом всхожести семян один побег *C. montana* потенциально может дать начало 6 новым растениям семенного происхождения. Этот же показатель *C. jacea* примерно в шесть раз выше: василек луговой может дать начало 35 новым растениям семенного происхождения. На сегодняшний день репродуктивный потенциал *C. montana* недостаточен для перехода его в ближайшие несколько лет в категорию потенциально инвазионных видов, следовательно, в условиях северного региона данный вид является привлекательным для городского и приусадебного озеленения и может быть рекомендован к более широкому использованию.

Ключевые слова: *Centaurea jacea* L., *Centaurea montana* L., семенное размножение, семенная продуктивность, вегетативное размножение, инвазивный вид.

REPRODUCTIVE POTENTIAL OF *CENTAUREA MONTANA* L., THE SPECIES THAT RUNS WILD IN SOUTH KARELIA

E. Rokhlova

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation,
e-mail: rokhlova@gmail.com

Summary

The aim of this work was to identify some biological characteristics of *Centaurea montana* L. (mountain cornflower), the species that presently runs wild losing its cultivated status, compare them with those of the indigenous species *Centaurea jacea* L. (brown knapweed), and assess the invasive potential of *C. montana* in the region. With their vegetative reproduction pattern, both species can develop roughly the same number of new shoots per season (about 5). With due regard to seed germination ability, one shoot of *C. montana* can

¹ Исследование поддержано Программой стратегического развития Петрозаводского государственного университета.

potentially produce 6 new plants from seed. For *C. jacea*, the same parameter is about six times higher: one shoot of this species can generate 35 new plants from seed. By now, the reproductive potential of *C. montana* is not sufficient to place this species under the category of potentially invasive species for the next few years. Therefore, in northern environments this species is attractive for urban or household landscaping and can be recommended for utilization on a wider scale.

Key words: *Centaurea jacea* L., *Centaurea montana* L., seed propagation, seed yield, vegetative propagation, invasive species.

Натурализация растений-интродуцентов во всем мире привлекает внимание ботаников и экологов, так как именно этот процесс может привести к изменению биоразнообразия и к трансформации естественных экосистем внедрившимися видами, вытеснению местных видов, нарушению сукцессионных связей (Mooney, Hobbs, 2000; Виноградова, 2012).

Натурализация интродуцентов в настоящее время наблюдается во всех регионах мира. Отмечено это явление и на севере Европейской части России, в том числе в Карелии. На территории Европейского Севера России исследованием натурализации растений из культуры занимаются достаточно давно (Андреев, 1974; Андреев, Зуева, 1990; Шуйская, Антипина, 2009 и др.). Культивируемые виды растений, более южные по происхождению по сравнению с местными видами, обладают тем или иным инвазионным потенциалом, реализация которого возможна только при наличии самостоятельного размножения вида в новых для него условиях (Виноградова и др., 2010).

Видовой состав культурных растений, особенно выращиваемых при озеленении приусадебных участков в районах современной коттеджной и старой застройки, не остается постоянным и с трудом поддается точному учету. Каждый год в регионе выращиваются десятки видов декоративных, пищевых, лекарственных и др. растений, и ассортимент таких растений с каждым годом расширяется, например, только в Петрозаводске культивируется 260 видов-интродуцентов (Растения..., 2010; Антипина и др., 2012).

В целом в Южной Карелии, по нашим данным, в открытом грунте выращивается 268 видов травянистых растений-интродуцентов. Большая часть культивируемых растений (163 вида, 61 % от всех культивируемых) не проявляет признаков дичающего – это 109 видов травянистых многолетников и двулетников, у которых не выражено вегетативное возобновление и не формируются полноценные семена, и 54 однолетника, не формирующих семян.

Наличие самостоятельного семенного и/или вегетативного возобновления в условиях северного региона отмечено для 105 культивируемых видов, которые на этом основании начинают входить в состав адвентивной фракции региональной флоры как дичающие из культуры виды-эргазиофиты. Надо отметить, что подавляющее большинство дичающих видов самостоятельно распространяются в основном на возделываемых, реже – на нарушенных участках, не внедряясь в естественные фитоценозы. Факторами, ограничивающими их расселение, являются неустойчивое размножение, неблагоприятные климатические и погодные условия региона (недостаточная для южных видов продолжительность

вегетационного периода и сумма положительных температур, морозные зимы, поздние весенние и ранние осенние заморозки, в некоторые годы возврат холодов, выпадение снега в мае-июне) и устойчивость естественных фитоценозов региона к внедрению чужеродных видов.

В северных регионах для озеленения чаще культивируются неприхотливые холодоустойчивые травянистые многолетники, так как однолетники требуют специального ухода и выращиваются в основном через рассаду из ежегодно ввозимых из других регионов семян. Один из таких многолетников – корневищный поликарпик *Centaurea montana* L. (василек горный). В естественных условиях *C. montana* произрастает в альпийском поясе Пиренеев, Балкан и Альп. В Южной Карелии этот вид выращивается в последние 15–30 лет в первую очередь из-за неприхотливости, он не требует особого ухода (частого полива, прополки, укрытия на зиму и т. д.) и хорошо сочетается с другими травянистыми растениями в цветниках.

C. montana в условиях Европейского Севера России проявляет признаки дичающего из культуры: устойчивое самостоятельное возобновление семенным и вегетативным путем на возделываемых участках, иногда встречается вне культуры в рудеральных местообитаниях (заброшенные дворы, мусорные места), устойчиво в течение многих лет возобновляется самостоятельно в местах, где возделывался ранее.

Цель данной работы – выявление некоторых биологических особенностей дичающего из культуры вида *C. montana* и сопоставление их с аналогичными показателями аборигенного для Южной Карелии вида *C. jacea* L. (василек луговой).

Исследование выполнено в 2011–2014 гг. на территории Южной Карелии, которая по физико-географическому районированию относится к Юго-Восточной Фенноскандии, только ее крайний юго-восток – к Русской равнине (Назарова, 2003). Площадь Южной Карелии – 74,4 тыс. кв. км, территория протянулась с севера на юг от 62°93'с.ш. до 60°69'с.ш. и с запада на восток от 29°35'в.д. до 37°07'в.д. По флористическому районированию регион относится к Североевропейской провинции Циркумбореальной флористической области (Тахтаджян, 1978), Евразийской таежной области (Растительность европейской части СССР, 1980), Атлантическо-Арктической климатической зоне умеренного пояса (Назарова, 2003). Продолжительность безморозного периода – 105–130 дней, вегетационного периода – 153–160 дней, среднегодовое количество осадков – 650–725 мм. На территории Южной Карелии преобладают торфянисто- и торфяно-подзолистые почвы (Назарова, 2003).

В местах массового произрастания двух исследуемых видов было заложено по 10 пробных площадок 1×1 м, на которых определялась плотность побегов (количество побегов на 1 кв. м), проводилось изучение семенной продуктивности и вегетативного размножения.

Для изучения вегетативного размножения выбирали модельные растения (по 1 на пробную площадку), для которых учитывались следующие морфологические признаки: суммарная длина корневищ одного растения; число

почек на корневище одного растения. Измерение длины корневищ, подсчет почек (почки закладываются на корневищах в конце вегетации) проводились в сентябре при раскапывании подземных органов.

Для изучения семенной продуктивности были отобраны по 20 модельных генеративных побегов каждого вида. Для каждого побега определялось количество соцветий, количество цветков в соцветиях и на побеге в целом, количество плодов, формирующихся из цветков одного соцветия и на одном побеге. Лабораторная всхожесть семян определялась по стандартной методике (ГОСТ 24933.2-81).

Оба исследованных вида принадлежат к семейству Asteraceae, роду *Centaurea* L., но – к разным под родам (Цвелев, 2000): *Cyanus* (Mill.) Spach и *Jacea* (Mill.) Spach.

Centaurea montana (*Cyanus montanus* (L.) Hill.) – европейский, южно-умеренный вид, криптофит. Входит в состав адвентивной фракции флоры Южной Карелии как вид-эунеофит, эргазиофитофит. Подземные органы – горизонтальные корневища. Растение активно размножается вегетативным путем, поэтому способно образовывать заросли.

Centaurea jacea (*Jacea communis* Delarbre) – европейский, умеренный вид, криптофит. Входит в состав аборигенной фракции флоры Южной Карелии. Подземные органы – корневища. Растения образуют плотные кусты и разрастаются сравнительно медленно. Обитает на лугах, лесных опушках и на различных антропогенно нарушенных территориях (обочины дорог, склоны оврагов, рудеральные места).

Оба вида энтомофильные, анемохорные. Соцветия – крупные гетерогамные корзинки из центральных трубчатых и краевых воронковидных цветков. У *C. montana* корзинка фиолетово-синяя одиночная верхушечная, у *C. jacea* на одном побеге развиваются от 5 до 30 лилово-розовых корзинок. Трубчатые цветки формируют семянки с короткими летучками; потенциальная семенная продуктивность трубчатого цветка равна 1 семени.

Некоторые морфологические показатели и показатели семенного размножения исследованных видов приведены в таблице.

Василек горный способен к формированию плотных монодоминантных зарослей в местах посадки. К концу вегетационного сезона (конец августа – сентябрь) в условиях Южной Карелии на корневище одного побега образуется примерно 5 почек возобновления, на следующий год из этих почек сформируются новые побеги. Около 10 % почек остаются «спящими», т.е. трогаются в рост только при повреждении основных побегов в течение вегетационного сезона. Длина корневища одного растения *C. montana* примерно в 5 раз меньше длины корневища аборигенного *C. jacea*. Василек луговой образует плотный куст и медленно разрастается, растения *C. jacea* формируют новые побеги от корневища (до 5 побегов за вегетационный сезон).

Таким образом, оба вида васильков могут сформировать примерно одинаковое количество новых побегов за сезон. Устойчивое существование

василька горного на территории северного региона обеспечивается преимущественно за счет вегетативного размножения.

**Показатели семенного размножения
и некоторые морфологические признаки *Centaurea montana* и *Centaurea jacea***

Показатели	<i>Centaurea montana</i>	<i>Centaurea jacea</i>
Плотность побегов, шт./1 кв. м	20,2±5,3	6,0±00,5
Высота побега, см	48,5±7,6	80,7±02,7
Длина корневища одного растения, м	01,2±0,1	05,1±00,4
Число соцветий на 1 побеге, шт.	1	18,0±01,5
Число цветков в соцветии, шт.	49,7±1,4	138,6±04,6
Число фертильных цветков в соцветии, шт.	37,4±1,2	115,1±04,1
Число цветков на побеге, шт.	49,7±1,4	2502,7±98,7
Число фертильных цветков на побеге, шт.	37,4±1,2	2077,4±95,3
Потенциальная семенная продуктивность 1 побега, шт. семян	37,4±1,2	2077,4±95,3
Фактическая семенная продуктивность 1 побега, шт. семян	14,4±2,5	45,1±05,7
Фактическая семенная продуктивность, шт. семян /1 кв. м	282,8±43,2	273,1±47,5
Завязываемость семян, %	38,5	2,2
Всхожесть семян, %	40,1±03,0	78,0±05,3

В условиях региона потенциальная семенная продуктивность одного побега адвентивного вида *C. montana* в пятьдесят шесть раз меньше, чем одного побега аборигенного вида *C. jacea*. Но при определении фактической семенной продуктивности видов, то есть количества созревших семян, оказалось, что по этому показателю *C. montana* уступает *C. jacea* только в три раза (таблица). Фактическая семенная продуктивность василька лугового в регионе невысокая (до 3% от потенциальной), что связано с сильным повреждением цветков и завязывающихся плодов личинками насекомых. Большинство семян просто не успевает завязываться, так как личинки повреждают цветки еще во время цветения растения до фазы плодоношения, многие завязи повреждаются до раскрытия соцветий. *C. montana* практически не повреждается болезнями и вредителями, то есть для этого адвентивного вида на севере сегодня нет насекомых-вредителей.

Если при сравнении показателей семенного размножения исследованных видов учитывать плотность растений в местах их массового произрастания, то фактическая семенная продуктивность растений этих двух видов в пересчете на 1 кв. м занимаемой площади достоверно отличаться не будет (таблица).

С учетом всхожести семян один побег *C. montana* потенциально может дать начало 6 новым растениям семенного происхождения. Этот же показатель *C. jacea* примерно в шесть раз выше: василек луговой может дать начало 35 новым растениям семенного происхождения.

Таким образом, семенная продуктивность *C. montana* достоверно ниже семенной продуктивности *C. jacea*, даже с учетом того, что вызревают только те семена местного вида, которые не были повреждены насекомыми.

Для сравнения скажем, что в селитебных местообитаниях семенная продуктивность одного побега инвазионного для Южной Карелии вида *Impatiens glandulifera* Royle составляет около 300 семян со всхожестью 57 % (Шуйская, 2009; Шуйская, Антипина, 2009). Количество семян, формирующихся на одном побеге василька горного (таблица), достоверно ниже этого показателя у недотроги железистой. Кроме того, часть проростков василька горного гибнет весной при поздних весенних заморозках или выпадении снега в мае–июне, в то время как проростки *I. glandulifera* хорошо переносят такие погодные условия.

Семенная продуктивность *C. montana*, несмотря на продолжительное и интенсивное цветение и устойчивое плодоношение, недостаточна для широкого распространения с мест возделывания. Неблагоприятными для вида факторами являются короткий вегетационный период, поздние весенние (до конца мая, редко – в начале июня) и ранние осенние (с начала сентября, редко – в конце августа) заморозки, характерные для северного региона.

C. montana по классификации адвентивных видов (Чичев, 1985; Антипина, 2002) по степени закрепления во флоре мы относим к особой группе – колонофиты-эпекофиты. Растения этой группы способны самостоятельно устойчиво возобновляться на культурных участках как семенным, так и вегетативным путем; для них нельзя четко выделить преобладающий в новых условиях способ размножения. Василек горный успешно сочетает оба способа размножения. Расширение территории обитания и освоение новых участков у *C. montana* происходит за счет семенного возобновления, а поддержание численности популяции на уже освоенных участках происходит в основном вегетативным путем.

Согласно классификации стадий натурализации интродуцированных видов растений, основанной на успешности семенного размножения (Шумилова, 1979; Андреев, Зуева, 1990), данный чужеродный вид находится на четвертой стадии натурализации: растения нормально вегетируют, цветут, образуют полноценные семена, размножаются семенами самостоятельно, но лишь на культурных и нарушенных участках, не внедряясь в естественные и полустественные фитоценозы (Виноградова и др., 2010).

По классификации уровней жизненности интродуцированных растений на севере России (Андреев, 1974), учитывающей интенсивность и семенного, и

вегетативного размножения, *C. montana* можно отнести к пятому уровню жизненности: растения завершают полный цикл развития, самостоятельно размножаются семенным путем и/или имеют устойчивое клоновое потомство на культурных и нарушенных участках. Эта стадия соответствует натурализации вида в новых для него условиях, когда уже пройдены предыдущие уровни жизненности, создающие предпосылки натурализации.

На сегодняшний день *C. montana* не проявляет признаков инвазионности в условиях региона, редко выходит за пределы обрабатываемых участков. Репродуктивный потенциал василька горного недостаточен для перехода его в ближайшие годы в категорию инвазионных видов. В условиях Карелии данный вид является привлекательным декоративным растением для городского и приусадебного озеленения в силу своей неприхотливости и устойчивости, наличия самостоятельного возобновления. Василек горный может быть рекомендован к более широкому применению во всех видах озеленения в регионе.

Литература

- Андреев Г. Н. Об уровнях жизненности интродуцентов // Ботанические исследования в Субарктике: Сборник статей. Апатиты, 1974. С. 61–70.
- Андреев Г. Н., Зуева Г. А. Натурализация интродуцированных растений на Кольском севере. Апатиты, 1990. 123 с.
- Антипина Г. С. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2002. 204 с.
- Виноградова Ю. К. Очередные задачи инвазионной биологии // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и ближнего зарубежья. Материалы IV междунар. конф., Ижевск, 4-7 декабря 2012 г. М.–Ижевск, 2012. С. 56–59.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
- Назарова Л. Е. Климат // В кн.: Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2003. С. 6–8
- Растения и лишайники города Петрозаводска: Аннотированные списки видов / под ред. Г. С. Антипиной. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 208 с.
- Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.
- Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 247 с.
- Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.
- Чичев А. В. Адвентивная флора железных дорог Московской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 24 с.
- Шуйская Е. А. Синантропная флора южной Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 24 с.
- Шуйская Е. А., Антипина Г. С. Семенная продуктивность недотроги железистой (*Impatiens glandulifera* Royle) в Южной Карелии // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2009. № 14. С. 151–156.
- Шумилова Л. В. Фитогеография. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1979. 239 с.

- Антипина Г. С., Шуйская Е. А., Гнатюк Е. П., Рохлова Е. Л.* Аннотированный список интродуцированных видов травянистых растений, культивируемых в городе Петрозаводске // Hortus botanicus. [Электронный ресурс] 2012. № 7. URL: <http://hb.karelia.ru/> (Дата обращения: 01.03.2014.)
- ГОСТ 24933.2-81* Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания от 01.07.1987. [Электронный ресурс] URL: <http://vsegost.com/Catalog/13/13865.shtml> (Дата обращения: 02.03.2014.)
- Mooney H. A., Hobbs R. J. (Eds.)* Invasive Species in a Changing World. Washington, D.C.: Island Press, 2000. 456 p.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ И НОВЫЕ ТАКСОНЫ TAXONOMIC REVIEWS AND NEW TAXA

УДК 633.11 : 631.523

НОВЫЙ ВИД ТЕТРАПЛОИДНОЙ ПШЕНИЦЫ *TRITICUM ABSCHERONICUM* ALIYEVA ET AMINOV

А. Дж. Алиева, Н. Х. Аминов

Институт генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, Баку,
Азербайджан, anaib@rambler.ru

Резюме

Полученной путем гибридизации гексаплоидной пшеницы 171ACS ($2n=6x=42$, AABBDD) с местным сортом твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) 'Bereketli-95' ($2n=4x=28$, AABB) и не имеющей аналогов ветвистоколосой пшенице придается статус вида под названием *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov.

Ключевые слова: ветвистоколосая пшеница, гибридизация, видообразование, вид, статус, первописание нового вида, *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov.

A NEW TETRAPLOID SPECIES *TRITICUM ABSCHERONICUM* ALIYEVA ET AMINOV

A. J. Aliyeva, N. Kh. Aminov

Genetic Resources Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan,
anaib@rambler.ru

Summary

The rank of a species and the name *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov are attributed to the unique branched-spike wheat obtained by crossing hexaploid wheat 171ACS ($2n=6x=42$, AABBDD) with the local durum wheat variety Bereketli-95 ($2n=4x=28$, AABB).

Key words: branched-spike wheat, hybridization, speciation, species, rank, first description of a new species, *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov.

Отдаленная гибридизация является одним из методов обогащения генетического разнообразия, позволяющим раскрыть потенциал новообразования как у отдельных видов рода *Triticum* L., так и у вновь синтезированных полных и неполных амфидиплоидов.

С целью изучения потенциала формообразования в роде *Triticum* созданный нами (Аминов, Мамедов, 1981) трехродовой неполный амфидиплоид *Aegilotriticale* [(*Triticum durum* Desf. × *Aegilops tauschii* Coss.) × *Secale cereale* subsp. *segetale* Zhuk.] был скрещен с сортом мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.)

‘Chinese Spring’. Гибридные растения первого поколения были гомоморфными и занимали промежуточное положение между родительскими формами (рис. 1). Во втором поколении наблюдался широкий спектр формообразования (до 150 фракций). Это свидетельствовало о том, что трехродовой неполный амфидиплоид – мощный источник формообразования (Алиева и др., 2004). В дальнейшем путем отбора были получены интересные линии пшеничного и тритикального типов, обладающие рядом селекционно-важных признаков. Последующими исследованиями было выявлено, что одна из линий типа мягкой пшеницы – 171ACS ($2n=6x=42$; AABBDD) отличается от остальных своим уникальным свойством, а именно: от реципрокной гибридизации между нею и сортом твердой пшеницы (*T. durum*) ‘Bereketli-95’ во втором поколении наряду с растениями, имеющими нормальный колос, были получены новые формы пшеницы с ветвистым колосом (Алиева, Аминов, 2004; Aliyeva, Aminov, 2011). По типу ветвления колоса, а именно многоцветковыми колосками из 5–12 цветков, эти новые ветвистоколосые пшеницы (рис. 2) резко отличались от ныне известных видов пшениц: *T. turgidum* L., *T. jakubzinerii* (Udacz. et Schachm.) Udacz. et Schachm. и *T. vavilovii* (Thum.) Jakubz., которые также обладают ветвистым колосом.



Рис. 1. *T. durum* Desf. cv. ‘Bereketli-95’ (слева), линия 171ACS (справа) и F₁ гибрид (в середине)



Рис. 2. Новый тетраплоидный ветвистоколосый вид *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov

В дальнейшем было установлено, что линия 171ACS при скрещивании с тетраплоидными видами пшеницы образует во втором и последующих поколениях новые ветвистоколосые формы. В гибридных популяциях, полученных от скрещивания линии 171ACS с видами и амфидиплоидами, имеющими геном D, не выявлено ни одной ветвистоколосой формы, что экспериментально свидетельствует об ингибирующем воздействии хромосом D-генома на экспрессию признака нового типа ветвистоколосости (Алиева, Аминов, 2013).

Однако интересно отметить, что полученные нами ветвистоколосые растения, как и *T. jakubzinerii*, имеют в каждом колоске по четыре колосковые чешуи. Более того, встречались колосья, у которых наблюдались пять (по 3 справа и 2 слева) и даже шесть колосковых чешуй (по 3 справа и слева). В отличие от *T. jakubzinerii*, у которой ныне известна лишь одна разновидность, морфологически сходная с *T. turgidum* var. *turgidum*, созданные нами константные ветвистоколосые формы несут разные морфологические признаки (окраска колоса, остистость, опушенность, восковой налет), которые у пшениц используются для выделения разновидностей. У них также значительна вариабельность по высоте растений. Впоследствии этот материал послужил основой для создания коллекции новых стабильных ветвистоколосых линий, с отличным, чем у видов пшениц *T. turgidum*, *T. jakubzinerii* и *T. vavilovii*, типом ветвления колоса.

Надо отметить и другой немаловажный факт, что в отличие от *T. turgidum*, у которой ветвистость колоса не проявлялась ежегодно, у полученных нами форм признак ветвистоколосости проявляется каждый год независимо от условий среды и возделывания.

Учитывая морфологическую дифференциацию и отсутствие аналогов такого ветвления, мы рассматриваем созданную нами новую тетраплоидную ветвистоколосую пшеницу, полученную путем гибридизации гексаплоидной линии пшеницы 171ACS ($2n=6x=42$, AABBDD) с местным сортом твердой пшеницы (*T. durum*) 'Bereketli-95' ($2n=4x=28$, AABB) в качестве нового вида *Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov.

× ***Triticum abscheronicum* Aliyeva et Aminov sp. nova.** – Seedlings of this species are light-green, hairless and waxiness. The leaves are middle-narrowed and medium length (30–35 cm). Tillering is medium (4–8), tillers are upright. Stem is short (70–80 cm), resistant to lodging. Culm is fulfilled under spike. The spike is light-reddish, short (7–8 cm), dense (D – 23), awnless. Each spikelet has four to six spikelet glumes with distinctly expressed keel. Spikelets are supernumerary, with 5–12 flowers that are forming the branched spike. Seeds are small, white, roundish and hardness. The number of seeds reaches 84–112. Weight of 1000 grains are 37–49 g.

Viability and fertility are high. Type of plant is semi-winter. The species is tetraploid ($2n=4x=28$) with genome structure AABB.

Type: Azerbaijan Republic, Baku, Genetic Resources Institute of ANAS. It was developed by hybridization by A. J. Aliyeva and N. Kh. Aminov in 2005 at the Genetic Resources Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences. Collected N. Kh. Aminov and A. J. Aliyeva, 10.05.2012. № 100494 (WIR).

Isotype: is stored in Molecular Cytogenetic Department of the Genetic Resources Institute of ANAS (Baku).

Affinity: a hybrid species.

Habitation: in collections.

Всходы светло-зеленые, неопушенные, с восковым налетом. Листья средне-узкие, средней длины (30–35 см). Кустистость средняя (4–8), куст прямостоячий. Стебель невысокий (70–80 см), устойчивый к полеганию. Соломина под колосом выполненная. Колос со светло красноватым оттенком, короткий (7–8 см), плотный ($D = 23$), безостый. Колосковые чешуи от 4 до 6, с ясно выраженным килем. Колоски многоцветковые, по 5–12 цветков в каждом, образуют ветвящийся колос. Зерна мелкие, белые, кругловатые и стекловидные. Число зерен в одном колосе достигает 84–112. Вес 1000 зерен 37–49 г.

Жизнеспособность и фертильность высокая. Жизненная форма растений полуозимая. Вид тетраплоидный ($2n=4x=28$), имеет геномную формулу AABB.

Тип: Азербайджанская Республика, Баку, Институт генетических ресурсов НАНА. Получен в 2005 году в Институте генетических ресурсов НАНА А. Дж. Алиевой и Н. Х. Аминовым путем гибридизации. Собр. Аминов Н. Х., Алиева А. Дж., 10.05.2012. № 100494 (ВИР).

Изотип: в отделе молекулярной цитогенетики Института генетических ресурсов НАНА (г. Баку).

Родство: вид гибридного происхождения.

Обитание: в коллекциях.

Литература

- Aliyeva A. J., Aminov N. Kh. Inheritance of the branching in hybrid populations among tetraploid wheat species and the new branched spike line 166_Shakheli // Genetic Res. and Crop Evol. 2011. V. 58. № 5. P. 621–628; DOI 10.1007/s10722-011-9702-9.
- Алиева А. Дж., Аминов Н. Х. Влияние генома D пшеницы на проявление признака нового типа ветвистоколосости у гибридных популяций линии 171ACS // Генетика. 2013. Т. 49. № 11. С. 1284–1291.
- Алиева А. Дж., Аминов Н. Х. Генетический потенциал новообразования в роде *Triticum* L. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2004. № 6. С. 8–10.
- Алиева А. Дж., Акпаров З. И., Аминов Н. Х. Потенциал новообразования зерновых злаков Азербайджана // Материалы Международной Кавказской конференции по зерновым и зернобобовым культурам. Тбилиси, 2004. С. 10–12.
- Аминов Н. Х., Мамедов А. Р. Некоторые особенности трехродовых гибридов (*T. durum* × *Ae. squarrosa*) × *S. segetale* // Материалы IV съезда генетиков и селекционеров Азербайджана. Баку, 1981. С. 26.

ПШЕНИЦЫ АЛТАЯ В ГЕРБАРИИ ВИР [WIR]*

И. Г. Чухина¹, А. О. Кирина², Т. В. Гальцова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,

Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru,

²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, e-mail: 5041992@mail.ru,
galtsovatw@yandex.ru

Резюме

В статье представлены результаты изучения гербарной коллекции образцов пшеницы (*Triticum* L.), возделываемых в Алтайском крае и Республике Алтай. Всего в Гербарии ВИР [WIR] хранится 473 образца, относящихся к 23 разновидностям четырех видов: *Triticum aestivum* L., *T. durum* Desf., *T. turgidum* L., *T. polonicum* L. Все гербарные сборы местного разнообразия пшеницы были осуществлены на Алтае в первой половине 20 века. Выбраны лектотипы двух форм мягкой пшеницы, описанные К. А. Фляксбергером: *T. aestivum* var. *ferrugineum* f. *rossicum* Flaks. и *T. aestivum* var. *ferrugineum* f. *sibiricum* Flaks.

Ключевые слова: гербарий, WIR, пшеница, *Triticum*, Алтай, типификация, лектотипы.

WHEAT FROM ALTAI IN VIR'S HERBARIUM [WIR]

I. G. Chukhina¹, A. O. Kirina², T. V. Galzova²

¹N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru,

²Altai State University, Barnaul, Russia, e-mail: 5041992@mail.ru, galtsovatw@yandex.ru

Summary

The paper presents the results of studying the herbarium collection of wheat samples (*Triticum* L.) cultivated in Altai Krai and Altai Republic. All in all, the herbarium of the Vavilov Institute [WIR] holds 473 specimens of 23 varieties belonging to 4 species: *Triticum aestivum* L., *T. durum* Desf., *T. turgidum* L. and *T. polonicum* L. All herbarium materials of the local wheat diversity were collected in Altai in the first half of the 20th century. The authors have identified lectotypes of 2 forms of bread wheat described by K.A. Flyaksberger: *T. aestivum* var. *ferrugineum* f. *rossicum* Flaks. and *T. aestivum* var. *ferrugineum* f. *sibiricum* Flaks.

Key words: herbarium, WIR, wheat, *Triticum*, Altai, typification, lectotypes.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 11-04-01207-а.

В Гербарии культурных растений мира и их диких родичей Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (Гербарий ВИР) [WIR] мировая коллекция пшеницы (*Triticum* L.) занимает лидирующее место и насчитывает около 32500 листов. Гербарий рода *Triticum* L. был собран в местах естественного произрастания или возделывания видов пшеницы, а также получен в результате гербаризации образцов семенной коллекции ВИР, репродуцированных на опытных станциях института. Наиболее ценная часть коллекции формировалась благодаря сборам из центров происхождения и видового разнообразия рода. Ведущими коллекторами пшеницы были К. А. Фляксбергер, Н. И. Вавилов, М. М. Якубцинер, В. Е. Писарев, Е. Н. Синская, П. М. Жуковский, Э. Ф. Мигушова, Е. Г. Черняковская, Р. А. Удачин.

Проведенная в 2012 г. инвентаризация коллекции рода *Triticum* выявила в Гербарии ВИР 473 образца, имеющих алтайское происхождение. Хронологический анализ показал, что все гербарные сборы пшеницы были осуществлены на Алтае в первой половине 20 века. В целом данная тенденция прослеживается и для всего гербария с территории Сибири (Чухина, 2010).

Самые первые образцы пшеницы с территории Алтая были получены через Д. И. Прянишникова, профессора Московского сельскохозяйственного института (в настоящее время – Российский государственный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева). Они были собраны благодаря инициативе Западно-Сибирского общества сельского хозяйства, проводившего в 1902 г. опрос корреспондентов Томского губернского агронома и статистического отделения Алтайского округа с целью изучения возделываемых сортов пшениц «...чтобы не затерялось что-либо хорошее из прежних, уже приспособившихся к здешним условиям сортов, чтобы эти сорта сделались известными, и чтобы их можно было сравнить с сортами пшениц Европейской России» (Фляксбергер, 1908, с. 157). В результате данного мероприятия из опросных анкет была получена не только очень важная информация, характеризующая местные сорта пшениц, но и были собраны колосья и зерна. В 1903 г. алтайские образцы были репродуцированы на селекционной станции Московского сельскохозяйственного института в Петровском-Разумовском и переданы в 1907 г. К. А. Фляксбергеру в Бюро по прикладной ботанике для дальнейшего изучения вместе с образцами, полученными профессором Д. И. Прянишниковым в 1906 г. от агронома Томской губернии Марфина. В настоящее время в Гербарии ВИР хранятся 136 листов гербария пшеницы из коллекции профессора Д. И. Прянишникова. Эти гербарные листы имеют несколько особенностей. На каждом гербарном листе одновременно смонтированы оригинальные колосья, полученные от корреспондентов Западно-Сибирского общества сельского хозяйства, колосья, выращенные в 1903 г. на станции Московского Сельскохозяйственного Института, и растения, полученные в результате более поздних репродукций на опытных полях Бюро по прикладной ботанике. Почти на всех гербарных листах представлено несколько разновидностей одного вида или *Triticum aestivum* L., или *T. durum* Desf. Зачастую на одном листе гербария смонтированы разные виды одновременно, что отражает смешанный характер посевов пшеницы на Алтае в начале 20 в.

Помимо профессора Д. И. Прянишникова в Бюро по прикладной ботанике в 1912 г. передал образцы пшеницы, собранные на территории Белоярской волости, Барнаульского уезда и в окрестностях Славгорода, первый сибирский селекционер Н. Л. Скалзубов. Также имеется несколько десятков гербарных образцов, собранных в 1911 г. Е. Е. Дроягиловым в Барнаульском уезде и И. В. Горбатовым в Касмалинской волости.

Начиная с 1924 г. сотрудники ВИР проводят экспедиционные обследования Алтая. С 1924 по 2013 гг. организовано 14 экспедиций. Несмотря на наличие специализированных экспедиций по сбору разнообразия алтайских пшениц под руководством Л. И. Семеновой в 1986 и 1987 гг., гербарные образцы представлены только сборами 1924 г. Е. Н. Синской с территории Южного Алтая, Семипалатинского уезда (в настоящее время Казахстан), и тремя листами *T. aestivum*, собранными Н. П. Горбуновым в 1927 г. в окрестностях с. Верхне-Катунского.

В целом гербарная коллекция рода *Triticum*, собранная на Алтае, включает 4 вида и 23 разновидности. Наиболее богато представлено разнообразие *T. aestivum* – 286 образцами, относящимися к 10 разновидностям, из которых преобладают *T. aestivum* var. *aestivum* (= *T. aestivum* var. *erythrospermum* Koern.) – 88 образцов; *T. aestivum* var. *lutescens* (Alef.) Mansf. – 82 образца, *T. aestivum* var. *ferrugineum* (Alef.) Mansf. – 60 образцов, *T. aestivum* var. *milturum* (Alef.) Mansf. – 37 образцов. Остальные разновидности пшеницы мягкой – var. *fuliginosum* (Alef.) Mansf., var. *nigraristatum* (Flaks.) A. Filat., var. *hostianum* (Clem.) Mansf., var. *aureum* (Link.) Masf.), var. *sardoum* (Korn) Mansf., var. *caesium* (Alef.) Mansf. – представлены малочисленными гербарными сборами. Указанные разновидности в чистом виде не возделывались и встречались на Алтае в начале прошлого века лишь в виде редких примесей (Фляксбергер, 1908, 1915).

К. А. Фляксбергер в своей работе «О пшеницах Томской губернии» (1908), посвященной исследованию пшеничных колосьев, собранных в Томской губернии (до 1917 г. исследуемый регион входил в состав Томской губернии), при подробной характеристике образцов местной широко распространенной разновидности *T. aestivum* var. *ferrugineum* описывает две формы этой разновидности: f. *rossicum* Flaks. и f. *sibiricum* Flaks.

Типификация

Triticum aestivum var. *ferrugineum* f. *rossicum* Flaks. 1908, Тр. бюро по прикл. бот., 7–8: 215.

Lectotypus (Czuhina, hic designates): «Томская губ., с. Курьинское Барнауль[ьского] у., 1903. Получен от проф. Прянишникова. Коллекция пшениц Бюро по прикладной ботанике № 272. Селекционная станция М.С.Х. Института № 2437» (sub nom. *Tr. v.[ulgare] ferrugineum rossicum*, det. С. Flaksberger) [WIR]. По протологу: «№ 272».

Triticum aestivum var. *ferrugineum* f. *sibiricum* Flaks. 1908, Тр. бюро по прикл. бот., 7–8: 216.

Lectotypus (Czuhina, hic designates): «Томская губ., Змеиног[орский] у., Ново-Алейская вол., ур[ожай] 1902 г. Получен от Проф. Моск. С.-Хоз. Инст. Прянишникова. № 2449. Коллекция пшениц Бюро по прикладной ботанике № 282» (sub nom. *Tr. vulgare ferrugineum* Al. *sibiricum* Flaksb., det. С. Flaksberger) [WIR]. По протологу: «№ 2449».

В Гербарии ВИР хранятся 179 образцов пшеницы твердой (*T. durum*), относящихся к девяти разновидностям. Подавляющее число образцов (124) принадлежит *T. durum* var. *hordeiforme* Hort. Значительно меньше имеется образцов *T. durum* var. *caerulescens* (Bayle-Barelle) Koern. – 21 и *T. durum* var. *melanopus* (Alef.) Koern. – 17, происходящих с территории Алтая. Разновидности пшеницы твердой – var. *murciense* Koern., var. *leucomelan* (Alef.) Koern., var. *valenciae* Koern., var. *leucurum* (Alef.) Koern., var. *erythromelan* Koern., var. *africanum* Koern. – представлены единичными гербарными образцами.

Очень малочисленны алтайские сборы пшеницы тучной (*T. turgidum* L.) и пшеницы польской (*T. polonicum* L.). Пшеница тучная представлена тремя образцами, один из которых относится к *T. turgidum* var. *ramosolusitanicum* Flaksb. и два – к *T. turgidum* var. *plinianum* Koern. Пшеницы польской имеется всего лишь четыре гербарных листа, причем три из них – это разные репродукции одного оригинального образца типовой разновидности *T. polonicum* var. *polonicum*, собранного в 1912 г. в окрестностях Славгорода Тобольской губернии (в настоящее время территория Алтайского края) и переданного Н. Л. Скалозубовым. Еще один образец пшеницы польской, происходящий с территории Алтайской губернии, принадлежит наиболее распространенной разновидности *T. polonicum* var. *villosum* Desv.

Из текстов гербарных этикеток можно почерпнуть дополнительную информацию об используемых названиях стародавних сортов пшеницы и их происхождении. В начале прошлого века местные крестьяне употребляли следующие названия для возделываемых пшениц: «аленькая», «белоколоска», «белотурка», «белоярая», «голоколосая», «жнуй», «красноколоска», «красненькая», «кубанка», «перерод», «русская», «саксонка», «синеколоска», «черноколоска». Например, на одной из гербарных этикеток Н. П. Горбуновым кроме названия вида и места сбора указано: "Под названием пшеница 'Ноэ' сильно распространяется земельными органами (до 15 % пшеничных площадей)". По литературным данным (Фляксбергер, Капустина, 1929) с конца 19 века на юге России и в Западной Сибири под этим названием возделывали местные сорта пшеницы (*T. aestivum* var. *lutescens*), которые не соответствовали французскому сорту 'Ное' и имели заволжское и западносибирское происхождение.

Из гербарных этикеток следует, что собранные на Алтае образцы пшеницы были изучены в различных условиях европейской части России: в Курской губернии на Богородском опытном поле в имении И. А. Пульмана (1909 г.); в Елизаветпольской губернии в имении Д. С. Мелик-Беглярова (1913, 1914 гг.); в Воронежской губернии в Каменной Степи на Степной опытной станции (1913, 1914, 1915, 1916, 1922 гг.); в Саратовском отделении (1920 г.); в Архангельской губернии в Усть-Цильме (1923 г.), на Вологодской опытной станции (1923, 1924

гг.); в Волгоградской области в условиях опустыненной степи (1924 г.); в Детском Селе (1923, 1924, 1925, 1930 гг.); на Кубанской станции (1924, 1927 гг.); в Азербайджане на селекционной станции в Гандже (1929, 1930 гг.).

В последние годы благодаря совместному проекту Алтайского государственного университета и ВИР им. Н. И. Вавилова «История культурной флоры Русского Алтая» возобновлены гербарные сборы современного разнообразия культурных растений Алтайского края и Республики Алтай. В результате проведенных экспедиционных обследований коллекция Гербария ВИР пополнилась гербарными образцами, отражающими современный таксономический состав рода *Triticum* в пределах российской части Алтая. В настоящее время на полях Алтайского края возделывают 2 разновидности мягкой пшеницы (*T. aestivum* var. *aestivum*, *T. aestivum* var. *lutescens*) и 1 разновидность твердой пшеницы (*T. durum* var. *hordeiforme*). Посевы пшеницы в Республике Алтай очень незначительны, в основном это сорта *T. aestivum* var. *lutescens*.

Проведенные исследования имеющегося гербарного материала, а также экспедиционные наблюдения показывают резкое сокращение таксономического разнообразия рода *Triticum* на территории российской части Алтая в современных условиях.

Литература

- Фляксбергер К. А. О пшеницах Томской губернии // Тр. Бюро по прикл. бот. 1908. № 7–8. С. 157–221.
- Фляксбергер К. А., Капустина Е. Пшеница «Ноэ» // Известия Гос. института опытной агрономии. 1929. Т. VII. № 5. С. 478–486.
- Чухина И. Г. Культурные растения Сибири в Гербарии культурных растений мира и их диких родичей Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (WIR) // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы IV Междунар. научн. конф., посвящ. 125-летию Гербария им. П. Н. Крылова Томского гос. ун-та и 160-летию со дня рождения П. Н. Крылова (Томск, 1–3 ноября 2010 г.). Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010. С. 51–52.

СОДЕРЖАНИЕ

Изучение, сохранение и использование генетических ресурсов растений

Соловьева А. Е., Соколова Д. В., Пискунова Т. М., Артемьева А. М. Питательные и биологически активные вещества овощных культур и их роль в улучшении качества питания	5
Буренин В. И., Пискунова Т. М. Адаптивный потенциал рода <i>Beta</i> L.	20
Буренин В. И., Хмелинская Т. В. Генофонд и селекция моркови	33
Бурляева М. О., Ростова Н. С. Изменчивость и детерминированность морфологических, фенологических, биохимических и хозяйственных признаков кормовой сои разных направлений использования в условиях Краснодарского края	42
Юшев А. А., Орлова С. Ю. Параллелизм признаков у видов косточковых плодовых растений подсемейства <i>Prunoideae</i> Focke	53
Козлов В. А., Рогозина Е. В. Созданные в ВИР межвидовые гибридные клоны картофеля – источники ценных признаков для селекции картофеля в Беларуси	61
Рохлова Е. Л. Репродуктивный потенциал дичающего из культуры вида <i>Centaurea montana</i> L. в Южной Карелии	73

Таксономические обзоры и новые таксоны

Алиева А. Дж., Аминов Н. Х. Новый вид тетраплоидной пшеницы <i>Triticum abscheronicum</i> Aliyeva et Aminov	81
Чухина И. Г., Кирина А. О., Гальцова Т. В. Пшеницы Алтая в Гербарии ВИР [WIR] ..	85

CONTENT

Studying, conservation and utilization of plant genetic resources

Solovyova A. E., Sokolova D. V., Piskunova T. M., Artemyeva A. M. Nutrients and bioactive compounds in vegetable crops and their role in food quality improvement	5
Burenin V. I., Piskunova T. M. Adaptive potential of the genus <i>Beta</i> L.	20
Burenin V. I., Khmelinskaya T. V. Carrot gene pool and breeding	33
Burlyayeva M. O., Rostova N. S. Variability and determinacy of morphological, phenological, biochemical and agronomic characteristics in forage soybeans of various uses under the conditions of Krasnodar region	42
Yushev A. A., Orlova S. Yu. Parallelism of characters in stone fruit plant species of the <i>Prunoideae</i> Focke subfamily	53
Kozlov V. A., Rogozina E. V. Interspecific potato hybrid clones developed at VIR as sources of valuable traits for potato breeding in Belarus	61
Rokhlova E. L. Reproductive potential of <i>Centaurea montana</i> L., the species that runs wild in south Karelia	73

Taxonomic reviews and new taxa

Aliyeva A. J., Aminov N. Kh. A new tetraploid species <i>Triticum abscheronicum</i> Aliyeva et Aminov	81
Chukhina I. G., Kirina A. O., Galzova T. V. Wheat from Altai in VIR'S Herbarium [WIR] ...	85

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 175, ВЫПУСК 2**

Технический редактор *В.Г. Лейтан*
Компьютерная верстка *Л.Ю. Шипиловой*

Подписано в печать 26.06.2014. Формат бумаги 70×100^{1/16}
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Печ. л. 5,7. Тираж 300 экз. Зак. 26/13.

Сектор редакционно–издательской деятельности ВИР
190000, Санкт–Петербург, Большая Морская ул., 44

ООО «Р – КОПИ»
Санкт–Петербург, пер. Гривцова, 6^Б