

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

**volume 179**  
*issue 1*



**Editorial board**

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

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

ST. PETERSBURG

2018

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

**том 179  
выпуск 1**



Редакционная коллегия

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

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

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018

DOI 10.30901/2227-8834-2018-1  
УДК 58:631.52:633/635(066)

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ.** Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. 136 с.

В ходе экспедиционного обследования территории Приморского и Хабаровского краев России и Республики Армения собрано и доставлено в ВИР 658 образцов овощных, бахчевых, зернобобовых и др. культур и 94 образца диких видов *Lactuca* L. Определено содержание зольных элементов, белка, фракций волокон, липидов, углеводов и минеральных элементов Марокканских культурных тетраплоидных линий овса с *Avena magna* Murph. et Terr. Дана характеристика анатомо-морфологических и физиологических особенностей трех видов *Zinnia* L., впервые интродуцированных в предгорной зоне Крыма. Представлены результаты многолетнего изучения влияния температуры воздуха и продолжительности солнечного освещения на увеличение содержания антоцианов в плодах сортов алычи разных сроков созревания и степени окраски. Исследованы хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале селекционных линий Л-30 и МХ Аламо (ЛенНИИСХ «Белогорка») и сортов с преобладанием ржаного и пшеничного генотипа – ‘Квазар’ и ‘Мамучар’ (Северо-Кавказский ФНАЦ). Обсуждаются современные селекционные достижения по созданию сортов, приспособленных к экстремальным почвенно-климатическим условиям Сибири (ячмень) и Восточно-Казахстанской области Казахстана (соя). Предложен терминологический аппарат для унифицированного описания соцветий у культивируемых Бобовых (Fabaceae). Изучено влияние смены растения-хозяина на генетическую структуру краснодарской популяции *Schizaphis graminum* Rondani, выявлена высокая общая и сезонная изменчивость обыкновенной злаковой тли по вирулентности к генам устойчивости сорго. Приводятся сведения о жизни и научной деятельности Константина Ивановича Пангало – друга и соратника Н. И. Вавилова.

Табл. 34, рис. 35, библиогр. 184 назв.

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

**PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING.** Vol. 179. Iss. 1. SPb., 2018. 136 p.

Plant explorations in Primorsky and Khabarovsk Regions of Russia and in the Republic of Armenia resulted in collecting and adding to VIR's holdings 658 accessions of vegetables, cucurbits, grain legumes and other crops as well as 94 accessions of wild *Lactuca* L. species. The content of ash elements, proteins, fiber fractions, lipids, carbohydrates and mineral substances was calculated in Moroccan tetraploid lines of cultivated oat crossed with *Avena magna* Murph. et Terr. Anatomical, morphological and physiological features were described for three species of *Zinnia* L., introduced for the first time in the foothill areas of the Crimea. The results of a long-term research on the effect of air temperature and sunlight duration on an increase of anthocyanin content in the fruit of cherry plum varieties with different maturation times and coloration degrees are presented. Baking qualities of flour made from triticale grain were studied for such breeding lines as L-30 and MH Alamo (Research Institute of Agriculture "Belogorka") and the cultivars 'Quasar' and 'Mamuchar' with a predominance of rye and wheat genotypes (North Caucasian Federal Agricultural Research Center). A discussion is presented on the modern achievements in the development of cultivars adapted to extreme soil and climate conditions of Siberia (barley) and East Kazakhstan Region in Kazakhstan (soybean). A terminological nomenclature is offered to make unified descriptions of inflorescences in cultivated legumes (Fabaceae). A study was conducted to identify the effect of host plant replacement on the genetic structure of the Krasnodar population of *Schizaphis graminum* Rondani, and high general and seasonal variability of the greenbug in its virulence towards sorghum resistance genes was disclosed. Information is provided on the life and scientific activities of Konstantin Pangalo, a friend and associate of N. I. Vavilov.

Tabl. 34, Fig. 35, Ref. 184.

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

© Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт  
генетических ресурсов растений  
имени Н. И. Вавилова,  
2018

ISSN 2227-8834  
ПИ № ФС77-57455

# МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-5-12

УДК 581.9:631.526:571.61

**А. М. Артемьева,  
С. С. Абремская**

Федеральный исследовательский  
центр Всероссийский институт  
генетических ресурсов растений  
имени Н. И. Вавилова,  
190000 Россия, г. Санкт-Петер-  
бург, ул. Б. Морская, д. 42, 44  
e-mail: akme11@yandex.ru,  
svetikkonfetic@yandex.ru

## **Ключевые слова:**

*мобилизация, Республика  
Армения, местные образцы,  
овощные и бахчевые  
культуры, зернобобовые  
культуры*

## **Поступление:**

26.02.2018

## **Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## **МОБИЛИЗАЦИЯ МЕСТНЫХ ОБРАЗЦОВ ОВОЩНЫХ, БАХЧЕВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ХОДЕ ЭКСПЕДИЦИИ ПО РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ В 2017 ГОДУ**

**Актуальность.** Сбор образцов местных культурных растений, а также их диких родичей, является важным методом пополнения коллекции ВИР. Флора Армении насыщена видами и различными формами растений, на ее территории встречается около 3500 видов, т. е. половина видового состава растений Кавказа. Своеобразие флоры обусловлено сложностью и многообразием рельефа, почв и климата Армении, ее расположением на стыке умеренно влажной Кавказской и засушливых Центрально-Анатолийской и Армено-Иранской флористических провинций. **Маршрут экспедиции** включал изучение ассортимента рынков и сельскохозяйственных магазинов города Ереван и обследование территорий центральной, южной и северной частей Республики Армения, а именно: Араратского, Вайоцзорского, Сюникского, Котайкского, Тавушского, Гехаркуникского, Арагацотнского, Армавирского и Лорийского марзов. Продолжительность экспедиции составила 11 полевых дней, общий маршрут – около 2800 км, высота над уровнем моря варьировала от 755 м до 2248 м. Сбор плодов бахчевых и овощных культур осуществлялся в местах их культивирования, хранения и продажи. Семена приобретались на рынках, у фермеров и в специализированных магазинах семян. **Результаты.** Выяснено, что особой популярностью у местного населения пользуются такие культуры, как фасоль, томат, лук репчатый, перец сладкий и острый, пряно-вкусовые и бахчевые. У фермеров отмечено большое разнообразие сортов, получаемых из собственных семян. Сортимент овощных и бахчевых культур Армении представлен в основном местными и селекционными армянскими сортами (Научный Центр овощебахчевых и технических культур. Армения, Араратский марз, Масисский р-н, село Даракерт), в меньшей степени семенами российских фирм («Гавриш», «Лидер», «Седек», «Аэлита», «Семко»), а также голландскими, японскими, итальянскими, турецкими, датскими, украинскими («Семена Украины»). За время экспедиции обследовано 49 сайтов. Всего собрано и доставлено в ВИР 415 образцов, в том числе 280 образцов овощных культур, а также зернобобовые – 70, бахчевые – 37, масличные и прядильные – 14, дикие виды – 12, люцерна – 2 (один из них дикий). Среди плодовых овощных и бахчевых культур находятся источники ценных признаков декоративности, продуктивности, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам в сложных климатических условиях Республики Армения. Наибольшее количество образцов было собрано у фермеров на городском рынке «ГУМ» (г. Ереван), на рынке г. Вагаршапат (Эчмиадзин), у овощеводов в Вайкском районе Вайоцзорского марза и Сисианском районе Сюникского марза. Основное разнообразие овощных, бахчевых и зернобобовых культур приурочено к юго-восточной, юго-западной, а также центральной (Котайкский марз) части Армении.

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

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-5-12

**A. M. Artemyeva,  
S. S. Abremskaya**

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,  
42, 44 Bolshaya Morskaya St.,  
St. Petersburg, 190000, Russia,  
e-mail: akme11@yandex.ru,  
svetikkonfetic@yandex.ru

**Key words:**

*mobilization, Republic of Armenia, local samples, vegetable crops and cucurbits, leguminous crops*

**Received:**

26.02.2018

**Accepted:**

21.03.2018

ORIGINAL ARTICLE

## MOBILIZATION OF LOCAL SAMPLES OF VEGETABLE CROPS, CUCURBITS AND LEGUMINOUS CROPS DURING THE EXPEDITION TO THE REPUBLIC OF ARMENIA IN 2017

**Background.** Vegetation in Armenia is quite unique and surprisingly abundant in species and various forms of plants. About 3,500 species may be found here, i. e. half of the plant composition of the entire Caucasus. The reason is the complexity and diversity of the relief, soils and climate of Armenia, its location at the junction of completely different floristic provinces: moderately moist Caucasian and arid Central Anatolian and Armeno-Iranian ones. Collecting local samples of cultivated plants as well as their wild relatives is an important method of VIR's collection strategy. **The exploration route** included the study of the assortment offered by markets and agricultural shops in the city of Yerevan and a territorial survey of the central, southern and northern parts of the Republic of Armenia, namely Ararat, Vayots Dzor, Syunik, Kotayk, Tavush, Gegharkunik, Aragatsotn, Armavir and Lori Marzes. The altitude above sea level ranged from 755 m to 2248 m. The expedition's duration was 11 field days, the total itinerary covered about 2,800 km. Fruits of cucurbits and vegetable crops were collected in the places of their cultivation, storage and sale. Seeds were purchased at markets, from farmers, and in specialized seed stores. **Results.** It was found out that common bean, tomato, onion, sweet pepper and hot pepper, spicy-flavored crops and cucurbits are widely used by the local population. Farmers were observed to have a wide diversity of crop varieties derived from their own seeds. The range of vegetable crops and cucurbits in Armenia is represented mainly by landraces and improved Armenian varieties (Scientific Center for Vegetable Crops, Cucurbits and Industrial Crops. Darakert Village, Masis District, Ararat Marz, Armenia), to a lesser extent by seeds of Russian seed producers (Gavrish, Leader, Sedek, Aelita, Semko), and Dutch, Japanese, Italian, Turkish, Danish and Ukrainian (Seeds of Ukraine) stock. During the expedition, 49 sites were explored. As a result, 415 samples were collected and delivered to the VIR, including 280 samples of vegetable crops (tomato, onion, coriander, dill, basil, radish, cucumber, sweet pepper, etc.), 70 of leguminous crops (common bean, etc.), 37 of cucurbits, 14 of oil and fiber crops, 12 of wild species, and 2 of alfalfa (one of them wild). Among fruit-bearing vegetable crops and cucurbits there are sources of valuable traits, such as ornamentality, productivity, resistance to abiotic and biotic stressors in the challenging climate conditions of the Republic of Armenia. The largest number of samples were collected from farmers in the GUM city market, Yerevan, in the market of Vagharshapat Town, Echmiadzin, from vegetable growers in Vayk District of Vayots Dzor and Sisian District of Syunik Marz. The main diversity of vegetables, cucurbits and leguminous crops is concentrated in the southeastern, southwestern, and central (Kotayk Marz) parts of Armenia.

## Введение

В 2017 году была проведена экспедиция по Республике Армения, целью которой являлся сбор местных образцов овощных, бахчевых и зернобобовых культур.

Республика Армения расположена на севере Передней Азии, на северо-востоке Армянского нагорья. На севере граничит с Грузией, на востоке – с Азербайджаном и непризнанной Нагорно-Карабахской Республикой, на юге – с Ираном, на юго-западе – с Нахичеванской АР, входящей в состав Азербайджана, на западе – с Турцией. Армения является аграрно-индустриальной страной с динамично-развивающейся экономикой.

Рельеф Армении в основном гористый, свыше 90% территории находится на высоте более 1000 м над у. м. Наивысшая точка – гора Арагац (4095 м), самая низкая – ущелье р. Дебед (380 м). На юго-западе страны располагается межгорная Араратская долина – важный сельскохозяйственный район.

Особенности географического положения и большие перепады высот обуславливают разнообразие климатических условий. Несмотря на то, что Армения расположена на широте субтропической зоны, субтропический климат наблюдается только в южной части Армении (в районе города Мегри). В остальных районах климат высокогорный, континентальный – лето жаркое, а зима холодная. На равнинах средняя температура января  $-5^{\circ}\text{C}$ , июля  $+25^{\circ}\text{C}$ ; в среднегорьях (1000–1500 м над у. м.)  $-10^{\circ}\text{C}$  и  $+20^{\circ}\text{C}$ , на высотах от 1500 до 2000 м  $-14$  и  $+16$  соответственно. Минимальное количество осадков в Араратской долине – 200–250 мм в год, в среднегорье – 500 мм, а в высокогорье – 700–900 мм. Наибольшее количество осадков наблюдается в Лорийском и Сюникском марзах,

территория которых в основном покрыта лесами.

На территории Армении имеется около 9480 малых и больших рек, из них 379 имеют длину 10 км и более. Главная река – Аракс с притоком Раздан. В Армении насчитывается свыше 100 озер, самое большое из которых – о. Севан, находящееся на высоте 1900 м над у. м. – крупнейший во всем Закавказье источник пресной воды и единственный рыбопромысловый район республики.

Для сельского хозяйства пригодно около 46,8% территории Армении (Араратская равнина, Ширакская равнина и др. земли). Выращиваются хлопок, виноград, миндаль, оливки, зерновые, овощи. Пастбища и сенокосы занимают около 28% всей территории. В 2014 г. обрабатывалось около 74% пригодных для сельского хозяйства земель страны (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Армения>).

Флора Армении очень своеобразна и удивительно насыщена видами и различными формами растений. Здесь растет около 3500 видов, т. е. половина видового состава растений всего Кавказа и почти в три раза более видов, растущих в трех республиках Прибалтики, вместе взятых.

Причиной тому является сложность и многообразие рельефа, почв и климата Армении, ее расположения на стыке совершенно различных флористических провинций: умеренно влажной Кавказской и засушливых – Центрально-Анатолийской и Армено-Иранской. По территории Армении проходят северные, западные, восточные и южные границы ареалов многих видов. Что очень интересно: именно по краю ареала охотников за растениями могут ждать всевозможные сюрпризы.

Не последнюю роль в биоразнообразии Армении играет повсеместная высокая сейсмичность республики. Землетрясения обычно сопровождаются рядом таких явлений, как усиление гамма радиации, увеличение

концентрации радиоактивных изотопов радона в воде, солей тяжелых металлов и др., что вызывает мутагенез и увеличивает число хромосомных aberrаций, это в свою очередь стимулирует процессы видообразования и появления неозндемиком (<http://www.tb.am/ru/armenia/nature/flora/>).

Мобилизация генетических ресурсов растений – приоритетная задача ВИР (Smekalova et al., 2013; Artemyeva et al., 2016). С 1997 г. сотрудниками ВИР было проведено семь экспедиционных обследований Республики Армения, собраны преимущественно дикорастущих салатов и шпинатов (участники Т. Н. Смекалова, С. В. Булынец, В. А. Бортников и др.) и зерновых культур (Kovaleva et al., 2013).

Цель проведенной в 2017 г. экспедиции по Республике Армения – сбор местных образцов овощных, бахчевых и зернобобовых культур. Задачами экспедиции являлось изучение ассортимента и сортифта рынков, сельскохозяйственных магазинов, фермерских полей и обследование территорий ряда марзов Республики в соответствии с разработанным маршрутом.

### Маршрут экспедиции. Методика сбора материала

Экспедиция по Республике Армения проходила в период с 24 августа по 3 сентября 2017 года. Маршрут экспедиции включал изучение ассортимента рынков и сельскохозяйственных магазинов города Ереван и обследование территорий центральной, южной и северной частей Республики Армения, а именно: Араратского, Вайоцзорского, Сюникского, Котайкского, Тавушского, Гехаркуникского, Арагацотнского, Армавирского и Лорийского марзов. Высота над уровнем моря варьировала от 755 м (северная окраина г. Иджеван, Иджеванский р-н, Тавушский марз) до 2248 м (станция канатной дороги, г. Цахкадзор, Разданский район, Котайлский марз). Продолжительность экспедиции составила 11 полевых дней, общий маршрут – около 2800 км.

Сбор плодов бахчевых и овощных культур осуществлялся в местах их культивирования, хранения и продажи. Семена приобретались на рынках, у фермеров и в специализированных магазинах семян (рис. 1).



Рис. 1. Получение образцов огурца, томата и фасоли от частного фермера  
Fig. 1. Obtaining cucumber, tomato and common bean samples from a private farmer

## Результаты

Выяснено, что большой популярностью у местного населения пользуются такие культуры, как фасоль, томат, лук репчатый, перец сладкий и острый, пряно-вкусовые и бахчевые. У фермеров отмечено большое разнообразие сортов, получаемых из собственных семян. Образцы фасоли, собранные на рынках и у частных овощеводов, разнообразны по окраске – белая, коричнево-белая, светло-бежевая с фиолетовыми пятнами, светло-бежевая с зеленовато-коричневыми полосками, фиолетовая с белыми пятнами, коричнево-фиолетовая с черными пятнышками, темно-коричневая с фиолетовыми пятнышками, темно-фиолетовая с белым, темно-фиолетовая, ярко-фиолетовая, черная. Форма боба обычная или уплощенная (1 образец).

Сортимент овощных и бахчевых культур Армении представлен в основном местными и селекционными армянскими сортами (Научный Центр овощебахчевых и технических культур. Армения, Арагатский марз, Масисский р-н, село Даракерт), в меньшей степени семенами российских фирм («Гавриш», «Лидер», «Седек», «Аэлита», «Семко»),

а также голландскими, японскими, итальянскими, турецкими, датскими, украинскими («Семена Украины»).

За время экспедиции обследовано 49 сайтов. Всего собрано и доставлено в ВИР 415 образцов (табл. 1). Среди собранного материала 280 образцов овощных культур (томат, лук репчатый, кориандр, укроп, базилик, редис, огурец, перец сладкий и др.), а также зернобобовые (фасоль и др.) – 70, бахчевые – 37, масличные и прядильные – 14, дикие виды – 12, люцерна – 2 (один из них дикий).

В настоящее время использование диких родичей культурных растений является актуальным направлением в селекции, поэтому в ходе экспедиции помимо культурных образцов были собраны дикорастущие родичи культурного салата: салат восточный *Lactuca orientalis* (Boiss.) Boiss. и салат грузинский *Lactuca georgica* Grossh., шпинат четырехтычинковый *Spinacia tetrandra* Steven, виды щавеля *Rumex* sp., дикой моркови *Daucus carota* L., спаржи *Asparagus* sp., люцерны *Medicago sativa* L., эспарцета *Onobrychis* sp., а также мака *Papaver somniferum* L. и гунделии *Gundelia tournefortii* L.

**Таблица 1. Перечень образцов, собранных в ходе экспедиции по Армении, август – сентябрь 2017 г.**

**Table 1. List of samples collected during the expedition in Armenia, August – September 2017**

Культура	Количество образцов	Культура	Количество образцов
<b>Овощные</b>			
Томат	25	Пажитник сеной	3
Лук репчатый	18	Редька белая	3
Кориандр	17	Свекла сахарная	2
Укроп	14	Перец полуострый	2
Базилик	14	Лук-порей	2
Редис	14	Брокколи	2
Огурец	13	Зира	2
Перец сладкий	12	Редька черная	2
Петрушка	11	Чеснок	2
Свекла столовая	11	Цикорий	2
Морковь	10	Щавель	1
Перец острый	10	Крапива	1
Салат	10	Капуста брюссельская	1
Кресс-салат	9	Капуста цветная	1

Культура	Количество образцов	Культура	Количество образцов
Сельдерей	9	Анис	1
Баклажан	9	Горчица	1
Кабачок	7	Портулак	1
Бамия	6	Подорожник	1
Чабер	6	Репа	1
Капуста белокочанная	6	Фенхель	1
Шпинат	4	Эстрагон	1
Свекла кормовая	3		
<b>Бахчевые</b>		<b>Зернобобовые</b>	
Дыня	19	Фасоль	58
Тыква	13	Вигна	5
Арбуз	5	Чечевица	3
<b>Дикие родичи</b>		Нут	3
Салат	2	Бобы	1
Щавель	2	<b>Масличные и прядильные</b>	
Люцерна	1	Конопля	4
Гунделия	1	Кукуруза	4
Шпинат	1	Подсолнечник	3
Морковь	1	Лен	2
Эспарцет	1	Соя	1
Спаржа	1	<b>Кормовые</b>	
Зонтичное растение	1	Люцерна	1
Мак	1		
Всего собрано 415 образцов.			

Наибольшее количество образцов было собрано у фермеров на городском рынке «ГУМ» (г. Ереван), на рынке г. Вагаршапат (Эчмиадзин), у овощеводов в Вайкском районе Вайоцзорского марза и Сисианском районе Сюникского марза. Фермер-селекционер Симон Джамалян (село Грибоедов, Армавирский марз, Эчмиадзинский р-н) предоставил семена размножаемых им овощных культур и семена иранского происхождения. Среди сортов его селекции выделяются устойчивые к болезням короткоплодные огурцы для пленочных теплиц, исключительно продуктивные сорта перца острого, полудетерминантный крупноплодный сорт томата, два высокопродуктивных кустовых сорта базилика с темно-фиолетовой окраской листьев и ярким ароматом.

Основное разнообразие овощных, бахчевых и зернобобовых культур (табл. 2) приурочено к юго-восточной, юго-западной, а также центральной (Котайский марз) части Армении. Следует отметить, что из 58 собранных образцов фасоли 20 были выращены в Сюникском марзе, 11 – в Котайкском марзе и 9 – в Вайоцзорском. На территории Араратского марза были выращены более 50% образцов дыни и почти 25% образцов томата, собранных в процессе экспедиции.

**Таблица 2. Районы разнообразия овощебахчевых и зернобобовых культур Армении**  
**Table 2. Areas with a diversity of vegetables, cucurbits and grain legumes in Armenia.**

Место выращивания образца, марз, р-н	Регион Армении	Количество образцов
Сюникский	Ю-В	78 (фасоль – 20, чабер – 3)
Вайоцзорский	Ю-В	63 (нут – 3, фасоль – 9)
Армавирский	Ю-З	52
Котайкский	Центральная часть	50 (фасоль – 11)
Араратский	Ю-В	46 (дыня – 10, томат – 7)
Тавушский	С-В	33

Место выращивания образца, марз, р-н	Регион Армении	Количество образцов
Лорийский	С	14
Г. Ереван, р-н Эребуни	Центральная часть	11
Гехаркуникский	В	4
Арагацотнский	З	2
Г. Ереван, р-н Нубарашен	Центральная часть	2
Ширакский	С-З	2

Собранный в ходе экспедиции материал достаточно разнообразен по морфологическим характеристикам растений. Были собраны сорта томата с плодами самых различных размеров, от черри до гигантских, с округлой, овальной и удлиненооформленной формой плода, гладкой и ребристой поверхностью; сорта лука репчатого округлой и удлинено-овальной формы с красной, розово-красной, желтой и белой окраской наружных чешуй; кориандра с широкими и узкими листьями.

Повсеместно в Армении выращивается базилик; отмечено широкое разнообразие местного материала по окраске листа: от светло-фиолетового до темно-фиолетового, зеленого и зеленовато-фиолетового, по размерам и габитусу растений. Собраны сорта редиса с удлиненной и округлой формой корнеплода, белой и красной окраски, а также сорта белой и черной редьки.

Распространены короткоплодные огурцы, гладкие и бугорчатые; морковь некрупная, причем наибольшее распространение получили сорта сортогруппы Нантская, а также местные ширококонические сорта желтой и фиолетовой окраски. Выращиваются крупнолистные формы кресс-салата с рассеченными, лопастными и цельными листьями; баклажаны округлые и удлинено-овальные, фиолетовые и пестрые. Широко возделывается бамя с черными и зелеными семенами. В ходе экспедиции собрано все разнообразие форм перца сладкого: округлой, округло-плоской, кубовидной, конической, ширококонической, удлиненной, цилиндрической.

Среди капустных культур наиболее распространена скороспелая и среднеспелая белокочанная капуста, которую выращивают на севере Армении, хотя ограниченно возделывают также цветную, брюссельскую капусту и брокколи.

Собраны образцы бахчевых культур: некрупные местные сорта дыни округлой, овальной, удлиненной формы, с сеточкой и гладкие, с окраской мякоти насыщенно

желтого, желтого и белого цвета; длинно-плетистые сорта тыквы с плодами гладкими и ребристыми, зеленоватыми, желтыми и оранжевыми. Собраны образцы подсолнечника с черными и светло-окрашенными семенами, кукуруза с красными и желтыми семенами.

Среди собранных образцов следует особенно отметить следующие: крупный бледно-зеленоватый кабачок с крупными белыми семенами – возможно, потомство от гибрида с тыквой (Вайоцзорский марз, Вайкский р-н, село Сараван); фасоль нарядной коричнево-белой окраски (Иджеванский р-н, село Хаштарак); крупную уплощенную фасоль, бело-темно-фиолетовую (Армавирский марз, с. Самагар). Томат, называемый местными жителями «Лолик», отличается интересной формой плода (рис. 2) – он удлинённый, уплощенный, с двумя продольными канавками (бороздками).

Томат сорта 'Нвер' – необыкновенно урожайный, с округло-плоскими красными мясистыми плодами массой около 400 г. Дыня, приобретенная на рынке г. Вагаршапат (Эчмиадзин), отличалась очень хрустящей мякотью и высокими вкусовыми качествами. Были собраны семена белой столовой свеклы со съедобными салатными листьями.

При обследовании участков фермеров и овощеводов было отмечено, что все растения отличаются высокой жаростойкостью и засухоустойчивостью и в очень малой степени поражены заболеваниями, характерными для окончания вегетационного периода.

Коллекция ВИР пополнилась новым видом (образцом) дикого родича культурных растений – гунделией. *Gundelia tournefortii* – растение из сем. Астровые. Произрастает в пустынных областях Сирии, Израиля, Иордании, Ирана, Ирака, Азербайджана и Армении. *Gundelia tournefortii* съедобна в марте, в стадии проростка. Летом растение засыхает, на нем появляются шипы. В конце лета оно цветет,

семена разносятся ветром. Арабские народы используют гунделию в качестве пищи, а также в медицинских целях. Ее можно встретить на рынках Турции, Палестины, Сирии. В Израиле является распро-

страненным блюдо из гунделии и рубленого мяса, жаренного на оливковом масле с лимонным соком (<https://xzsad.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1781201>).



**Рис. 2. Плоды томата «Лолик»**  
**Fig. 2. Fruits of the tomato cv. Lolik.**  
**Fig. 2. Fruits of tomato «Lolik»**

### Заключение

В результате проведенной в 2017 году экспедиции по территории Республики Армения коллекция ВИР пополнилась

новыми образцами овощных, бахчевых, зернобобовых, масличных и прядильных культур, а также их дикими родичами, которые могут быть успешно использованы для селекционной работы.

### References/Литература

Artemyeva A. M., Zvereva O. A., Kozhanova T. N., Korniyukhin D. L., Piskunova T. M., Smekalova T. N., Chukhina I. G., Bagmet L. A. Mobilization of vegetable and cucurbit crop genetic resources in the 21<sup>st</sup> century // Proceedings on applied botany, genetics and breeding, vol. 177, iss. 2 pp. 5–21 [in Russian] (Артемьева А. М., Зверева О. А., Кожанова Т. Н., Корнюхин Д. Л., Пискунова Т. М., Смекалова Т. Н., Чухина И. Г., Багмет Л. А. Мобилизация генетических ресурсов овощных и бахчевых культур в XXI веке // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016. Т. 177, вып. 2. С. 5–21).

Kovaleva O. N., Brykova A. N., Arutunyan M., Hovhannisyann M., Milyan G., Tsujimoto H., Nishida H. Mobilization of genetic resources of cereal crops in the territory of Armenia // Proceedings on applied botany, genetics and breeding, 2013, vol. 172, pp. 52–58 [in Russian] (Ковалева О. Н., Брыкова А. Н., Арутюнян М., Ховханесян М., Милян Г., Тсужимото Н., Нishida Н. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 172. С. 52–58).  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Армения>  
<http://www.atb.am/ru/armenia/nature/flora/>  
<https://xzsad.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1781201>

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-13-22

УДК 581.9:631.526:571.61

А. Б. Курина<sup>1</sup>,  
Д. Л. Корнюхин<sup>1</sup>,  
П. А. Чебукин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный  
исследовательский центр  
Всероссийский институт  
генетических ресурсов растений  
имени Н. И. Вавилова,  
190000  
Россия,  
Санкт-Петербург,  
ул. Б. Морская, д. 42, 44  
e-mail: nastya\_n11@mail.ru,  
dkor@list.ru  
<sup>2</sup> ГНУ филиал Дальневосточная  
опытная станция ВИР, 690024  
Владивосток, ул. Вавилова 9,  
Россия,  
e-mail: chebukin@rambler.ru

**Ключевые слова:**

род *Lactuca* L., овощные  
растения, мобилизация,  
дикие родичи культурных  
растений

**Поступление:**

29.12.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО И ХАБАРОВСКОГО КРАЕВ РФ В ЦЕЛЯХ МОБИЛИЗАЦИИ ДИКИХ ВИДОВ РОДА *LACTUCA* L., ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В 2017 ГОДУ

**Актуальность.** Приморский край представляет собой одну из наиболее богатых во флористическом отношении территорий РФ и Дальнего Востока.

Здесь встречаются не менее 16 видов растений, исторически описанных как виды рода *Lactuca* L. В настоящее время только три из них однозначно относят к роду *Lactuca*, остальные – либо к роду *Lactuca*, либо к близким родам *Mulgedium* Cass., *Ixeridum* Cass., *Paraixeris* Nakai, *Pterocypsela* Shih, *Nabulus* Cass. Дикие салаты используются в селекции салата посевного *Lactuca sativa* L. на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам. Представляется актуальным поиск и сбор диких видов рода *Lactuca*, а также образцов овощных и бахчевых культур, длительное время возделываемых на обследованной территории и приспособленных к местным условиям, с целью пополнения коллекции генетических ресурсов овощных и бахчевых культур ВИР. **Маршрут и методика сбора материала.** Маршрут протяженностью около 3200 км проходил через юго-восточные и южные районы Приморского края, западную часть края вдоль границы с Северной Кореей и Китаем (движение с юга на север) и юго-западной части Хабаровского края вдоль границы с Китаем. Самой северной обследованной точкой был район села Анастасьевка (Хабаровский край). Сборы осуществлялись через каждые 15–20 км. **Результаты.** В ходе экспедиции по территории Приморского края в 2017 году было собрано 453 образца восьми видов рода *Lactuca*. Местом их произрастания были участки вдоль дорог, опушки, рудеральные зоны и окрестности населенных пунктов. *L. indica* L. встречалась повсеместно на протяжении всего маршрута. *L. serriola* L. встречалась в окрестностях населенных пунктов, реже вдоль дорог. *L. raddeana* Maxim. была приурочена к каменистой почве, произрастая на берегах рек, каменистых обрывистых склонах, галечниках, на участках, затронутых паводками. *L. tatarica* (L.) C.A. Mey и *L. sibirica* (L.) Benth. ex Maxim. встречались вдоль дорог и по краям полей в непосредственной близости от воды, преимущественно на западе и на севере обследованной территории, в долинах рек Уссури и Бикин, в прибрежной зоне озера Ханка. Довольно редко встречался *L. triangulata* Maxim. Растения произрастали только под пологом леса, на лесных опушках и полянах, вдоль лесных дорог. Самыми редкими (единичными) находками были *L. saligna* L. и *L. denticulata* (Houtt.) Maxim. Они произрастали, в основном, на каменистых почвах (карьеры, склоны). Приобретено на рынках 243 образца овощных, бахчевых и других культур, собрано в природе 94 образца дикорастущих родичей культурных растений.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-13-22

A. B. Kurina<sup>1</sup>  
D. L. Kornukhin<sup>1</sup>,  
P. A. Chebukin<sup>2</sup>

N. I. Vavilov All-Russian Institute  
of Plant Genetic Resources,  
42, 44 Bolshaya Morskaya St.,  
St. Petersburg,  
190000, Russia,  
e-mail: nastya\_n11@mail.ru,  
dkor@list.ru

<sup>2</sup>Far East Experiment Station of  
VIR, 9, Vavilov St., Vladivostok,  
690024, Russia  
e-mail: chebukin@rambler.ru

**Key words:**

*Lactuca L.*, vegetable crops,  
collecting, crop wild relatives.

**Received:**

29.12.2017

**Accepted:**

21.03.2018

ORIGINAL ARTICLE

**EXPLORATION AND COLLECTING OF WILD *LACTUCA L.* SPECIES, VEGETABLE AND CUCURBIT CROP GENETIC RESOURCES IN PRIMORSKY AND KHABAROVSK REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN 2017**

**Background.** The territory of Primorsky and Khabarovsk Regions is one of the most interesting areas of the Russian Federation and the Russian Far East because of the richness of the local endemic vegetation. Historically, nearly 16 different *Lactuca L.* species were described in this area. Nowadays, only three of them are considered to be the proper members of the genus *Lactuca L.* The rest of them are attributed either to *Lactuca L.* or the related genera *Mulgedium Cass.*, *Ixeridum Cass.*, *Paraixeris Nakai*, *Pterocypsela Shih* or *Nabalus Cass.* Wild *Lactuca spp.* are used as a source of genes for breeding, especially for abiotic and biotic resistance. In the authors' opinion, gathering wild lettuces together with locally adapted vegetable crops and cucurbits which can bear some valuable traits for breeding in order to replenish the Vavilov Institute's collection of plant genetic resources can be a topical goal for collecting missions. **Results.** *Lactuca indica L.* occurred everywhere. Typical habitats of this species were sites near the roads, edges of the forests, ruderal places, and vicinities of settlements. *L. serriola L.* samples were found mostly around settlements or, less often, along the roads. *L. raddeana Maxim.* samples preferred to grow in stony soil; they were found near rivers, on rocky slopes, pebbles, and in areas previously flooded by rivers. *L. tatarica (L.) C.A. Mey* and *L. sibirica (L.) Benth. ex Maxim.* were collected along the roads and field edges close to the water. Those two species were found mainly in the northern and western parts of the explored area, in the valleys of the Ussuri and Bikin Rivers, and also near Lake Hanka. Samples of *L. triangulata Maxim.* were quite rare. This species grows only in forests, at forest edges, on glades, along forest roads. Finally, only a few samples of *L. saligna L.* and *L. denticulata (Houtt.) Maxim.* were collected. Plants of this rare species tend to grow in rocky habitats (slopes and open pits). Also, 243 samples of vegetable crops and cucurbits were purchased at the local markets, and 94 samples of crop wild relatives were collected in wild nature.

## Введение

Приморский край входит в состав Дальневосточного федерального округа. Он расположен на юге Дальнего Востока, в юго-восточной части России (РФ). На севере граничит с Хабаровским краем, на западе с КНР, на юго-западе с КНДР, с юга и востока омывается Японским морем.

Максимальная протяженность края (от устья реки Туманной до истоков реки Самарги) около 900 км. Наибольшая ширина (от долины реки Уссури до побережья Японского моря) около 280 км. Общая протяженность границ края 3000 км, из них морские около 1500 км (Baklanov, 2000).

По характеру рельефа Приморский край – в основном горная страна (Baklanov, 2000). Только около 1/5 территории приходится на низменные межгорные впадины и долины рек. Самая большая низменность – Уссурийско-Ханкайская, или Приханкай-ская равнина, которая занимает около 20% площади. Около 4/5 территории Приморского края занято хребтами горной страны Сихотэ-Алинь, протянувшейся с северо-востока на юго-запад. Хребет состоит из многочисленных горных гряд, переплетающихся между собой и отдельных возвышенностей. Сихотэ-Алинь можно рассматривать как систему хребтов, простирающихся параллельно побережью Японского моря. Наивысшие вершины хребта: гора Аник – 1933 м н. у. м., Облачная – 1855 м н. у. м., Высокая – 1746 м н.у.м., Снежная – 1684 м н.у.м.

Разнообразие рельефа Приморского края сочетается с разнообразием климата. Климат Приморского края умеренный, муссонный с жарким влажным летом и сухой холодной зимой. Приморье относится к зоне избыточного увлажнения, что связано с обильными дождями. Характерной особенностью является не только широтность измене-

ния климатических условий, но и в долготном, что связано с Сихотэ-Алиньскими горами. Западная часть характеризуется более сухим и жарким климатом, в горах прохладно и выпадает максимальное количество осадков, а восточная и южная части имеют сильное влияние Тихого океана и холодного Приморского течения, что обуславливает довольно низкие температуры летом и более высокие зимой, а также частые туманы и морозящие дожди. Весна в Приморье затяжная, нередко ветреная и пасмурная. Лето и осень в регион приходят с запозданием, что связано с влиянием океана. Осень теплая, сухая, солнечная. Зима же холодная для столь низких широт, что связано с влиянием, прежде всего зимнего муссона приносящего из глубин континента холодный воздух (Baklanov, 1997).

Обилие влаги в летнее время способствует развитию мощного растительного покрова. Продолжительность безморозного периода (150–200 дней) способствует вызреванию не только обычных для Российской Федерации культур, но и риса, сои, винограда и других теплолюбивых растений. Очень хорошо в таком климате произрастают огородные культуры, причем местные сорта огурцов и томатов, капусты, редиса благодаря большому количеству влаги значительно крупнее, чем в западных областях. Что же касается плодово-ягодных культур, то наилучшим доказательством возможности их выращивания в Приморском крае является обилие в Уссурийской тайге дикорастущих плодовых деревьев, в том числе абрикоса и винограда (Baklanov, 1997, 2000).

В связи с разнообразием рельефа можно отметить различие в характере почвенного покрова. Например, в Приханкайской низменности большей частью преобладают дерново-подзолистые, болотные и серые лесные

почвы, однако встречаются также осолоделые луговые. А в предгорьях, на западных и южных склонах Сихотэ-Алиня наиболее распространены серые лесные и бурые лесные оподзоленные почвы. В верхнем поясе центральных и северо-восточных хребтов Сихотэ-Алиня широко развиты горные подзолистые почвы, а выше верхней границы леса распространены горно-тундровые почвы. Плодородные наносные почвы встречаются в долинах рек (Ostachuk, 2005).

Приморский край представляет собой одну из наиболее богатых во флористическом отношении территорий РФ и Дальнего Востока (Kozhevnikov, Kozhevnikova, 2014). Южные районы Дальнего Востока (Приморский край, юг Хабаровского края, юго-восток Амурской области, Южный Сахалин и южная часть Курильского архипелага) расположены на северной окраине Восточноазиатской флористической области, которая охватывает обширную часть территории Восточной Азии, выделяющейся обилием эндемичных, преимущественно моно- или олиготипных семейств семенных растений, а также реликтовых растений, сохранившихся на этой территории с третичного времени. Именно в этой части Дальнего Востока встречаются представители ряда семейств, характерных для субтропических и тропических областей Восточной Азии и отсутствующих в других регионах РФ (Kozhevnikov, 1998; Kiselev, Kudryavtseva, 1998). В настоящее время специальной флористической сводки по Приморскому краю нет, оценить богатство его флоры можно лишь приблизительно, основываясь на флористических сводках по Дальнему Востоку в целом (Voroshilov, 1966, Kharkevic, 1985–1996). Общее богатство флоры Дальнего Востока можно оценить в 4200–4500 видов из 950–980 родов и 168 семейств, а Приморского края – в 2200–2500 видов из 800 родов и 168 семейств (Kozhevnikov, 1998).

Высокий уровень таксономического разнообразия и принципиальные особенности флоры Приморского края определяются, в первую очередь, характером положения его территории. Она находится на стыке двух крупнейших фитохорий Голарктики (холодных и умеренных областей Северного полушария) – Циркумбореальной и Восточноазиатской флористических областей (Takhtadzhyan, 1978).

Значительной уникальностью характеризуется и набор выращиваемых здесь культурных растений, что также обусловлено рядом причин. В первую очередь, это удаленность многих населенных пунктов от больших городов, что влечет за собой вынужденную относительную изоляцию проживающего в них местного населения. Поэтому местным населением возделываются культурные растения старой селекции, иногда передающиеся в семьях из поколения в поколение и формирующие свои сортовые качества путем многолетнего отбора (Smekalova, et al., 2013).

Слабо развитая инфраструктура удаленных населенных пунктов способствовала развитию местной «народной» селекции и поддержанию в культуре сортов народной селекции овощных, кормовых, плодовых, зернобобовых и декоративных растений. Такие сортовые популяции адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, устойчивы к неблагоприятным факторам среды, болезням и вредителям. Кроме того, территория Приморского края неоднократно в разные годы массированно заселялась переселенцами из других регионов страны, причем самая значительная часть переселенцев – из различных областей Украины, много переселенцев из Китая, Кореи (Smekalova, et al., 2013).

В настоящее время ученые всего мира активно исследуют и привлекают в селекцию дикие формы родичей культурных растений. Современные методы селекции салата полностью

основаны на использовании диких видов (Lebeda, et al., 2004). Дикие виды используются в селекции салата посевного *Lactuca sativa* L. на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам, например, *L. saligna* L. в качестве донора устойчивости к вирусу мозаики, *L. serriola* L. – к пероноспорозу. Большинство современных кочанных хрустяще-листных сортов создано с использованием *L. virosa* L. с геном высокой облиственности – донора устойчивости к вирусной желтухе, ложной мучнистой росе, антракнозу, черномородиновой тле, опробковению корня (Artemyeva, et al., 2016).

Первое экспедиционное обследование в Приморском крае по сбору диких видов *Lactuca*, овощных и бахчевых культур было проведено в 2016 г. (Ushakof, et al., 2016). Однако из-за плохих погодных условий не удалось обследовать все запланированные районы, что сделало целесообразным проведение повторной экспедиции по Приморскому краю.

Целью экспедиции 2017 года по Приморскому и Хабаровскому краю были поиск и сбор семенного материала диких видов *Lactuca*, а также овощных и бахчевых культур и их диких родичей.

В задачи данной экспедиции входило:

1. Сбор семян местных дикорастущих представителей рода *Lactuca*;

2. Сбор семян диких родичей других овощных культур, произрастающих на территории Приморского края РФ;

3. Сбор семян овощных и бахчевых культур, возделываемых на территории Приморского края РФ.

#### **Маршрут экспедиции.**

#### **Методика сбора материала**

Экспедиция ВИР на территории Приморского края и юго-западной части Хабаровского края проходила с 25 августа по 11 сентября 2017 г. Маршрут был проложен на основании изученной

литературы о возможных местах произрастания диких салатов в Приморском и Хабаровском краях. Учитывались эмпирические знания ученых Дальневосточной опытной станции ВИР о местной флоре, о проходимости и рельефе местности. Маршрут протяженностью около 3200 км проходил через юго-восточные и южные районы Приморского края, западную часть края вдоль границы с Северной Кореей и Китаем (движение с юга на север) и юго-западной части Хабаровского края вдоль границы с Китаем. Самой северной обследованной точкой был район села Анастасьевка (Хабаровский край). Экспедиция осуществлялась, главным образом, по дорогам с асфальтовым либо с грунтовым покрытием, без удаления от дорог вглубь территории больше чем на два километра. Сборы осуществлялись через каждые 15–20 км. Для представителей рода *Lactuca* характерны либо автогамия, либо гетерогамия по типу энтомофилии. Минимальное расстояние между точками сбора было выбрано с учетом поведения насекомых-опылителей. Пчелы могут летать за взятком на расстояние 13–14 км в открытой неорошаемой местности. (Eckert, 1933). Предположили, что выбранное расстояние в 15–20 км достаточно для изолированного произрастания популяций дикорастущего салата.

Во время экспедиции были обследованы фитоценозы таежной лесной зоны, долин рек, карьеров, лугов, окрестностей населенных пунктов и прибрежной зоны Тихого океана. Проведен сбор образцов культурных растений в деревнях, на придорожных рынках и торговых точках. Географическое и экологическое разнообразие мест сбора предполагает генетическое разнообразие собранного материала, что очень важно для коллекции ВИР.



**Рисунок. Маршрут экспедиции по Приморскому и Хабаровскому краям в 2017 г. (точки сбора – сайты)**

**Figure. The route of the collecting mission over the territory of Primorsky and Khabarovsk Regions in 2017 (collecting sites)**

**Fig. Route of collecting mission on the territory of Primorsky and Khabarovsk region in 2017 (collecting points)**

### Результаты

В результате экспедиции было обследовано 158 мест (рисунок), собраны семена и живые растения (790 образцов).

До начала планомерных сборов последних лет в коллекции ВИР находились образцы десяти диких видов салата: *L. altaica* Fisch. et C.A. Mey; *L. dregeana* DC.; *L. livida* Boiss. et Reut.; *L. perennis* L.; *L. quercina* L.; *L. saligna*; *L. scariola* L.; *L. serriola*; *L. viminea* J. Presl et C. Presl subsp. *chondrilliflora* (Boreau) Bormier.; *L. virosa* (Artemyeva, et al., 2016).

Приморский край является перспективным регионом для сбора и привлечения в коллекцию генетических ресурсов родичей культурного салата. Однако экспедиции, проведенные в

последнее годы (Sabitov et al., 2014, Vishnyakova et al., 2014a, Vishnyakova et al., 2014b, Artemyeva et al., 2016), собирали преимущественно зерно-бобовые, плодовые, ягодные культуры и их диких родичей. В ходе нашего экспедиционного обследования Приморского и Хабаровского краев удалось идентифицировать и собрать 8 дикорастущих видов рода *Lactuca* в количестве 453 образцов (табл. 1).

*L. indica* L. встречалась повсеместно по маршруту экспедиции. Обычным местом их произрастания были участки вдоль дорог, опушки, рудеральные зоны и окрестности населенных пунктов. *L. serriola* встречалась в основном в окрестностях населенных пунктов, реже вдоль дорог. *L. raddeana* Maxim. имела приуроченность к каменистой почве. Чаще всего они обнаруживались на

берегах рек, каменистых обрывистых склонах, галечниках, а также на участках, затронутых паводками. *L. tatarica* (L.) C.A. Mey и *L. sibirica* (L.) Benth. ex Maxim. встречались, в основном, вдоль дорог и по краям полей в непосредственной близости воды. Эти виды были более редкими на обследованной территории, и они произрастали преимущественно на западе и на севере обследованной территории. Большая часть была собрана в долинах рек Уссури и Бикин, также в прибрежной зоне о. Ханка. Довольно редко встречалась *L. triangulata*. Растения произрастали только под пологом леса, на лесных опушках и полянах, вдоль лесных дорог. Самыми редкими (единичными) находками были *L. saligna* и *L. denticulata*. Они произрастали, в основном, на каменистых почвах (карьеры, склоны).

Таблица 1. Дикорастущие виды рода *Lactuca* L., собранные в экспедиции по Приморскому и Хабаровскому краям в 2017 г.

Table 1. Wilde *Lactuca* L. spp. gathered during the collecting mission over the territory of Primorsky and Khabarovsk Regions in 2017

№	Вид	Количество образцов
1	<i>L. indica</i> L. syn <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C. Shih	292
2	<i>L. serriola</i> L.	70
3	<i>L. raddeana</i> Maxim. syn. <i>Pterocypsela raddeana</i> (Maxim.) C. Shih	35
4	<i>L. sibirica</i> (L.) Benth. ex Maxim. syn. <i>Mulgedium sibiricum</i> (L.) Cass. ex Less.	23
5	<i>L. tatarica</i> (L.) C.A. Mey syn. <i>Mulgedium tataricum</i> (L.) DC.	12
6	<i>L. triangulata</i> Maxim. syn. <i>Pterocypsela triangulate</i> (Maxim.) C. Shih	7
7	<i>L. saligna</i> L.	4
8	<i>L. denticulata</i> (Houtt.) Maxim. syn. <i>Paraixeris denticulata</i> (Houtt.) Nakai	1
9	<i>Lactuca</i> sp.	9
	Общий итог	453

В ботанической литературе, посвященной Дальнему Востоку (Voroshilov, 1982; Kharkevich, 1992), приведены описания видов рода *Lactuca*, произрастающих на данной территории: *L. sativa*, *L. serriola*, *L. saligna*, *L. raddeana*, *L. triangulata*, *L. elata* Hemsl., *L. indica* L., *L. tatarica*, *L. sibirica*, *L. dentata* (Thunb.) Makino, *L. chinensis* (Thunb.) Makino, *L. versicolor* (Fisch.) Sch. Bip. ex Herd, *L. chelidoniifolia* Makino, *L. blinii* Levl. Семь из них нами не были найдены. Эти виды являются либо редкими, либо произрастают на удаленных и изолированных территориях, таких, например, как Курильские острова (Voroshilov, 1966).

Собранный нами материал по роду *Lactuca*, несомненно, в дальнейшем послужит уточнению таксономического

объема рода, поскольку только три вида (*L. sativa*, *L. serriola*, *L. saligna*) все авторы однозначно относят к данному роду. Остальные тринадцать – либо к роду *Lactuca*, либо к близким родам *Mulgedium* Cass., *Ixeridium* Cass., *Paraixeris* Nakai, *Pterocypsela* Shih, *Nabalus* Cass. (см. табл. 1).

Кроме диких представителей рода *Lactuca* было собрано 94 образца дикорастущих видов из родов: *Allium* L. (26), *Asparagus* L. (21), *Fragaria* L. (19), *Cichorium* L. (19), *Brassica* L. (2), *Glycina* Willd. (4), *Lathyrus* L. (3).

Были приобретены семена 230 образцов местных форм и сортов овощных и бахчевых культур (табл. 2).

Кроме овощных культур у местного населения были приобретены образцы земляники (9), стевии (1) и фасоли (3).

**Таблица 2 Овощные и бахчевые культуры, собранные в экспедиции по Приморскому и Хабаровскому краям в 2017 г.**  
**Table 2. Vegetable crops and cucurbits gathered during the collecting mission over the territory of Primorsky and Khabarovsk Regions in 2017**

№	Культура	Количество образцов	№	Культура	Количество образцов
1	Арбуз	16	17	Перец	25
2	Дыня	11	18	Лук-порей	1
3	Тыква	7	19	Лук репчатый	5
4	Кабачок	4	20	Чеснок	5
5	Брокколи	2	21	Редис	10
6	Капуста цветная	2	22	Редька китайская (лоба)	1
7	Капуста белокочанная и краснокочанная	15	23	Редька	1
8	Капуста китайская	1	24	Турнепс	1
9	Кресс-салат	1	25	Репя	2
10	Горчица листовая	1	26	Свекла	8
11	Катран	1	27	Томат	52
12	Огурец	18	28	Руккола	1
13	Базилик	2	29	Укроп	2
14	Баклажан	5	30	Салат	22
15	Морковь	7		Всего	230
16	Спаржа	1			

### Заключение

В результате проведенного экспедиционного обследования на территории Приморского и Хабаровского краев в 2017 году коллекция ВИР пополнилась образцами дикорастущих видов *Lactuca*, *Allium*,

*Asparagus*, *Brassica*, *Glycine* и *Lathyrus*, также овощными и бахчевыми культурами, которые перспективны для включения в селекционную работу. Отмечены точки сбора найденных образцов, определены координаты их местонахождений.

### References/Литература

- Artemyeva A. M., Zvereva O. A., Kozhanova T. N., Korniyukhin D. L., Piskunova T. M., Smekalova T. N., Chukhina I. G., Bagmet L. A. Mobilization of vegetable and cucurbit crop genetic resources in the 21<sup>st</sup> century // Proceedings applied botany, genetics and breeding, 2016, vol. 177, iss. 2, pp. 5–21 [in Russian] (Артемяева А. М., Зверева О. А., Кожанова Т. Н., Корнюхин Д. Л., Пискунова Т. М., Смекалова Т. Н., Чухина И. Г. Багмет Л. А. Мобилизация генетических ресурсов овощных и бахчевых культур в XXI веке // Труды по прикладной ботанике, генетики и селекции. 2016. Т. 177. Вып. 2. С. 5–21).
- Baklanov P. YA. et all. Geographical location of Primorsky region. Geography of the Primorye Territory (Geograficheskoe polozhenie Primorskogo kraja. Geografiya Primorskogo kraja) / Ed. G. K. Kakorina. Vladivostok : Dal`press, 2000, no 2, pp. 5–6 [in Russian] (Бакланов П. Я. и др. Географическое положение Приморского края // В кн.: География Приморского края / Под ред. Г. А. Какориной. 2-е изд. Владивосток: Дальпресс, 2000. С. 5–6).
- Baklanov P. YA. et all. Geography of the Primorye Territory (Geografiya Primorskogo kraja). Vladivostok: Izdatel'stvo "Ussuri", 1997 [in Russian] (Бакланов П. Я. и др. География Приморского края. Владивосток: Издательство «Уссური», 1997).

- Eckert D. E.* The flight range of the honeybee // Journal of agricultural research, 1933, Vol. 47, no. 5, pp. 257-285.
- Vorosholov V. N.* The determinant of plants of the Soviet Far East (Opredelitel rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka) Moscow, 1982, 672 p. [in Russian] (*Ворошилов В. Н.* Определитель растений советского Дальнего Востока. М., 1982. 672 с.).
- Vorosholov V. N.* Flora of the Soviet Far East (Flora sovetskogo Dalnego Vostoka) Moscow: Izd. "Nauka", 1966 [in Russian] (*Ворошилов В. Н.* Флора Советского Дальнего Востока. М.: Изд. «Наука», 1966).
- Kiselev A. N., Kudryavtseva E. P.* Atlas of the Primorye Territory. Vegetation. (Atlas Primorskogo kraia. Rastitelnost'), Vladivostok, 1998, pp. 4–5 [in Russian] (*Киселев А. Н., Кудрявцева Е. П.* Атлас Приморского края. Растительность.: Владивосток.: Изд. «Наука», 1998. С. 4–5).
- Kozhevnikov A. E.* Basic parameters and features of the taxonomic composition of the flora of Primorsky Region (Osnovnye parametry i osobennosti taksonomicheskogo sostava flory Primorskogo kraia) 1998 [in Russian] (*Кожевников А. Е.* Основные параметры и особенности таксономического состава флоры Приморского края // Научно-популярные очерки ученых Дальневосточного отделения РАН / интернет-проект 1998 г. [http://www.fegi.ru/PRIMORYE/BIOLOG\\_Y/param.htm](http://www.fegi.ru/PRIMORYE/BIOLOG_Y/param.htm))
- Kozhevnikov A. E., Kozhevnikova Z. V.* Taxonomical composition and features of the flora of state natural Reserves of primorsky territory (Taksonomicheskiiy sostav i osobennosti prirodnoi flory Primorskogo kraia) 2014 [in Russian] (*Кожевников А. Е., Кожевникова З. В.* Таксономический состав и особенности природной флоры Приморского края // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 7–62).
- Lebeda A. et all.* Geographical distribution of wild *Lactuca* species (Asteraceae, Lactuceae) // The Botanical Review, 2004, vol. 70 (3), pp. 328–56.
- Ostachuk N.* Soil and climatic conditions of our region (Pochvenno-klimaticheskie uslovია nashego kraia) // Arseniev's News (Newspaper), 2005, vol. 3 [in Russian] (*Остачук Н.* Почвенно-климатические условия нашего края. Арсеньевские вести (Газета). 2005. No 3).
- Smekalova T. N., Kornilov A. S., Young Wang Na, Dong Jin Yu.* About the work of the international Russian-South Korean expedition on the territory of the Primorsky Krai in august-september 2007 // Proceedings applied botany, genetics and breeding, 2013, vol. 172, pp. 37–44 [in Russian] (*Смекалова Т. Н., Корнилов А. С., Й. В. На, Д. Дж. Ю.* О работе Международной российско-южнокорейской экспедиции по территории Приморского края в августе–сентябре 2007 года // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 172. С. 37–44).
- Kharkevic S. S.* Sosudistye rasteniya sovetskogo Dalnego Vostoka / Ed. S. S. Kharkevich. Vol. 1–6. Leningrad: Nauka, 1985–1992 [in Russian] (*Харкевич С. С.* Сосудистые растения советского Дальнего Востока / Под. Ред. С. С. Харкевича. Т. 1–6. Л.: Наука, 1985–1992).
- Takhtadzhyan A. L.* Floristic areas of the earth (Floristicheskie oblasti zemli). Leningrad : Nauka, 1978, pp. 57, 248 [in Russian] (*Тахтаджян А. Л.* Флористические области земли. Л.: Наука, 1978. С. 57, 248).
- Ushakov E., Fateev D. et all.* Report of collecting mission at Far East from 25 of August till 15 of September, 2016. (Otchet o provedenii jekspedicii na Dal'nyj Vostok v period s 25 avgusta po 15 sentyabrya 2016 g.). St. Petersburg: VIR, 2016, pp. 1–3 [in Russian] (*Ушаков Е., Фатеев Д.* Отчет о проведении экспедиции на Дальнем Востоке в период с 25 августа по 15 сентября 2016 г. СПб.: ВИР, 2016. С. 1–3).
- Denisov N. I.* Issues concerning protection of vine family (family Vitaceae Juss.) in the Russian Far East // Proseedings on applied botany, genetics and breeding. 2016, vol. 177, iss. 4, pp. 6–17 [in Russian] (*Денисов Н. И.* Вопросы охраны виноградных (Vitaceae Juss.) Российского Дальнего Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016. Т. 177. Вып. 4. С. 6–17).
- Sabitov A. S., Chebukin P. A., Zhang R., Burlyayeva M. O.* Collecting genetic biodiversity of crop wild relatives in the Russian Far East and North-East China (materials of FEES/VIR missions from 2001 to 2013) // Proseedings on applied botany, genetics and breeding. 2014, vol. 175, iss. 4, pp. 28–45 [in Russian]

- (Сабитов А. Ш., Чебукин П. А., Чжан Ц., Бурляева М. О. Мобилизация генетического разнообразия диких родичей культурных растений Дальнего Востока России и Северо-Восточного Китая (по материалам экспедиций ДВОС ВИР 2001–2013 гг.) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2014. Т. 175. Вып. 4. С. 28–45).
- Vishnyakova M. A., Burlyayeva M. O., Alerksandrova T. G., Sabitov A. S., Chebukin P. A. Expedition collectio of tribe *Vicieae* representatives in Russian Federation. Primorsky region // Proseedings on applied botany, genetics and breeding. 2014 a, vol. 175, iss. 1, pp. 22–25 [in Russian] (Вишнякова М. А., Бурляева М. О., Александровская Т. Г., Сабитов А. Ш., Чебукин П. А. Экспедиционные сборы представителей трибы *Vicieae* в Российской Федерации и на сопредельных территориях. Приморский край // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2014 а. Т. 175. Вып. 1. С. 22–25).
- Vishnyakova M. A., Burlyayeva M. O., Alerksandrova T. G., Sabitov A. Sh., Zhang R., Zhang J., Chebukin P. A. Expedition collectiono of tribe *vicieae* representatives in Russian Federationand on the adjacent region and north-eastern China // Proseedings on applied botany, genetics and breeding. 2014 b, vol. 175, iss. 1, pp. 63–67 [in Russian] (Вишнякова М. А., Бурляева М. О., Александровская Т. Г., Сабитов А. Ш., Чжан Ж., Чжан Ц., Чебукин П. А. Экспедиционные сборы представителей трибы *Vicieae* в Российской Федерации и на сопредельных территориях. Хабаровский край и северо-восточный Китай // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2014 б. Т. 175. Вып. 1. С. 63–67).

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-23-31

УДК 634.22:58.055:547.56

**О. А. Гребенникова,  
А. А. Рихтер,  
В. М. Горина**

Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
«Ордена Трудового Красного  
Знамени Никитский  
ботанический сад –  
Национальный научный центр  
РАН», 298648, Россия, Республика  
Крым, г. Ялта, п.г.т. Никита,  
Никитский спуск, 52,  
e-mail:  
oksana.grebennikova@yandex.ru

**Ключевые слова:**

*антоцианы, сорта алычи,  
продолжительность  
солнечного освещения,  
дневные и ночные  
температуры воздуха*

**Поступление:**

12.02.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И  
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА  
НАКОПЛЕНИЕ АНТОЦИАНОВ В ПЛОДАХ СОРТОВ  
АЛЫЧИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ**

**Актуальность.** Антоцианы играют важную роль в обмене веществ в растениях и относятся к ценным природным антиоксидантам. Плоды многих сортов алычи накапливают антоцианы в процессе созревания. Их содержание коррелирует со степенью зрелости и качеством плодов. Необходимо изучить влияние температурного фактора и продолжительности солнечного освещения на биосинтез антоцианов в плодах алычи. **Материалы и методы.** Исследовали и анализировали накопление антиоксидантов в плодах шести сортов алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) различных сроков созревания в течение четырех лет. Содержание антоцианов определяли по известной методике. **Результаты.** Показано, что в период от начала активного накопления антоцианов в плодах сортов алычи до их полной зрелости, продолжительность солнечного освещения прямо связана с показателями дневных и ночных температур воздуха, их суммой и разностью, и может рассматриваться как интегральный показатель, обусловленный температурным режимом суток. Продолжительность солнечного освещения с накоплением антоцианов в плодах связана отрицательной зависимостью:  $r_1 = -0,50^*$ ;  $r_2 = -0,43$ ;  $r_3 = -0,40^*$  при расчете на сырую массу тканей и указывает на возможность биосинтеза этих пигментов при пониженной освещенности или в тени. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния температурного фактора на накопление антоцианов в плодах сортов алычи разных сроков созревания и степени окраски, тогда как продолжительность солнечного освещения связана с ними отрицательной зависимостью, что указывает на возможность биосинтеза этих пигментов при пониженной освещенности.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-23-31

ORIGINAL ARTICLE

O. A. Grebennikova,  
A. A. Richter,  
V. M. Gorina

Nikita Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 52, Nikitsky Spusk, Nikita Town, Yalta, 298648, Republic of Crimea, Russian Federation,  
e-mail:  
oksanagrebennikova@yandex.ru

**Key words:**

*anthocyanins, cherry plum varieties, duration of sunlight, day and night air temperatures*

**Received:**

12.02.2017

**Accepted:**

21.03.2018

## THE EFFECT OF AIR TEMPERATURE AND DURATION OF SOLAR ILLUMINATION ON ANTHOCYANIN ACCUMULATION IN CHERRY PLUM FRUITS WITH VARIOUS MATURATION PERIODS

**Background.** Anthocyanins play an important role in the metabolism of plants and are valuable natural antioxidants. Fruits of many cherry plum varieties accumulate anthocyanins during maturation. Their content correlates with the degree of maturity and the quality of the fruit. It is necessary to study the influence of the temperature factor and the duration of sunlight on the biosynthesis of anthocyanins in cherry plum fruits. **Materials and methods.** For four years, accumulation of antioxidants was studied and analyzed in the fruits of six varieties of cherry plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) with different maturation periods. The content of anthocyanins was measured according to a conventional technique. **Results.** It is shown that during the period from the beginning of active accumulation of anthocyanins in the fruits of the varieties of cherry plum trees to their full maturity, the duration of sunlight is directly related to the day and night air temperatures, their sum and difference, and can be considered as an integral indicator preconditioned by the temperature regime of the day. The duration of sunlight is inversely associated with the accumulation of anthocyanins in fruits:  $r_1 = -0.50^*$ ;  $r_2 = -0.43$ ;  $r_3 = -0.40^*$ , when calculated on the basis of the wet weight of tissues, and indicates the possibility of biosynthesis of these pigments under reduced illumination or in the shade. **Conclusion.** The obtained results testify to the absence of the effect of the temperature factor on the accumulation of anthocyanins in the fruits of cherry plum varieties with different maturation periods and on the degree of coloring, while the duration of sunlight is inversely associated with them, which attests to the possibility of biosynthesis of these pigments under reduced illumination.

**Введение**

Антоцианы представляют интерес для изучения как широко распространенные в растительном мире пигменты. С одной стороны, эти соединения играют важную роль в обмене веществ в растениях, обуславливают защиту хлоропластов от воздействия чрезмерного освещения и влияния UV-B радиации, снижение фотоингибирования и фотовыцветания тканей (Steyn et al., 2002). С другой стороны, антоцианы относятся к важнейшим природным антиоксидантам и обладают Р-витаминной активностью (Einbond et al., 2004).

Многие сорта алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) – ‘Десертная’, ‘Идиллия’, ‘Земляничная’, ‘Красавица’, ‘Крымская Шаровидная’, ‘Комсомолка’ и др. – формируют окраску плодов в последний период перед полной зрелостью, в связи с чем, степень ее интенсивности характеризует стадию созревания (Smykov et al., 1999). Различные оттенки от сине-фиолетовой до малиново-красной окраски связаны с накоплением антоцианов в процессе созревания, содержание которых коррелирует со степенью зрелости и качеством плодов (Steyn et al., 2002).

Основными антоциановыми пигментами плодов алычи являются: цианидин-3-О-галактозид, цианидин-3-О-гликтозид, цианидин-3-О-рутинозид, цианидин-3-О-ацетилгалактозид и цианидин-3-О-арабинозид, среди которых доминирует последний компонент (Gorina et al., 2011; Grebennikova, 2008). Биосинтез этих пигментов обусловлен фенилаланин аммиак-лиазой, активность которой зависит от освещенности, температуры воздуха, регуляторов роста. Стадия зрелости, световая и температурная экспозиции являются основными факторами, влияющими на накопление антоцианов (Reay, Lancaster, 2001).

Цель работы – определить влияние температурного фактора и продолжительности солнечного освещения на накопление антоцианов в плодах алычи.

**Объекты и методы исследования**

В качестве объектов исследования были выбраны плоды алычи сортов ‘Никитская Желтая’, ‘Красномысяя’, ‘Идиллия’, ‘Оленька’, ‘Писсарди Крупноплодная’ и ‘Земляничная’, относящихся к разным срокам созревания. Для выполнения работы были использованы данные 2005–2008 гг. Все сорта алычи произрастают на одном из опытных участков Никитского ботанического сада, расположенном на Южном берегу Крыма в одинаковых почвенно-климатических условиях. Опытный участок находится на высоте 195–200 м н. у. м. на террасах с коричневыми, слабокарбонатными почвами (Kantsayeva, Gorina, 2017). Для данного региона характерен засушливый субтропический климат средиземноморского типа с осенне-зимними осадками и сухим летом (Fursa et al., 2006).

Накопление антоцианов в плодах алычи изучаемых сортов исследовали с 2005 по 2008 гг. в процессе созревания (со второй половины июня до начала августа) через каждые семь дней при достижении плодами различных стадий созревания, определяемых по морфологическим признакам и в зависимости от срока окончания цветения (табл. 1). Погодные особенности годов исследования не оказали существенного влияния на сроки цветения и развития плодов алычи каждого из изучаемых сортов. Исключение составил 2006 год, в котором цветение алычи началось на четыре дня позже многолетнего среднего и дальнейшее замедленное накопление температур воздуха более 10°C привело к запаздыванию прохождения фаз развития плодов алычи примерно на неделю.

Содержание антоцианов определяли по известной методике (Kriventsov, 1982; Richter, 2001). Статистический анализ экспериментальных данных проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0 (Electronic textbook..., 1999).

**Результаты и обсуждение**

Изменение содержания антоцианов в плодах различных сортов алычи в

процессе их созревания свидетельствует об их активном накоплении во второй половине июля (табл. 1).

**Таблица 1. Изменение содержания антоцианов в процессе созревания плодов алычи. Южный берег Крыма (2005–2008 гг.)**  
**Table 1. Change in the content of anthocyanins during the ripening of cherry plum fruits. Southern coast of Crimea (2005–2008)**

Сорт	Год	Дата отбора проб						
		19.06	26.06	3.07	10.07	17.07	24.07	31.07
		Содержание антоцианов, мг/100 г сырого вещества						
Никитская Желтая	2005	0	0	3	3	14	14	–
	2006	0	0	0	3	5	5	–
	2007	0	0	0	0	3	3	–
	2008	0	0	0	3	5	5	–
	X	0	0	0,7	2,3	6,7	6,7	–
	m			1,5	1,5	4,9	4,9	–
Оленька	2005	3	5	11	22	55	132	–
	2006	4	16	16	44	77	82	–
	2007	8	22	27	93	66	77	–
	2008	3	9	11	33	49	60	–
	X	4,5	13,0	16,3	48,0	61,7	87,7	–
	m	2,4	7,5	7,5	31,3	12,4	30,9	–
Идиллия	2005	0	3	11	121	341	550	–
	2006	0	3	11	110	341	352	–
	2007	3	3	14	159	220	311	–
	2008	3	5	33	135	346	396	–
	X	1,5	3,5	17,3	131,3	312	402,3	–
	m	1,7	1,0	10,5	21,1	61,4	104,4	–
Красномясяя	2005	3	16	121	319	759	759	–
	2006	3	16	91	643	921	880	–
	2007	3	33	297	704	891	869	–
	2008	0	25	355	484	594	440	–
	X	2,3	22,5	216,0	537,5	791,3	737,0	–
	m	1,5	8,2	129,8	172,7	149,2	205,4	–
Писсарди Крупноплодная	2005	99	110	143	187	198	242	286
	2006	77	99	110	181	198	181	228
	2007	88	110	110	187	192	220	242
	2008	99	121	159	165	175	198	198
	X	90,7	110,0	130,5	180,0	190,7	210,3	238,5
	m	10,5	8,9	24,6	10,4	10,9	26,5	36,6
Земляничная	2005	0	8	27	110	176	242	561
	2006	0	3	7	110	168	181	451
	2007	0	8	27	82	137	220	297
	2008	0	8	5	27	220	308	330
	X	0	6,8	16,5	82,3	175,3	237,8	409,8
	m		2,5	12,2	39,1	34,3	53,2	120,6

Примечание: X – средняя арифметическая, m – ошибка опыта.

Биосинтез антоцианов в плодах алычи сортов ‘Оленька’ и ‘Идиллия’ начинается в конце июня (26.06), продолжаясь до конца июля (24.07) на протяжении 28 суток. У ‘Никитская Желтая’ (10.07 – 24.07) и ‘Земляничная’ (03.07 – 31.07) биосинтез данных пигментов происходит в июле в течение 14 и 28 суток соответственно. У сортов ‘Красномясяя’ (19.06 – 24.07) и ‘Писсарди Крупноплодная’ (19.06 – 31.07)

процесс аккумуляции антоцианов растянут на 35 и 42 суток соответственно. Средние температуры воздуха в период накопления антоцианов для сортов 'Оленька' и 'Идиллия' варьировали от 21,6 до 36,0°C днем, а в ночное время от 15,6 до 28,0°C; для сорта 'Никитская Желтая' – от 22,9 до 36,0°C днем и от 15,6 до 28,0°C ночью; для сорта 'Земляничная' – от 21,6 до 36,0°C днем и от 15,6 до 28,0°C ночью; для сортов 'Красномаяся' и 'Писсарди Крупноплодная' – от 20,6 до 36,0°C днем и от 14,9 до 28,0°C ночью, за четыре изученных сезона вегетации (табл. 2).

**Таблица 2. Температуры воздуха в дневное и ночное время в периоды накопления антоцианов в плодах алычи различных сортов. Южный берег Крыма (2005–2008 гг.)**

**Table 2. Air temperatures in the daytime and at night during the periods of anthocyanin accumulation by cherry plum fruits of different varieties. Southern coast of Crimea (2005–2008)**

Сорта	Год	Тд		Тн		ПСС	
		min	max	min	max	min	max
Никитская Желтая	2005	25,9	30,8	19,0	23,5	4,0	13,2
	2006	22,9	28,1	17,0	22,1	4,6	13,6
	2007	26,6	36,0	17,5	28,0	6,0	13,7
	2008	25,5	33,3	15,6	23,5	4,3	13,5
Оленька, Идиллия	2005	21,6	30,8	15,9	23,5	1,0	13,5
	2006	21,6	33,0	15,6	24,6	1,0	13,7
	2007	25,0	36,0	17,0	28,0	2,0	13,9
	2008	24,7	33,3	15,6	23,5	4,3	13,7
Красномаяся	2005	20,6	30,8	14,9	23,5	1,0	13,5
	2006	21,6	33,0	15,6	24,6	1,0	13,7
	2007	24,4	36,0	17,0	28,0	2,0	13,9
	2008	24,4	33,3	15,6	23,5	0,6	13,7
Писсарди Крупноплодная	2005	20,6	32,6	14,9	25,9	1,0	13,5
	2006	21,6	33,0	15,6	24,6	1,0	13,7
	2007	24,4	36,0	17,0	28,0	2,0	13,9
	2008	24,4	33,3	15,6	23,6	0,6	13,7
Земляничная	2005	24,2	31,4	16,8	25,9	1,0	13,5
	2006	21,6	30,5	15,6	22,8	1,0	13,7
	2007	25,1	36,0	17,0	28,0	2,0	13,8
	2008	24,7	33,3	15,6	23,6	4,3	13,6

Примечание: Тд – дневная температура, °С; Тн – температура в ночное время, °С; ПСС – продолжительность солнечного сияния (час) за различные периоды накопления антоцианов в плодах растений алычи по годам.

Известно, что синтез антоцианов проходил лучше при 20°C или при подъеме температуры до 25°C. Содержание этих пигментов снижалось вследствие увеличения продолжительности экспозиции при высокой температуре. Соотношение температур воздуха в дневное и ночное время 25/20°C было оптимальным для накопления антоцианов, тогда как при соотношении температур 30/15°C синтез этих соединений значительно снижался (Hsia-hua Pan, Zen-hong Shu, 2007). У изученных нами сортов алычи накопление антоцианов происходило, начиная с середины и до окончания периода созревания плодов, развитие окраски зависело от степени их зрелости и сортовых особенностей. Для сорта 'Никитская Желтая' с желтоокрашенными плодами характерно отсутствие антоцианов в течение большей части срока созревания при некотором возрастании в конце данного периода.

Плоды темноокрашенных сортов содержали значительное количество антоцианов, особенно сорт 'Красномясая', и отличались более длительным периодом их накопления. Таким образом, в наших опытах ночная и дневная температуры воздуха были, как правило, выше 18 и 20 ... 25°C (исключение составил сорт 'Писсарди Крупноплодная' с ночной температурой в июне несколько ниже 18°C, что связано с очень длительным периодом накопления антоцианов, характерным для этого сорта).

Считается, что способность формировать покровную окраску и

накапливать антоцианы в кожице и мякоти плодов в условиях пониженной освещенности является перспективным признаком тех или иных сортов различных культур (Iglesias et al., 1999). Из данных таблицы 3 видно, что в период от начала активного накопления антоцианов в плодах сортов алычи до их полной зрелости, продолжительность солнечного освещения прямо связана с показателями дневных и ночных температур воздуха, их суммой и разностью и может рассматриваться как интегральный показатель, обусловленный температурным режимом суток.

**Таблица 3. Изменение температуры воздуха, солнечного освещения и накопления антоцианов в плодах алычи в период, предшествующий их полной зрелости. Южный берег Крыма (2005–2008 гг.)**

**Table 3. Changes in air temperature, sunshine and accumulation of anthocyanins by cherry plum fruits in the period preceding their full maturity. Southern coast of Crimea (2005–2008)**

Сорт, срок созревания плодов	Год	Тд	Тн	ΣТ	ΔТ	ПСС	А*	А**
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Никитская Желтая (10.07-24.07)	2005	29,3	20,1	49,4	9,2	11,1	14	103
	2006	27,2	18,8	46,0	8,4	11,8	5	37
	2007	33,8	23,6	57,4	10,2	12,7	3	17
	2008	30,3	20,6	50,9	9,7	11,9	5	28
	X	30,2	20,8	50,9	9,4	11,9	6,8	46,3
	m	2,8	2,0	4,8	0,8	0,7	4,9	38,7
Оленька (26.06-24.07)	2005	27,0	18,9	45,9	8,1	9,6	132	871
	2006	28,6	20,8	49,4	7,8	10,2	82	516
	2007	31,0	21,9	52,9	9,1	11,5	77	404
	2008	29,1	20,2	49,3	8,9	11,3	60	317
	X	28,9	20,5	49,4	8,5	10,7	87,8	527
	m	1,7	1,3	2,9	0,6	0,9	30,9	243,4
Идиллия (26.06-24.07)	2005	27,0	18,9	45,9	8,1	9,6	550	3374
	2006	28,6	20,8	49,4	7,8	10,2	352	2436
	2007	31,0	21,9	52,9	9,1	11,5	311	1695
	2008	29,1	20,2	49,3	8,9	11,3	396	1859
	X	28,9	20,5	49,4	8,5	10,7	402,2	2341
	m	1,7	1,3	2,9	0,6	0,9	104,4	758,4
Красномясая (19.06-24.07)	2005	27,6	18,7	46,3	8,9	9,1	759	6000
	2006	27,3	18,3	45,6	9,0	10,2	880	7857
	2007	32,2	22,5	54,7	9,7	11,5	869	5112
	2008	28,9	19,7	48,6	9,2	10,4	440	2085
	X	29	19,8	48,8	9,2	10,3	737	5263
	m	2,	1,9	4,1	0,4	0,9	205,4	2408
Писсарди Крупноплодная	2005	27,3	17,3	44,6	10,0	9,6	242	1952
	2006	28,4	17,1	45,5	11,3	10,5	181	1747

Сорт, срок созревания плодов	Год	Тд	Тн	ΣТ	ΔТ	ПСС	А*	А**
(19.06-31.07)	2007	31,4	19,4	50,8	12,0	11,7	220	1467
	2008	28,8	17,2	46,0	11,6	10,5	198	952
	X	28,9	17,8	46,7	11,2	10,6	210,2	1529
	m	1,7	1,1	2,8	0,9	0,9	26,5	433,3
Земляничная (3.07-31.07)	2005	26,8	18,9	45,7	7,9	10,9	561	2258
	2006	25,1	16,9	42,0	8,2	10,6	451	1952
	2007	29,2	19,0	48,2	10,2	12,2	297	1094
	2008	27,4	18,0	45,4	9,4	10,9	330	1315
	X	27,1	18,2	45,3	8,9	11,2	409,7	1655
	M	1,7	0,9	2,6	1,1	0,7	120,6	542,3

Примечание: Тд – средняя дневная температура, °С; Тн – средняя ночная температура, °С; ΣТ – Тд+Тн, °С; ΔТ – Тд-Тн, °С за указанный период созревания; ПСС – средняя продолжительность солнечного сияния (час) за этот период; А\* и А\*\* – содержание антоцианов (мг/100г) на сырую и сухую массу тканей, соответственно.

Для оценки влияния температуры воздуха и продолжительности солнечного освещения на накопление антоцианов в плодах алычи были рассчитаны коэффициенты корреляции между всеми этими показателями в период аккумуляции антоцианов в плодах (табл. 4).

Наблюдаемая слабая отрицательная связь между температурными параметрами и синтезом антоцианов, подтверждает представление о том, что повышенные температуры воздуха

инактивируют фенилаланин аммиак-лиазу и снижают образование антоцианов в тканях плодов. Аналогично этому, продолжительность солнечного освещения с накоплением антоцианов в плодах связана отрицательной зависимостью:  $r_1 = -0,50^*$ ;  $r_2 = -0,43$ ;  $r_3 = -0,40^*$  при расчете на сырую массу тканей и  $r_1 = -0,57^*$ ;  $r_2 = -0,46^*$ ;  $r_3 = -0,42^*$  при расчете на сухую массу. Представленные данные указывает на возможность биосинтеза этих пигментов при пониженной освещенности или в тени.

**Таблица 4. Взаимосвязь рассматриваемых признаков в период, предшествующий полной зрелости плодов алычи. Южный берег Крыма (2005–2008 гг.)**

**Table 4. Interrelation of the analyzed characteristics in the period preceding the full maturity of cherry plum fruits. Southern coast of Crimea (2005–2008)**

Признаки		$r_1$ n = 16	$r_2$ n = 20	$r_3$ n = 24
Тд	Тн	0,96**	0,96**	0,96**
	Σ Т	0,99**	0,99**	0,99**
	Δ Т	0,83**	0,85**	0,85**
	ПСС	0,84**	0,87**	0,87**
	А*	-0,37	-0,35	-0,32
	А**	-0,43	-0,39	-0,37
	Тн -	Σ Т	0,99**	0,99**
Δ Т		0,64**	0,68**	0,68**
ПСС		0,72**	0,76**	0,78**
А*		-0,37	-0,33	-0,31
А**		-0,41	-0,36	-0,34
Σ Т -	Δ Т	0,75**	0,79**	0,79**
	ПСС	0,80**	0,83**	0,84**
	А*	-0,38	-0,34	-0,32
	А**	-0,43	-0,38	-0,36
Δ Т -	ПСС	0,87**	0,88**	0,87**

Признаки		г <sub>1</sub> n = 16	г <sub>2</sub> n = 20	г <sub>3</sub> n = 24
	A*	-0,29	-0,30	-0,27
	A**	-0,37	-0,38	-0,35
ПСС -	A*	-0,50*	-0,43	-0,40*
	A**	-0,57*	-0,46*	-0,42*
A* -	A**	0,95**	0,94**	0,94**

Примечание: Тд – средняя дневная температура, °С; Тн – средняя ночная температура, °С; ΣТ – Тд+Тн, °С; ΔТ – Тд-Тн, °С за указанный период созревания; ПСС – средняя продолжительность солнечного сияния (ч) за этот период; А\* и А\*\* – содержание антоцианов (мг/100г) на сырую и сухую массу тканей, соответственно; г<sub>1</sub> – выборка сформированная без участия сортов Красномыся и Писсарди Крупноплодная; г<sub>2</sub> – выборка сформированная без участия сорта Писсарди Крупноплодная; г<sub>3</sub> – выборка описывающая взаимосвязи при учете всех исследуемых сортов; \* P > 0,95; \*\* P > 0,99.

### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния температурного фактора на накопление антоцианов в плодах сортов алычи разных сроков созревания и степени

окраски, тогда как продолжительность солнечного освещения связана с ними отрицательной зависимостью, что указывает на возможность биосинтеза этих пигментов при пониженной освещенности.

### References/Литература

- Steyn W. J., Wand S. J. E., Holcroft D. M., Jacobs G. Anthocyanins in vegetative tissues: A proposed unified function in photoprotection // *New Phytologist*. 2002, vol. 155, pp. 349–361.
- Einbond L. S., Reynertson K. A., Luo X.-D., Basile M. J., Kennelly E. J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits // *Food Chem*. 2004, vol. 84, pp. 23–28.
- Smykov V. K., Gorina V. M., Ageeva N. G., Kosykh S. A., Polyanyichenko E. V., Richter A. A., Zhebentyaeva T. N., Andrievskaya O. A. Sorts of a plum a selection State Nikitsky Botanical Garden. Yalta, 1999, 42 p. [in Russian] (Смыков В. К., Горина В. М., Агеева Н. Г., Косых С. А., Поляниченко Е. В., Рихтер А. А., Жебентяева Т. Н., Андриевская О. А. Сорта алычи селекции Государственного Никитского ботанического сада. Ялта, 1999. 42 с.).
- Gorina V. M., Richter A. A., Zaitsev G. P. Peculiarities and biochemical features of plants of the genus *Prunus* L. with anthocyanin color of the flesh of fruits and leaves // *Sortovivchennyya ta ohotona rights to varieties roslin*. 2011, № 2 (14), pp. 36–41 [in Russian] (Горина В. М., Рихтер А. А., Зайцев Г. П. Помологические и биохимические особенности растений рода *Prunus* L. с антоциановой окраской мякоти плодов и листьев // Сортотивчення та охорона прав на сорти рослин. 2011. № 2 (14). С. 36–41).
- Grebennikova O. A. Peculiarities of the composition and content of phenolic compounds in the fruits of plum, in *Bul. Nikitsk. nerd. garden*. 2008, iss. 97, pp. 66–68 [in Russian] (Гребенникова О. А. Особенности состава и содержания фенольных соединений в плодах алычи // Бюл. Никитского ботан. сада. 2008. Вып. 97. С. 66–68).
- Reay P. F., Lancaster J. E. Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in ‘Gala’ and ‘Royal Gala’ apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature // *Scientia Horticulturae*. 2001, vol. 90, no. 1–2, pp. 5–68.
- Kantsaeva U. I., Gorina V. M. Morphological and biological features of large-fruited plum (*Prunus × rossica* Eremin) and their significance for the examination of varieties for distinctness, uniformity and stability (OOS) // *Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*, 2017, vol. 178, iss. 1, pp. 82–91 [in Russian] (Канцаева У. И., Горина В. М. Морфолого-биологические признаки крупноплодной алычи (*Prunus × rossica* Eremin) и их значение для проведения экспертизы сортов на отличимость, однородность и

- стабильность (ООС) // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2017. Т. 178, вып. 1. С. 82–91).
- Fursa D. I., Korsakova S. P., Amirjanov A. G., Fursa V. P.* Radiation and hydrothermal regime of the Young Coast of Crimea from the data of the agro-weather station "Nikitsky Sad" for 1930-2004 and its accounting in the practice of viticulture. Yalta, 2006. 54 p.) [in Russian] (*Фурса Д. И., Корсакова С. П., Амирджанов А. Г., Фурса В. П.* Радиационный и гидротермический режим Юного берега Крыма по данным агрометеостанции «Никитский сад» за 1930–2004 гг. и его учет в практике виноградарства. Ялта, 2006. 54 с.).
- Kriventsov V. I.* Methodical recommendations on the analysis of fetuses on the biochemical composition. Yalta, 1982, 22 p. [in Russian] (*Кривенцов В.И.* Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. 22 с.).
- Richter A. A.* Perfection of the quality of fruits of southern cultures. Simferopol: Tavria, 2001, 426 p. [in Russian] (*Рихтер А. А.* Совершенствование качества плодов южных культур. Симферополь: Таврия, 2001. 426 с.).
- Electronic* textbook on statistics. Moscow: StatSoft. Inc. (1999). WEB: <http://www.statsoft.ru/textbook/default.htm> [in Russian] (*Электронный учебник по статистике.* М.: StatSoft. Inc. (1999). WEB: <http://www.statsoft.ru/textbook/default.htm>).
- Hsia-hua Pan, Zen-hong Shu.* Temperature affects color and quality characteristics of 'Pink' wax apple fruit discs // *Scientia Horticulturae.* 2007, vol. 112, no. 3, pp. 290–296.
- Iglesias I., Graell J., Echeverria G., Vendrell M.* Differences in fruit color development, anthocyanin content, yield and quality of seven 'Delicious' apple strains // *Fruit Var. J.* 1999, vol. 53, no. 3, pp. 133–145.

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-32-42

УДК 633.13:575.22

**Р. Манзали<sup>1, 2</sup>,  
А. Дуаик<sup>2</sup>,  
М. Буксаим<sup>2</sup>,  
Г. Ладзинский<sup>3</sup>,  
Н. Саиди<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Университет Хасана Первого, факультет наук и технологий, кафедра прикладной биологии и переработки продуктов питания, Сеттат, Марокко.

<sup>2</sup>Национальный институт сельскохозяйственных исследований, Региональный центр, Рабат, Марокко, e-mail: nezsaïdi@yahoo.fr

<sup>3</sup>Главный исследователь, Агентство США по международному развитию, Проект № TAMOU 97-053, Вашингтон, США.

**Ключевые слова:**

*овес, химический состав, минералы, белки, жиры, углеводы, энергетическая ценность*

**Поступление:**

28.11.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ОЦЕНКА ВАЖНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОВЫХ МАРОККАНСКИХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ТЕТРАПЛОИДНОГО ОВСА *AVENA MAGNA*

Возделывание овса в Марокко было введено в 1920-е годы, когда страна находилась под Французским протекторатом. Овес, в основном, выращивается в районах с достаточным количеством осадков и, традиционно, используется на корм животным. Из-за его высокой питательной ценности овес все больше используется и на пищевые цели. Национальным институтом сельскохозяйственных исследований (ИНРА) была разработана программа, направленная на создание новых тетраплоидных культурных линий овса с использованием дикого вида *AAvena magna* Murph. et Terr., имеющих высокую питательную ценность для потребления человеком. Девять полученных тетраплоидных культурных линий овса с *A. magna* были изучены по большому числу биохимических признаков. Были проведены биохимические анализы, включая определение зольных элементов, белка, фракций волокон, липидов, углеводов и минеральных элементов. Линии сравнивались друг с другом и двумя дикими родительскими линиями *A. magna* с использованием статистического метода (ANOVA). Статистический анализ выявил различия в химическом составе изученных линий. Были найдены существенные различия ( $P < 0,001$ ) по содержанию белков (11,45–13,92%), жира (3,89–10,15%), углеводов (48,99–57,86%) и золы (1,7–3,73%) в пленчатых зерновках овса. Анализ общих фракций волокон (NDF, ADF, ADL и CF) показал наличие существенных различий между полученными линиями. По содержанию белка наибольшие показатели были у линий, имеющих 13,62% и 13,92%. Кроме того, кальций, фосфор и калий были наиболее важными основными макроэлементами в зерновке овса, в то время как железо, марганец и цинк были доминирующими микроэлементами. Результаты данного исследования показывают, что марокканские культурные тетраплоидные линии овса имеют довольно высокий уровень питательных веществ с хорошей энергетической ценностью и могут служить источником полезных соединений в питании человека.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-32-42

ORIGINAL ARTICLE

R. Manzali<sup>1, 2</sup>,  
A. Douaik<sup>2</sup>,  
M. Bouksaim<sup>2</sup>,  
G. Ladizinsky<sup>3</sup>,  
N. Saidi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hassan 1<sup>st</sup> University, Faculty of Sciences and Techniques, Department of Applied Biology and Food Processing, Settat, Morocco.

<sup>2</sup>National Institute for Agricultural Research, Regional Centre of Rabat, Rabat, Morocco, e-mail: nezsaïdi@yahoo.fr

<sup>3</sup>Principal Investigator, USAID, Project No. TAMOU 97-053, Washington, U.S.A

**Key words:**

*oat grains, chemical composition, minerals, proteins, fats, carbohydrates, energy value*

**Received:**

28.11.2017

**Accepted:**

21.03.2018

## ASSESSMENT OF IMPORTANT TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF NEW MOROCCAN DOMESTICATED TETRAPLOID OAT LINES OF *AVENA MAGNA*

Oat cultivation was introduced to Morocco during the French Protectorate in the 1920s. Oat is mainly cropped in areas with high rainfall and known to be used for animal feed. Due to its high nutritive value, there is an increased demand in oat for human consumption. A breeding programme was launched by the National Institute for Agricultural Research (INRA), aiming the development of new tetraploid oat lines of *Avena magna* Murph. et Terr., having a high nutritive value for human consumption. Nine tetraploid oat lines of *A. magna* were assessed for their technological performance. Physicochemical analyses were performed, including moisture, ash, proteins, fibre fractions, lipids, carbohydrates, and minerals. The lines were compared with each other and two wild parental lines of *A. magna* using the Analysis of Variance (ANOVA). Statistical analysis revealed noteworthy differences in the chemical composition between the cultivars. There was a very significant difference ( $P < 0.001$ ) in the content of proteins (11.45–13.92%), fat (3.89–10.15%), carbohydrates (48.99–57.86%), and ash (1.7–3.73%) in the groat (grain with hulls). Analysis of total fibre fractions (NDF, ADF, ADL and CF) showed the presence of substantial differences between the assessed lines. The highest protein contents, 13.62% and 13.92% were found in the domesticated lines of *A. magna*. In addition, calcium, phosphorus, and potassium were the most important major minerals in oat, while iron, manganese, and zinc were the dominant minor minerals. This study's outcome suggests that Moroccan domesticated tetraploid oat lines were within a suitable range of nutrients with good computed (calculated) energy, and may serve as a source of beneficial compounds for human nutrition.

## Introduction

Oat (*Avena sativa* L.) is a cereal crop which is grown worldwide. It is a nutritious food since it contains excellent lipid, amino acid and phenolic profiles. In addition, oat is an important source of valuable nutrients, such as minerals, fibres, and vitamins (Sterna *et al.*, 2016).

Oat grains are commonly accepted by consumers and appear in a wide range of food products, including low-energy beverages, medical foods, baked goods and granolas (Carder *et al.*, 2014). In a time of increasing global food security challenges and dual health burdens of overweight and underweight, oats could be part of inexpensive and nutritious products (Rasane *et al.*, 2015).

The world's gene banks for oats hold more than 200 000 accessions of wild and cultivated *Avena* species (Diederichsen, 2008). Further breeding programmes and improvement of cultivars are critical to ensure oat diversity and its ability to be grown in changing environments, for example, in the context of climate change or water availability, and to ensure resources for crop improvement and promotion of oat properties that provide health benefits. In this respect, plant domestication, as a process of selecting characteristics that have been favoured under cultivation but are usually of low adaptive value in the wild, is an approach that may open new channels of technological investigations focusing on interesting traits (Salamini *et al.*, 2002).

This suggests that oat represents a promising cereal crop in the whole-grain market landscape due to its many unique chemical properties and potential health benefits. Although the consumption of oat products has increased because of these health-friendly traits and evidence-based impact on the risk of cardio-vascular diseases, they may also have a positive effect, if such evidence is confirmed, on gut health and some forms of cancers (Zwer *et al.*, 2010).

Considering the increased consumer awareness regarding the role of oat grain in the improvement of life quality, oat holds many qualities which are adding value to oat

cultivation (Charalampopoulos *et al.*, 2002). Thus, old and new types of oats need to be characterized on a broader scale. The current study sheds light on nine newly domesticated tetraploid oat lines of *A. magna* and aims to analyse the composition of these lines and evaluate their nutritional benefits.

## Material and methods

**Abbreviations:** **ADF**, acid detergent fibre; **ADL**, acid detergent lignin; **CF**, crude fibre; **NDF**, neutral detergent fibre; **DM**, dry matter.

### 1. Plant material

Nine domesticated tetraploid oat lines of *A. magna* released by the National Institute for Agricultural Research (INRA) of Morocco, and a variety of *A. sativa* (Amlal), were used in this study.

### 2. Reagents and standards

All the used standards and chemical reagents were of analytical grade and obtained from Sigma-Aldrich.

### 3. Chemical and physicochemical analysis

**3.1 Sample preparation and milling process** The samples were from the harvest of 2012/2013; they were processed for pre-cleaning, drying, and storage.

In order to perform the chemical analysis, seeds were ground using a mill MF 10 basic IKA WERKE, and sieved at 1 mm. Chemical results concerning such components as ash, protein, fat, crude fibre, and micronutrients were expressed on the basis of seed dry weight. The results were presented in g/100 g, and all analyses were carried out in two or three replications.

### 3.2 Physicochemical characteristics

#### *Groat flour moisture*

This parameter was determined by oven-drying the samples at 80°C for 24 hrs and confirmed by near infrared spectrometry (Chopin Infraneo – NIRS). Results are

reported on a dry weight basis (Brunner et Freed, 1994).

#### **Ash**

Ash content in the treated oat samples was determined using the AACC Method No. 08-01. In a dried and pre-weighed crucible, 3 g of a sample was ignited in muffle furnace at 550°C during 6 hrs to complete the burning of all organic matter. Samples were cooled, weighted, and calculated as ash per cent (AACC, 1983).

#### **Crude protein**

Crude protein (CP) was determined using the conventional Kjeldahl method (VELP Scientifica, DK 20-UDK 139) according to the procedure of AOAC No. 979.09 (AOAC, 1993).

#### **Crude fat**

Total lipids (oil) from the oat samples were determined using the Soxhlet method AACC No. 30-20, when 20 g of oat flour was placed in cellulose thimbles fitted into the extractor. The crude fat was extracted with ethyl ether; the obtained mixture was subjected to concentration under vacuum by a rotary evaporator. The extracted fat was weighed and expressed in per cent (%) (AACC, 1983).

#### **Total fibre fractions: CF, NDF, ADF, and ADL**

For each sample, Neutral Detergent Fibre (NDF), Acid Detergent Fibre (ADF), Acid Detergent Lignin (ADL), and Crude Fibre (CF) were sequentially determined. The CF was determined according to the AOAC method No. 926.09 (AOAC, 1997). One gram of a sample was digested with 100 ml of 1.25% sulphuric acid in a beaker under reflux for 30 min. The solution was then filtered through a sintered glass crucible under vacuum. The residue was then washed with hot distilled water till being neutralised. The washed material was again transferred to a beaker and refluxed for 30 min with 100 ml of 1.25% sodium hydroxide. Digested material was again filtered and washed with hot water until being neutralised. The washed material was

dried at 130°C for 1 hr, cooled in a desiccator, and weighed. The dried residue was ignited for 6 hrs and reweighed. The NDF, ADF, and ADL were determined according to the method described by Van Soest *et al.* (1991). Afterwards, hemicellulose was calculated according to the formula (NDF – ADF), and cellulose with the formula (ADF – ADL) (Rinne *et al.*, 1997).

#### **Mineral content determination**

After incineration, mineral composition (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) was determined using a flame photometer. Calcium (Ca<sup>2+</sup>) and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) were determined by complexometric titration. Oat grain phosphorus content was determined by the acidified solution reaction of ammonium molybdate containing ascorbic acid and antimony (Chapman and Pratt, 1978). The phosphate contained in the grain reacted with the solution to form the ammonium molybdiphosphate complex, which turned the solution to a blue colour because of the ascorbic acid effect. The amount of the absorbed light by the solution was measured at 825 nm with an UV-visible spectrophotometer (Jenway 6405 uv/vis spectrometer) (Chapman and Pratt, 1978).

Trace elements, including iron (Fe), copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn), and nickel (Ni), were analysed by atomic absorption spectrometry (Maurice, 1971) in a flame air-acetylene. The measured absorption was done at a specific wavelength of 248.3 nm to measure the concentration of Fe, Cu, Mn, Zn and Ni in the sample solution.

#### **Carbohydrates**

Carbohydrates (CHO) were determined on the basis of the difference of all other basic components (Duchonova *et al.*, 2013), weight (in grams) minus water, protein, fat, ash, and fibre content.

#### **Energy value**

The energy value was calculated from the approximate chemical composition data (Duchonova *et al.*, 2013). Energy value (Kcal) was calculated according to the formula:

$$E(\text{Kcal}) = CP \times 4 + CHO \times 4 + fat \times 9$$

The values were expressed in Kcal/100g.

#### 4. Statistical analysis

Data were expressed as the mean values  $\pm$  standard deviation (SD) for each measurement. All experiments were carried out using two or three replications. The results were statistically analysed using one-way analysis of variance (ANOVA) by comparing mean values of the 9 cultivars. In case of a significant difference between lines, means were compared by the Duncan multiple range test.

### Results and discussion

#### Chemical composition

Analysis of the newly developed tetraploid oat lines of *A. magna* showed that the mean value for groat protein content ranged from  $11.45 \pm 0.44\%$  to  $13.92 \pm 1.51\%$  for the lines *A. magna* 2 and *A. magna* 6, respectively, and therefore exceeds that of the tetraploid parent P1-6 ( $9.67 \pm 0.64\%$ ) (Table 1). The results were generally in accordance with previous reports on proteins content in oat groat (Welch, 2012; Saidi *et al.*, 2013).

Regarding fat content, the samples differed substantially: the highest value was detected in the cultivar *A. magna* 4 ( $10.15 \pm 0.69\%$ ), while the lowest value was demonstrated by the line *A. magna* 2 ( $3.89 \pm 0.64\%$ ). This trait was prominent, since 8 lines exceeded the values recorded for the reference accessions P1-1 ( $5.07 \pm 0.58\%$ ) and P1-6 ( $5.15 \pm 0.38\%$ ). The lipid content in these lines was evaluated and promised some interesting applications in cosmetics and biogas production.

The moisture content, the weight of 1000 seeds (TSW), and ash content are as important characters as the protein and fat contents. They can be considered as the primary quality indicators of the grain. In general, differences between the means of the three parameters

were highly significant ( $P < 0.0001$ ), based on the used statistical method of the analysis of variance. Table 1 shows that the mean values of TSW for the developed lines varied between  $22.93 \pm 0.84$  g and  $47.52 \pm 0.99$  g. The TSW of the line *A. magna* 9 exceeds that of its tetraploid parents P1-6 ( $29.82 \pm 1.20$  g) and P1-1 ( $23.19 \pm 0.83$  g by  $17.7 \pm 0.21$  g to  $24133 \pm 0116$ g, respectively). Therefore, we noticed an improvement of the TSW for most of the assessed lines compared to their tetraploid parents. Concerning moisture content, our values range from 7.85% to 9.84% and are comparable with the reports of Nelson *et al.* (2000). However, high moisture content may affect grain quality during storage and handling of cereal products, and more when moisture is associated with high fat content (Jain and Bal, 1997).

High ash content implies high mineral content. The highest content was registered for *A. magna* 5 ( $3.73 \pm 0.15\%$ ), and the lowest content was shown by *A. magna* 2 ( $1.71 \pm 0.48\%$ ).

Analysis of carbohydrate content revealed that it ranges between 48.99 and 57.86%. We noticed that the contents are broadly similar to the mean levels found in the whole oat grain (Sadiq Butt *et al.*, 2008). This cereal is likely to have the highest energy content, due to its high fat content. The mean energy values of the assessed lines (Table 1) varied between  $295.44 \pm 3.35$  Kcal and  $357.36 \pm 3.76$  Kcal, which is close to that of the tetraploid parent lines and in accordance to a certain extent with what was obtained by Welch (1995).

Variation in energy values between samples may be partially attributable to variations in both protein and fat content, as indicated by a positive correlation with energy for protein (0.97) and fat (0.31) contents in the assessed lines.

**Table 1: Chemical composition of the newly domesticated Moroccan tetraploid oat lines of *A. magna*.**

Element	<i>A. magna</i> 1	<i>A. magna</i> 2	<i>A. magna</i> 3	<i>A. magna</i> 4	<i>A. magna</i> 5	<i>A. magna</i> 6	<i>A. magna</i> 7	<i>A. magna</i> 8	<i>A. magna</i> 9	P1-1	P1-6	Amlal
Moisture (%)	8.16±0.45	8.6±0.02	7.85±0.15	9.84±0.14	9.14±0.01	8.57±0.1	8.46±0.26	8.12±0.21	8.52±0	8.78±0.13	8.07±0.01	7.9±0.01
Ash (%)	2.77±0.01	1.71±0.48	3.53±0.15	3.64±0.01	3.73±0.15	3.52±0.02	3.56±0.07	3.15±0.08	2.52±0.01	3.13±0.06	3.82±0.13	4.38±0.25
Fat (%)	8.73±0.58	3.89±0.64	7.99±0.6	10.15±0.69	8.87±0.62	5.99±0.59	5.94±0.94	7.97±0.58	5.69±0.59	5.07±0.58	5.15±0.38	7.99±0.4
TSW (g)	35.52±0.58	29.86±2.4	24.01±1.59	38.72±3.16	35.49±4.06	30.94±0.68	32.1±0.68	22.93±0.84	47.52±0.99	23.19±0.83	29.82±1.2	26.49±1.34
Protein (%)	11.78±0.065	11.45±0.44	12.17±0.01	11.8±0.25	11.74±0.19	13.92±1.51	13.11±0.19	12.01±0.07	13.62±1.89	16.5±0.07	9.67±0.64	10.46±0.12
Carbohydrate (%)	50.95±1.42	53.67±1.78	51±1.69	55.35±2.68	54.54±1.53	57.86±2.44	53.38±2.17	48.99±2.83	51.37±3.92	54.37±1.04	56.59±2.32	52.96±3.75
Energy (Kcal/100 g)	329±1.5	295.44±3.35	323.52±1.31	357.36±3.76	344±1.74	338.72±4.17	314.64±2.11	313.06±2.93	307.37±3.2	301.32±5.23	309.08±4.77	320.89±1.37

### Micronutrient composition

The mineral composition of oat cultivars is presented in Table 2. All the selected essential elements (K, Ca, Na, P, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe, and Ni) were detected in all samples. However, their concentrations were found to be variable among the studied collection but slightly higher than the registered values for P<sub>1-1</sub> and P<sub>1-6</sub>.

As can be noted from Table 2, phosphorus and potassium were predominant among the macro elements (K, Ca, Na, Mg, and P). Phosphorus content varied from 0.26 to 0.36 mg/100 g for the lines *A. magna* 7 and *A. magna* 9, respectively. Potassium ranged from 0.32% to 0.54±0.01% for *A. magna* 1 and *A. magna* 5, respectively, and therefore, potassium content of these later exceeded that of the tetraploid parents P1-1 (0.36±0%) and P1-6 (0.42±0%) by 0.18±0.01% and 0.12±0.01%, respectively. Magnesium content was variable: the highest value was observed in *A. magna* 4 (0.31±0.09%), exceeding that of P1-6 by 0.07±0.02%, and the lowest value was registered in *A. magna* 1 and *A. magna* 3 (0.17±0.02%). All samples had relatively lower amounts of calcium and sodium compared to the other measured minerals (P, K, and Mg).

As for the levels of trace elements, we noticed that minor elements (manganese, zinc, and iron) were present in good amounts in all assessed lines (Table 2). Zn content in the analysed lines ranged from 2.55±0.05% to 5.65±0.05%, exceeding that of the tetraploid parent P1-1 by 1.45±0.35% to 2.55±0.05%, as recorded for *A. magna* 2 and *A. magna* 6 respectively. A narrow range of Mn content was recorded, ranging from 3.85±0.05% to 5.7±0.1%, which slightly exceeded that of P1-1 by 0.4±0.1% for the line *A. magna* 5. In general, according to the obtained results, we can rank the contents of mineral elements in the assessed lines in descending order as follows: Fe > Mn > Zn > Cu > Ni > K > P > Ca > Mg > Na

Major and minor elements might be of nutritional importance, especially in those parts of the world where malnutrition and mineral deficiency are relatively rampant.

Thus, the existence of sufficient quantities of essential minerals in cereal grain in general, and in the studied oat lines in particular, may prove an asset in supplying these elements through their inclusion into daily diets, reasonably enabling consumers to easily meet their daily requirements in such minerals.

### Fibre fractions composition

The analysis of the examined components (NDF, ADF, ADL and CF) has shown a considerable variability between the tested lines. The mean ADF values for all lines ranged from 9.82±0.72% in *A. magna* 8 to 35.63±1.14% in *A. magna* 5, and this later exceeded that of both tetraploid parents P1-1 (27.7±0.77%) and P1-6 (12.65±0.93%) by 7.93±0.37% and 22.98±0.21%, respectively (Table 3).

The mean NDF values of the nine samples ranged between 32.9±0.96% in *A. magna* 2 and 44.61±0.07% in *A. magna* 3, which exceeded that of P1-6 (35.61±0.91%) and P1-1 (40.71±0.81%) by 9±0.84% and 3.9±0.74%, respectively (Table 3). The reported values of NDF, ADL, and ADF in the analysed tetraploid oat lines are broadly similar to the reported values of oat hexaploid cultivars and lines (Welch, 1995; Manzali *et al.*, 2014). In accordance with our results, Thompson *et al.* (2000) reported higher contents for previously cited fibre fractions, in particular NDF. Several researchers have reported inverse correlation between lignin content and digestibility (Crosbie *et al.*, 1984; Garleb *et al.*, 1991), and thus the obtained values for ADL suggest that the new domesticated tetraploid lines may show good digestibility.

The means and ranges of values for the studied parameters that further describe the nutrient and fibre composition of different lines, summarised in Tables 1 to 3, have revealed a great potential of the newly developed domesticated tetraploid lines of *A. magna*. These lines were characterised by high protein and fat content, well balanced profile of minerals, and an appropriate fibre composition

**Table 2: Mineral composition of the newly domesticated Moroccan tetraploid oat lines of *A. magna*.**

Element (mg/100g D.W)	<i>A. magna</i> 1	<i>A. magna</i> 2	<i>A. magna</i> 3	<i>A. magna</i> 4	<i>A. magna</i> 5	<i>A. magna</i> 6	<i>A. magna</i> 7	<i>A. magna</i> 8	<i>A. magna</i> 9	P <sub>1-1</sub>	P <sub>1-6</sub>	Amlal
P	0.3±0.01	0.34±0.04	0.29±0	0.33±0.01	0.36±0.01	0.34±0.02	0.26±0.05	0.28±0.03	0.36±0.03	0.34±0.01	0.31±0.01	0.34±0
Na	0.09±0	0.07±0	0.09±0	0.09±0	0.11±0	0.13±0	0.08±0	0.1±0	0.19±0.01	0.07±0	0.09±0	0.07±0
K	0.32±0	0.33±0.01	0.37±0	0.46±0.01	0.54±0.01	0.45±0.02	0.34±0.01	0.45±0	0.45±0	0.36±0	0.42±0	0.32±0
Ca	0.22±0	0.22±0.02	0.18±0.02	0.18±0.02	0.22±0.02	0.18±0.02	0.22±0.06	0.14±0.02	0.22±0.06	0.16±0	0.28±0.04	0.32±0.04
Mg	0.17±0.02	0.24±0.05	0.17±0.02	0.31±0.09	0.2±0.01	0.23±0.01	0.22±0.03	0.24±0.02	0.28±0.06	0.24	0.19±0.02	0.24±0.02
Fe	7.15±0.05	9.35±0.15	6.3±0	9.05±0.05	8.45±0.25	6.65±0.05	6.2±0.1	7±0.1	7.75±0.05	7.1±0	8.55±0.15	6.4±0.2
Zn	2.65±0.05	4.55±0.35	2.95±0.05	3.05±0.05	3.35±0.15	5.65±0.05	2.6±0.1	2.55±0.05	2.7±0.1	3.1±0	2.85±0.05	3.1±0.2
Cu	1.25±0.15	1.6±0	1±0.1	0.8±0	0.85±0.05	0.8±0	0.85±0.05	0.9±0	1.05±0.05	0.7±0	0.7±0	0.55±0.05
Mn	3.85±0.05	3.95±0.05	4.3±0.1	4.55±0.15	5.7±0.1	4.15±0.05	5.5±0.3	4.4±0	4.5±0.1	5.3±0	4.45±0.15	4.6±0.1
Ni	0.7±0	0.6±0	0.65±0.05	0.9±0	0.75±0.05	0.6±0	0.9±0	0.9±0	0.6±0	0.6±0	0.8±0	0.55±0.05

**Table 3: Content of fibre fractions in the newly domesticated Moroccan tetraploid oat lines of *A. magna*.**

Element (%)	<i>A. magna</i> 1	<i>A. magna</i> 2	<i>A. magna</i> 3	<i>A. magna</i> 4	<i>A. magna</i> 5	<i>A. magna</i> 6	<i>A. magna</i> 7	<i>A. magna</i> 8	<i>A. magna</i> 9	P <sub>1-1</sub>	P <sub>1-6</sub>	Amlal
DM	91.83±0.44	91.4±0.02	92.14±0.15	90.16±0.14	90.86±0.01	91.43±0.1	91.54±0.26	91.88±0.21	91.47±0.03	91.21±0.13	91.93±0.01	92.1±0.01
CF	18.2±0.09	20.74±0.48	18.23±0.08	10.07±0.92	12.85±0.36	10.98±0.82	16.69±0.15	20.49±0.95	18.77±0.87	20.2±2.29	17.68±0.7	17.51±1.11
NDF	39.92±0.67	32.9±0.96	44.61±0.07	40.64±1.63	39.73±0.37	34.98±2.26	36.95±0.09	36.92±2.47	35.37±1.14	40.71±0.81	35.61±0.91	41.78±0.42
ADF	11.23±0.2	19.83±0.73	11.66±1.16	20.74±0.03	35.63±1.14	17.51±1.96	14.82±0.86	9.82±0.72	15.07±0.06	27.7±0.77	12.65±0.93	20±0.85
ADL	7.07±0.63	9.12±1.09	3.48±0.14	11.82±1.85	9.87±1.05	15.77±3.51	3.34±0.5	1.58±0.01	12.52±1.12	7.27±0.44	6.81±0.1	4.14±0.21
Cellulose	32.85±0.03	23.77±2.05	41.13±0.06	28.81±0.23	25.75±2.19	19.21±1.25	33.6±0.59	35.34±2.46	22.84±0.01	33.44±1.25	28.8±0.82	37.64±0.21
Hemicellulose	28.69±0.47	13.07±1.68	32.94±1.08	19.89±1.66	11.84±1.62	17.47±0.3	22.13±0.95	27.09±3.19	19.67±1.2	13±0.04	22.96±1.85	21.78±1.26

## Conclusion

Among cereals, oat is characterised by its high nutritional value and its nutrient content. The results of this study show that, due to the recorded high fat and protein contents and lower ADL proportion, flour derived from some of those developed cultivars may appear very promising for the oat milling industry. Furthermore, with a line having a fat content higher than 8%, the economic feedback for biogas and cosmetic industries may be increased through the

selection of more lines with high fat content in groat.

In general, the new developed tetraploid oat lines of *A. magna* have shown a good technological potential and can be of great interest when used to develop oat products for human consumption. The tetraploid species are known to be a good reservoir of useful genes controlling technological parameters, and therefore, hybridisation of the obtained lines with wild accessions of *A. magna* may further improve the nutritive value of the derivative lines, thus adding new value to human health.

## References

- AACC-American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. 8<sup>th</sup>ed. Saint Paul, USA, 1983.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. Methods of analysis for nutrition labeling. Airlington, USA, 1993.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16<sup>th</sup>ed., Washington, USA, 1997.
- Brunner B. R., Freed R. D. Oat grain beta-glucan content as affected by nitrogen level, location, and year // *Crop Sci.*, 1994. 34: 473–476.
- Carder G. D., Chung, Y., Deutsch R. G., Feito J. C. F., Frenc, J., La Ma U. V., Ramage H.U.S. Patent Application No. 14/209,075. 2014.
- Chapman H. D., Prat, P. F. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Division of Agriculture Sciences, University of California, Davis, 1978, 162–165.
- Charalampopoulo, D., Wang R., Pandiella S. S., Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review // *International Journal of Food Microbiology*, 2002. 79 (1), 131–141.
- Crosbie T., Tarr A. R., Portmann P. A., Rowe, J. B. Variation in hull composition and digestibility among oat genotypes // *Crop Sci.*, 1985. 25(4), 678–680.
- Diederichsen A. Assessments of genetic diversity within a world collection of cultivated hexaploid oat (*Avena sativa* L.) based on qualitative morphological characters // *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2008. 55 (3), 419–40.
- Duchonova L., Polakovicova P., Rakicka M., Sturdik E. Characterization and selection of cereals for preparation and utilization of fermented fiber-beta-glucan product // *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2013. 2187.
- Garleb K. A., Bourquin L. D., Hsu J. T., Wagner G. W., Schmidt S. J., Fahey G. C. Isolation and chemical analyses of nonfermented fiber fractions of oat hulls and cottonseed hulls // *J. Animal Sci.* 1991. Vol. 69, no. 3, 1255–1271.
- Jain R. K., Bal S. Properties of pearl millet // *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1997. 66 (2), 85–91.
- Maurice P., Guy Barroin et al., Spectrométrie d'absorption atomique. Tome II, Application à l'analyse chimique. 1971.
- Nelson, S. O., Kraszewski A. W., Trabelsi S., Lawrence K. C. Using cereal grain permittivity for sensing moisture content // *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, 2000. 49 (3), 470–475.
- Rasane P., Jha A., Sabikhi L., Kumar A., Unnikrishnan V. S. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods-a review // *Journal of Food Science and Technology*, 2015. 52 (2), 662–675.
- Rinne M., Huhtanen P., Jaakkola S. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 2. Cell wall digestibility, digestion and passage kinetics // *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1997. 67, 19–35.
- Saidi N., Saidi S., Hilali A., Benchekroun M., Al Faiz C., Bouksaim M., Ladizinsky G. Improvement of oat hexaploid lines's groat nutritive value via hybridisation with

- tetraploid oat *A. magna* // American Journal of Research Communication, 2013. 1 (9), 126–135.
- Salamini F., Özkan H., Brandolini A., Schäfer-Pregl R., Martin W.* Genetics and geography of wild cereal domestication in the Near East // Nature Reviews Genetics, 2002. 3 (6), 429–441.
- Sterna V., Zute S., Brunava L.* Oat grain composition and its nutrition benefice. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2016. 8, 252–256.
- Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M. K., Shabir R., Butt M. S.* Oat: unique among the cereals // Eur J Nutr. 2008. 47(2), 68–79. Doi: 10.1007/s00394-008-0698-7.
- Thompson R. K., et al.* "Genotypic differences in chemical composition and ruminal degradability of oat hulls." *Canadian Journal of Animal Science* 80.2 (2000): 377–379.
- Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition // J. Dairy Sci., 1991. 74, 3583–3597.
- Welch R. W.* The chemical composition of oats. In *The oat crop*, 1995. 279–320.
- Welch R.* (Ed.). The oat crop: production and utilization. Springer Science & Business Media. 2012.
- Zwer P., Wrigley C. W., Batey I. L.* Oats: characteristics and quality requirements. Cereal grains: assessing and managing quality, 2010. 163–182.

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-43-53

УДК 582.998:581.5(477.75)

С. И. Тукач,  
З. К. Клименко

ФГБУН «Никитский Ботанический Сад – Национальный научный Центр РАН»,  
298648, Россия, Республика Крым, Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52  
e-mail: karpenko-sv@mail.ru

**Ключевые слова:**

род *Zinnia L.*, *Z. peruviana L.*, *Z. violacea Cav.*, *Z. Haageana Regel.*, анатомо-морфологическое строение, анатомия листа, анатомия стебля, водный дефицит, засухоустойчивость

**Поступление:**

10.10.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ZINNIA L.* В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

**Актуальность.** Одним из направлений в оценке адаптационных стратегий растений при абиотических стрессовых воздействиях является изучение физиологических процессов и анатомо-морфологической структуры. В связи с этим была поставлена цель – оценить комплекс анатомических и физиологических особенностей, обеспечивающих приспособленность к аридному климату, сходному с климатом Предгорного Крыма у интродуцированных из Северной, Центральной и Южной Америки видов *Zinnia peruviana L.*, *Z. haageana Regel.* и *Z. violacea Cav.* **Материал и методы.** Объектами исследований послужили три вида рода *Zinnia L.* Изучение морфолого-анатомического строения проводилось на временных препаратах поперечных срезов стебля и листа, изготовленных по общепринятой методике. Засухоустойчивость оценивали в соответствии с показателем водного дефицита, установленного по методике Литвинова. **Результат и обсуждение.** Комплексное исследование анатомо-морфологической структуры вегетативных органов и физиологических основ засухоустойчивости представителей рода *Zinnia* позволило выявить наиболее устойчивый к недостатку влагообеспеченности вид *Z. violacea*, который характеризуется показателем водного дефицита менее 10% – 4,6%, и ксероморфными признаками в строении листа и стебля: густое опушение стебля, сокращение числа устьиц на верхней и нижней эпидерме листа, утолщенные наружные стенки клеток эпидермы, покрытые кутикулой, более развитой механической тканью, что позволяет виду лучше выдерживать засушливые условия Предгорного Крыма. **Заключение.** Выявленные ксероморфные признаки в строении листа и стебля представителей рода *Zinnia* позволяют им приспособиться к лимитирующим факторам среды Предгорного Крыма – повышенной сухости и низкой относительной влажности воздуха, иссушающим ветрам, высокой инсоляции.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-43-53

S. I. Tukach,  
Z. K. Klimenko

Nikita Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 52, Nikitsky Spusk, Nikita Town, Yalta, 298648, Republic of Crimea, Russian Federation,  
e-mail: karpenko-sv@mail.ru

**Key words:**

*Z. peruviana* L., *Z. violacea* Cav., *Z. haageana* Regel., the genus *Zinnia* L., anatomic and morphological structure, anatomy of the leaf, anatomy of the stem, water scarcity, drought resistance

**Received:**

10.10.2017

**Accepted:**

21.03.2018

ORIGINAL ARTICLE

## ADAPTIVE POSSIBILITIES IN SOME SPECIES OF THE GENUS *ZINNIA* IN THE CLIMATIC ENVIRONMENTS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE CRIMEA

**Background.** One of the areas in the assessment of adaptation strategies in plants under abiotic stress conditions is a study of their physiological and anatomic/morphological structure. In this regard, the goal was to evaluate the complex of anatomic and physiological features of the species introduced from the Northern, Central and South Americas: *Zinnia peruviana* L., *Z. haageana* Regel., and *Z. violacea* Cav. – those that ensure their adaptability to the climatic conditions of the foothill zone of the Crimea. **Materials and methods.** The objects of study were three species of the genus *Zinnia* L. The study of the morphological and anatomic structure was carried out on temporary preparations from cross sections of stems and leaves by the conventional method. Water scarcity was assessed by the water deficit index according to the method of Litvinov. **Results.** A comprehensive study of the anatomic/morphological structure of the vegetative organs and physiological bases of drought resistance of the genus *Zinnia* L. helped to identify *Z. violacea* Cav. as a species more resistant to a lack of moisture. It is characterized by a water deficit index less than 10% – 4.6%, and by xeromorphic features in the structure of the leaf and stem: dense pubescence of the stem, reduced number of stomata on the upper and lower epidermis of the leaf, thickened external cell walls in the epidermis covered with cuticle, and more developed mechanical tissue which allows this species to better adapt to the climatic conditions of the Crimean foothill zone. **Conclusion.** The xeromorphic features identified in the anatomy of the leaf and stem in *Zinnia* spp. enable them to build up an adaptive strategy associated with the limiting factors of the environments and climate of the foothill zone of the Crimea: increased dryness and low relative air humidity, drying winds, aridity, and increased insolation.

## Введение

Методы сравнительно-физиологического и анатомо-морфологического анализа видов позволяют установить возможность интродукции в новые регионы, которая выражается в стрессоустойчивости к абиотическим факторам и является следствием ряда приспособительных особенностей, сформированных в процессе эволюции (Falkova, 1985; Frison et al., 1995).

Род *Zinnia* L. (сем. Asteraceae) включает однолетние травянистые растения – выходцев из Карибской области Неотропического флористического царства (Levko, 2001). Ареал рода *Zinnia* охватывает Северную, Центральную и Южную Америку (World agro-climatic..., 1937).

Климат Предгорного Крыма умеренно-континентальный, полузасушливый с теплой зимой и жарким летом. В течение вегетационного периода, который в среднем длится около 180 суток, выпадает около 270 мм атмосферных осадков и накапливается сумма температур выше 10°C, равная 2700–3100°C (Antyufeev, 2002). Испаряемость составляет в среднем 840 мм в год. Средняя декадная относительная влажность воздуха за вегетационный период в Предгорном Крыму колеблется от 45% (июль, август, начало сентября) до 60% в конце октября (Yena, 2004).

Опираясь на гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селиванова (World agro-climatic..., 1937), который является базовым для определения соответствия климату местности видов культурных растений, можно говорить о том, что климатические особенности района естественного произрастания с недостаточным увлажнением (ГТК менее 0,5) могут стать предпосылкой интродукции рода *Zinnia* в новых эдафоклиматических условиях предгорной зоны Крыма (ГТК менее 0,7) с аналогичной влагообеспеченностью территории. Определение степени устойчивости к засухе, помимо визуальной оценки, требует изучения

совокупности физиологических и анатомо-морфо-логических особенностей, которые для представителей рода *Zinnia* не изучены.

В связи с этим была поставлена цель – выявить комплекс анатомических и физиологических особенностей трех видов *Z. peruviana* L., *Z. haageana* Regel. и *Z. violacea* Cav., позволяющий им адаптироваться в Предгорном Крыму.

## Материалы и методы

Исследования проводились на базе Ботанического сада им. Н. В. Багрова Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского». Объектами исследования послужили три вида (*Zinnia peruviana*, *Z. violacea*, *Z. haageana*), впервые интродуцируемые в предгорную зону Крыма. Анатомическое строение главного стебля исследовали в цветоносной, срединной и базальной частях. Пластинку листа изучали в средней части листовой пластинки, ближе к центральной жилке. Временные препараты окрашивали раствором флороглюцина и контрастировали концентрированной соляной кислотой (Pausheva, 1988). Микрофотосъемку вели с помощью микрофотонасадки МФНЭ-1У4.2. Водный дефицит в листьях бесполивых образцов определяли в середине июля, когда температурный максимум достигает +32 ... +35°C.

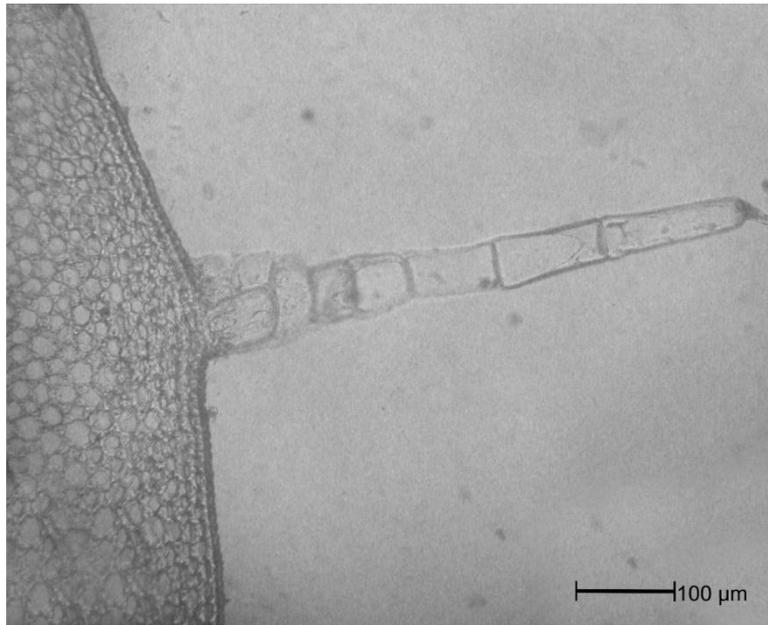
В соответствии с методикой (Viktorov, 1983) вычисляли по формуле:

$$\chi = \frac{V_1}{V_2} \times 100 \text{ в } \%, \text{ где}$$

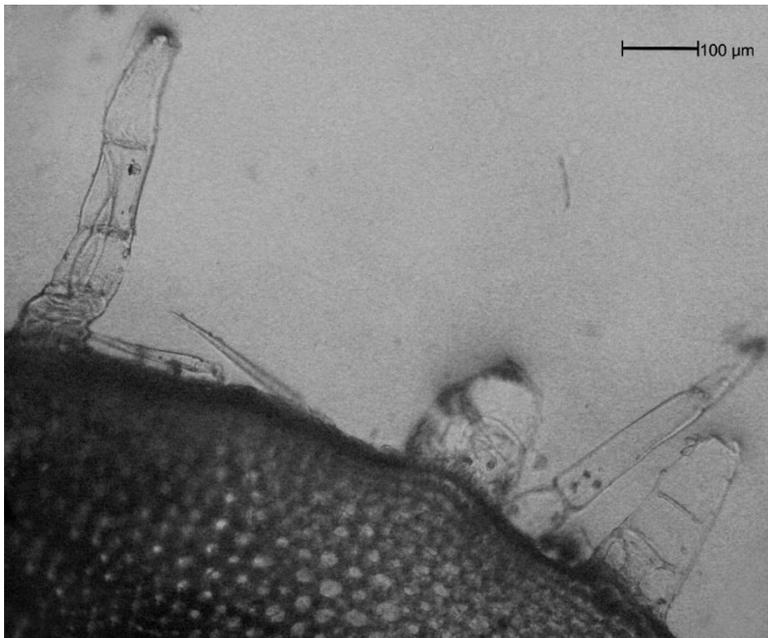
$V_1 = X_2 - X_1$  ( $X_1 - X_2$ ), грамм – вода, поглощенная при насыщении листьев;  $V_2 = X_3 - X_2$ , грамм – общее содержание воды в листьях в состоянии полного насыщения (максимальная оводненность);  $X_1$  – среднее значение влажных побегов при взвешивании сразу после сбора;  $X_2$  – среднее значение насыщенных водой побегов после выдерживания в воде восемь часов;  $X_3$  – среднее значение после полного высушивания в термостате.



*a*



*b*



**Рис. 1. Кроющие трихомы стебля *Z. violacea* (увел. 10x20): а – пятиклеточный трихом с многоклеточным основанием; б – двух-, трех- клеточные трихомы с одноклеточным основанием**

**Fig. 1. The trichomes of the stem in *Z. violacea* Cav. (10x20): *a* – a five-celled trichome with a multicellular base; *b* – two-, three-cell trichomes with a unicellular base**

Опушение базальной части стебля множественными короткими 2-клеточными трихомами, в отличие от Под эпидермой располагается апикальной части, опушенной уголковая колленхима (1–2 ряда), 5–7

слоев округлых паренхимных клеток первичной коры и эндодерма. Уголковая колленхима хорошо развита в базальной и апикальной частях стебля, в срединной же части она заменяется пластинчатой колленхимой. Клетки эндодермы хорошо различимы, заполнены крахмалом (рис. 2).

Центральный цилиндр исследованных видов *Zinnia* образован открытыми коллатеральными пучками, паренхимными лучами и сердцевинной. Проводящие пучки в основании стебля более крупные. Склеренхимные тяжи, образованные лигнифицированными клетками первичной флоэмы, четко различимы как у основания, так и в срединной части стебля, в отличие от апикальной, где первичная флоэма не одревесневает. В базальной части стебля, в пучках, видны первичная и вторичная ксилема. Сосуды вторичной ксилемы расположены правильными радиальными рядами, сосуды первичной ксилемы более мелкие, чем вторичной. Механические волокна ксилемы представлены плотно сомкнутыми толстостенными клетками, которые одревесневают локально. Помимо пучкового, закладывается и межпучковый камбий. В центре стебля располагается сердцевина, размеры клеток которой увеличиваются от периферии к центру. В апикальной части сердцевина разрушается и к моменту зацветания стебель становится полым.

Сравнительный анализ анатомо-морфологических особенностей трех изученных видов показал, что у высокорослого вида *Z. haageana* по всему стеблю хорошо развита уголковая колленхима, которая обеспечивает его устойчивость при сильных ветрах (см. рис. 2в). Наличие интенсивного опушения у этого вида также обеспечивает уменьшение транспирации и, как следствие, экономный расход влаги. Вид *Z. peruviana* отличается наиболее отчетливо дифференцированной перимедулярной зоной,

служащей для накопления пластических веществ (см. рис. 2с).

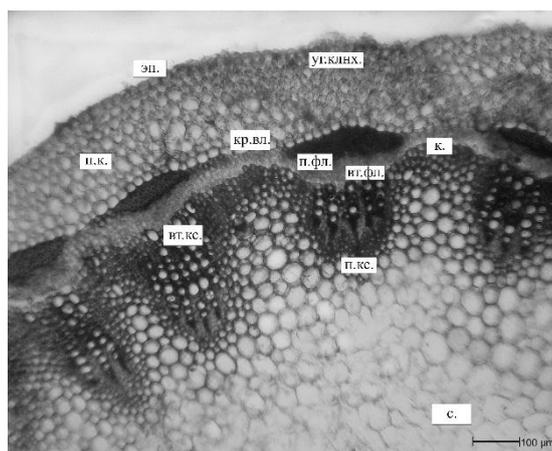
Наличие хорошо развитых механических тканей в стебле циннии (пластинчатая и уголковая колленхимы, одревесневающие элементы проводящих тканей) свидетельствует, с точки зрения Н. А. Генкеля (Genkel, 1975), о приспособленности изученных видов циннии к засушливым условиям.

В основании стебля наиболее представлены лигнифицированные элементы проводящих пучков, выполняющих опорную функцию, в срединной, наоборот, преимущественно развивается пластинчатая колленхима, которая обеспечивает устойчивость стебля на изгиб, а в цветоносе одревесневают только сосуды, обеспечивая необходимую прочность при наличии уголковой колленхимы, которая предупреждает излом и придает гибкость данной части стебля, несущей генеративный орган – соцветие (рис. 2).

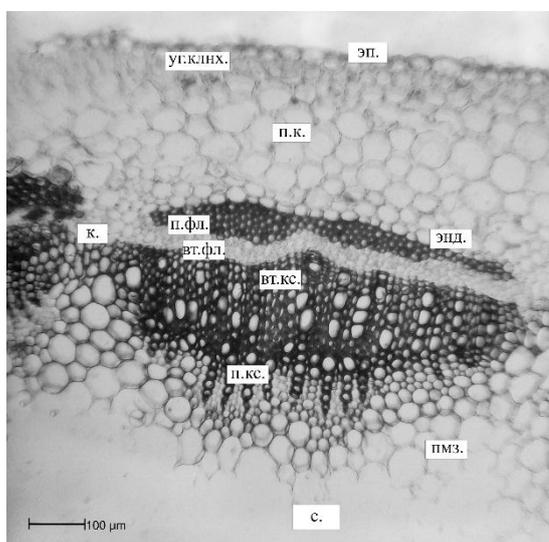
Основной принцип травянистой структуры заключается в депрессии камбиальной деятельности и ярко выраженной паренхимизации центрального цилиндра, что дает возможность быстро откладывать ассимиляционные вещества (Evert, 2015). Пучковое строение травянистого стебля не является типичным для двудольных растений.

Установлено, что в анатомическом строении стебля представителей рода *Zinnia* наблюдается различие структуры апикальной и базальной частей (рис. 3).

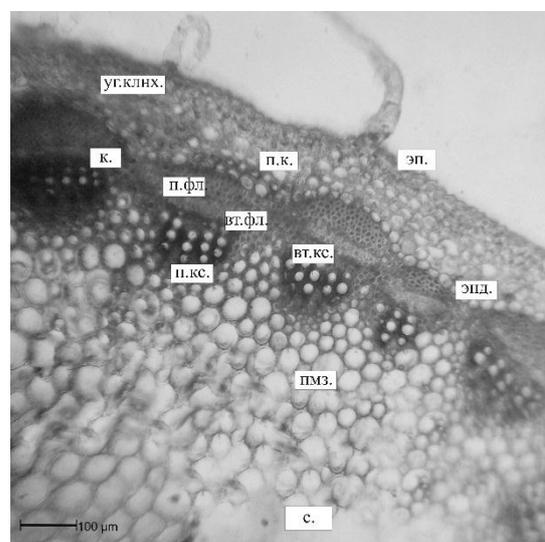
В верхней части листовые следы идут раздельно (рис. 3а), а в нижней – пучки могут сливаться между собой за счет того, что межпучковый камбий продуцирует клетки вторичной флоэмы и ксилемы (рис. 3в). В результате в базальной части образуется прерывающийся массив древесины и луба, представляющий собой переходный тип строения стебля от пучкового к кольцевому.



a



b



c

**Рис. 2. Поперечный срез в срединной части стебля *Z. violacea* (a) *Z. haageana* (b) *Z. peruviana* (c) (увел. 10x20): эп. – эпидерма; уг.клинх. – угольчатая колленхима; п.к. – паренхима первичной коры; кр.вл. – крахмалонасное влагалитце; п.фл. – первичная флоэма; п.кс. – первичная ксилема; к – камбий; вт.фл. – вторичная флоэма; вт.кс. – вторичная ксилема; с – сердцевина; пмз. – перимедулярная зона**

**Fig. 2. Cross section of the middle part of the stem in *Z. violacea* Cav. (a) *Z. haageana* Regel. and (b) *Z. peruviana* L. (c) (10x20): эп. – epiderm; уг.клинх. – angular collenchyma; п.к. – actually the primary cortex; кр.вл. – п.фл. – primary phloem; к. – cambium; ф. – phloem; кс. – xylem; с. – core**

Лист у видов цинии сидячий, пластинка имеет ланцетную или обратояйцевидную форму. Анатомическое строение листовой пластинки на примере вида *Z. violacea* представлена на рисунке 5.

Клетки эпидермы покрыты кутикулой. Мезофилл листа дорзовентрального типа, включает два ряда цилиндрических, плотно сомкнутых клеток палисадной ткани и пять рядов губчатой ткани с клетками неправиль-

ной формы, разделенных межклетниками. Толщина листовой пластинки видов зависит от числа слоев мезофилла и высоты его клеток.

Над главной жилкой, массово формируются крупные кроющие одно-, дву-клеточные трихомы, предохраняющие лист от перегрева и излишнего испарения влаги. Установлено, что листовая пластинка вида *Z. violacea* имеет более интенсивное опушение, чем другие представители рода *Zinnia*. Число

волосков на единицу площади абаксиальной листовой поверхности у *Z. violacea* составляет, в среднем, 8,3 шт./мм<sup>2</sup> (табл. 2)

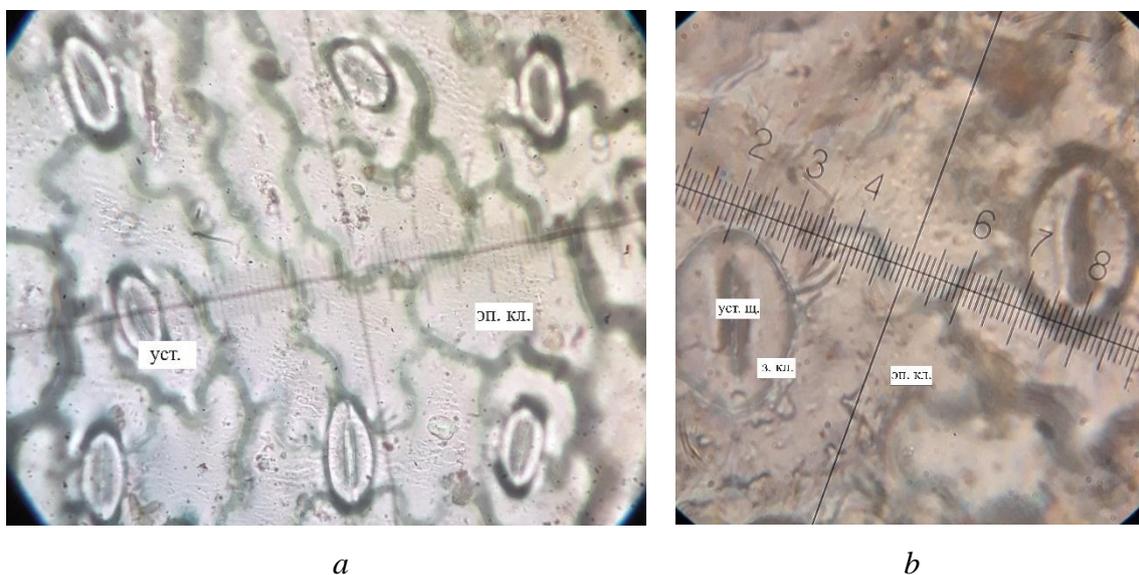
Изученные виды рода *Zinnia* имеют аномоцитный тип устьичных комплексов, замыкающие клетки чечевицевидной формы, устьичная щель веретеновидная. Устьица расположенных на обеих сторонах листа. Наибольшее число устьиц характерно для *Z. violacea* (см. табл. 2; рис. 3).

**Таблица 2. Морфологическая характеристика поверхности листовой пластины видов рода *Zinnia* L.**

**Table 2. Morphological characteristics of the surface of the leaf's blade in *Zinnia* L. spp.**

Вид	Число устьиц, шт./мм <sup>2</sup>				Число трихом, шт./мм <sup>2</sup>	
	абаксиальная		адаксиальная			
	$M \pm m$	Cv, %	$M \pm m$	Cv, %	$M \pm m$	Cv, %
<i>Z. violacea</i>	128,2±5,7	24,3	68,8±3,4	27,0	8,3±0,3	21,3
<i>Z. peruviana</i>	78,1±3,2	23,0	51,8±3,0	24,2	9,1±0,5	20,5
<i>Z. haageana</i>	95,4±3,5	26,0	42,3±2,3	28,5	5,8±0,2	23,0

Примечание:  $M \pm m$  — среднее арифметическое и ошибка средней; Cv, % — коэффициент вариации

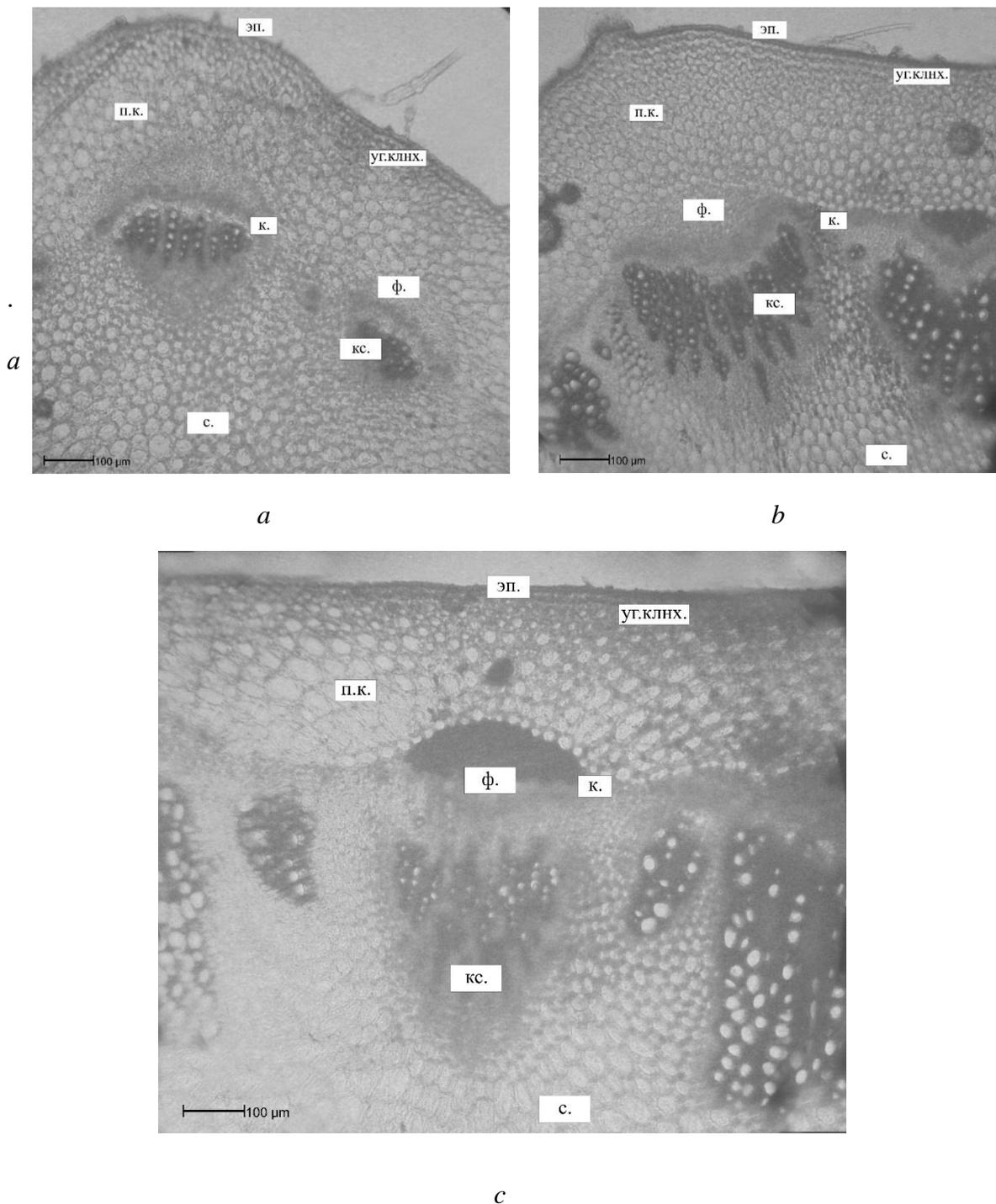


**Рис. 3. Устьица на абаксиальной стороне листовой пластины вида *Z. violacea* Cav. (a – увел. 10×40/0,65; b – увел. 10×100/1,25):**

з. кл. – замыкающие клетки устьица; уст. щ. – устьичная щель; эп. кл. – эпидермальные клетки

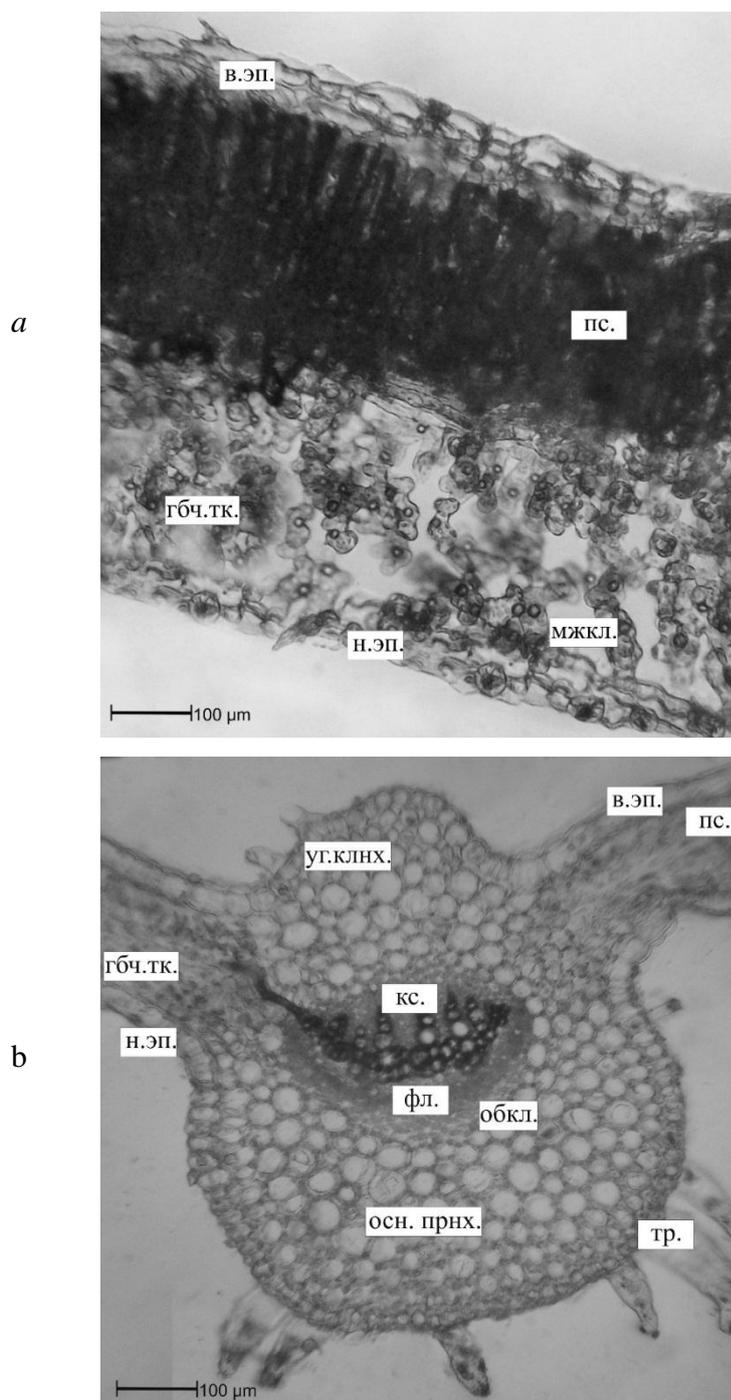
**Fig. 3. Stomata on the abaxial side of the leaf blades in the species *Z. violacea* Cav. (a – took. 10×40/0,65; the b – led. 10×100/1,25):**

з. кл. – the guard cells of the stomata; уст. щ. – ustichnaja; эп. кл. – epidermal cells



**Рис. 4. Поперечный срез на разных высотных уровнях стебля *Z. violacea* (увел. 10x20): *a* – срез на уровне цветonoса; *b* – срез срединной части стебля (вторая пара настоящих листьев); *c* – срез в основании стебля; эп. – эпидерма; уг.к.лнх. – уголково́я колленхима; п.к. – собственно первичная кора; п.фл. – первичная флоэма; к. – камбий; ф. – флоэма; кс. – ксилема; с. – сердцевина**

**Fig. 4. Cross section at different height levels of the stem in *Z. violacea* (10x20): *a* – cut at the level of the peduncle; *b* – a section of the middle part of the stem (the second pair of true leaves); *c* – cut at the base of the stem; эп. – epiderm; уг.к.лнх. – angular collenchyma; п.к. – actually the primary cortex; п.фл. – primary phloem; к. – cambium; ф. – phloem; кс. – xylem; с. – core**



**Рис. 5. Поперечный срез листовой пластинки *Z. violacea* (увел. 10x20): *а* – мезофилл листа; *б* – центральная жилка листа; в.эп. – верхняя эпидерма; гбч.тк. – губчатый мезофилл; пс. – палисадный мезофилл; мжкл. – межклетник; уг.клинх. – уголковая колленхима; кс. – ксилема; фл. – флоэма; обкл. – обкладка пучка; осн. прнх. – основная паренхима; н.эп. – нижняя эпидерма**

**Fig. 5. Cross section of the leaf blade in *Z. violacea* (10x20): *a* – mesophyll leaf; *б* – central vein of the leaf; в.эп. – the upper epiderm; гбч.тк. – spongy mesophyll; пс. – palisade mesophyll; мжкл. – intercellular; уг.клинх. – angular collenchyma; кс. – xylem; фл. – флоэма; обкл. – beam lining; осн. прнх. – basic parenchyma; н.эп. – lower epiderm**

Главная жилка листа представляет собой закрытый коллатеральный пучок, окруженный механической (угловая колленхима) и паренхимной обкладками.

Особенности анатомического строения листовой пластинки свидетельствуют о том, что лист всех изученных видов рода *Zinnia* обладает некоторыми ксероморфными признаками.

Сравнительный анализ анатомо-морфологических особенностей стебля и листа представителей рода *Zinnia* выявил различия между видами по степени одревеснения тканей и интенсивности опушения, которое преобладает у *Z. violacea* и *Z. haageana*. У *Z. peruviana* так же, как и у названных выше видов, имеется хорошо укрепленный и склерифицированный стебель, но опушение на нем выражено слабо.

### Заключение

Установленные ксероморфные признаки в строении листа и стебля представителей рода *Zinnia* позволяют

им приспособиться к лимитирующим факторам среды (повышенная сухость и низкая относительная влажность воздуха, иссушающие ветры, засушливость климата, повышенная инсоляция). Полученные данные свидетельствуют о перспективности интродукции представителей рода *Zinnia* в регионы с климатическими условиями, сходными с условиями естественного ареала видов рода *Zinnia* в Центральной и Северной Америке.

На основании физиологического показателя водного дефицита (4,6%) и особенностей анатомо-морфологического строения (обильное опушение стебля, сокращение числа устьиц, наличие утолщенных наружных стенок эпидермы, покрытых кутикулой, мощных каркас из комплекса живых и одревесневающих механических тканей) вид *Z. violacea* представляется наиболее приспособленным к засушливым условиям Предгорного Крыма, что позволяет рекомендовать его для цветочного оформления в этой зоне и селекции новых засухоустойчивых сортов.

### References/Литература

- Antyufeev V. V.* Directory on climate of the steppe branch of the NBG. Yalta, 2002, 88 p. [in Russian] (*Антюфеев В. В.* Справочник по климату степного отделения НБС. Ялта, 2002. 88 с.).
- Evert R. F.* Esau's plant anatomy. Meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. Madison, 2015, 600 p. [in Russian] (*Эверт Рэй Ф.* Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений: строение, функции и развитие. Мадисон, 2015. 600 с.).
- Falkova T. V.* Guidelines for the integrated assessment of drought resistance of ornamental plants. Yalta, 1985, 40 p. [in Russian] (*Фалькова Т. В.* Методические рекомендации по комплексной оценке засухоустойчивости декоративных растений. Ялта, 1985. 40 с.).
- Frison E. A., Serwinski J.* Directory of european institutions holding crop genetic resources collections. Rome, 1995. 1:155.
- Genkel N. A.* Plant physiology. Moscow, 1985, 335 p. [in Russian] (*Генкель Н. А.* Физиология растений. М., 1975. 335 с.).
- Levko G. D.* Annual plant. Moscow, 2001, 144 p. [in Russian] (*Левко Г. Д.* Однолетние цветы. Москва, 2001. 144 с.).
- Pausheva Z. P.* Workshop on plant cytology. Moscow, 1988, 271 p. [in Russian] (*Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. Москва, 1988. 271 с.).
- Viktorov D. P.* Workshop on physiology. Moscow, 1983, 151 p. [in Russian] (*Викторов Д. П.* Малый практикум по физиологии. М., 1983. 151 с.).
- Yena V. G.* Reserve landscapes of Tauris. Simferopol', 2004, 424 p. [in Russian] (*Ена В. Г.* Заповедные ландшафты Тавриды. Симферополь, 2004. 424 с.).
- World agro-climatic directory.* Leningrad; Moscow, 1937, 418 p. [in Russian] (*Мировой агро-климатический справочник.* Л.; М., 1937. 418 с.).

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-54-62

УДК 664.64.016

**К. Г. Барыльник<sup>1, 2</sup>,  
Л. И. Кузнецова<sup>2</sup>,  
Н. С., Лаврентьева<sup>2</sup>,  
Н. Н. Чикида<sup>3</sup>,  
Л. П. Бекиш<sup>4</sup>,  
Н. М. Комаров<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет ИТМО, 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49,  
e-mail: barylnikk@ya.ru

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности 196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7 литер А

e-mail: niileba@yandex.ru

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44  
e-mail: n.chikida@mail.ru

<sup>4</sup>ФГБНУ Ленинградский НИИ сельского хозяйства, 188338, Ленинградская область, д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1,  
e-mail: lenniish@mail.ru

<sup>5</sup>ФГБНУ Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49,  
e-mail: sniish@mail.ru

**Ключевые слова:**

*ячмень, скороспелость, фотопериодическая чувствительность, аллели локусов Prp и VRN, молекулярные маркеры*

**Поступление:**

08.02.2018

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ОЦЕНКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ МУКИ ИЗ ТРИТИКАЛЕ СТАНДАРТНЫМ И АЛЬТЕРНАТИВНЫМ МЕТОДАМИ

**Актуальность.** Тенденция развития рода Тритикале (*Triticosecale* Wittm. & A. Samus) сосредоточена преимущественно на гексаплоидных видах. Селекционные центры Российской Федерации добились значительных успехов в создании гексаплоидных тритикале для целей кормопроизводства, бродильного, крахмального и хлебопекарного производства. Сортимент каждый год пополняется тремя – пятью новыми сортами. На данный момент для кондитерской и хлебопекарной отрасли введены в действие ГОСТы для зерна и муки тритикале. Качество, предъявляемое к муке тритикале по технологическим параметрам, связывают со стандартами пшеничной муки. Это основное направление, взятое научными учреждениями при оценке хлебопекарных свойств. В свою очередь при подборе методов оценки зерна и муки для сортимента Северо-Западного региона существует проблема низкого качества зерна и муки, связанного с влиянием генотипа ржи и особенностей погодных условий. С учетом ржаного компонента нами выбран альтернативный метод для оценки хлебопекарных свойств тритикале. Привнесение данного метода в общую парадигму хлебопекарных методик расширит практическое внедрение тритикалевой муки в производстве хлебов.

**Материалы и методы.** Исследованы хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале. Изучались селекционные линии Л-30 и МХ Аламо селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» и сортов с преобладанием ржаного и пшеничного генотипа – ‘Квазар’ и ‘Мамучар’ селекции Северо-Кавказского ФНАЦ. Проводилось сравнительная оценка качества зерна, муки односортного помола и хлеба, приготовленного различными методами пробной лабораторной выпечки. Оценка хлебопекарных свойств зерна и муки проводилась по показателям белизны, числа падения, количества и качества сырой клейковины, кислотности и зольности. Лабораторные выпечки проводились по стандартизованной методике ГОСТ 27669-88 для пшеничной муки и по методике СПБФ ФГАНУ НИИХП, разработанной для ржаной муки. **Результаты и выводы.** По результатам пробной выпечки отмечены различия как между географически удаленными сортами, так и внутри группы по показателям кислотности, пористости, удельного объема, формоустойчивости, общей деформации сжатия мякиша. Метод пробной лабораторной выпечки СПБФ ФГАНУ НИИХП на закваске следует применять при переработке зерна тритикале со слабой клейковиной. Наличие клейковины и качества не ниже II группы позволяет оценивать хлебопекарные свойства по методике ГОСТ 27669-88. Технологию выпечки на заквасках СПБФ ФГАНУ НИИХП следует рассматривать как альтернативную.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-54-62

ORIGINAL ARTICLE

**K. G. Barylnik**<sup>1,2</sup>,  
**L. I. Kuznetsova**<sup>2</sup>,  
**N. S. Lavrenteva**<sup>2</sup>,  
**N. N. Chikida**<sup>3</sup>,  
**L. P. Bekish**<sup>4</sup>,  
**N. M. Komarov**<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ITMO National Research  
University,

49, Kronverksky Prospekt,  
St. Petersburg, 197101, Russia  
e-mail: barylnikk@ya.ru

<sup>2</sup>St. Petersburg Branch of the  
Baking Industry Research Institute,  
7, bldg. A, Shosse Podbelskogo,  
Pushkin, St. Petersburg, 196608,  
Russia

e-mail: nihleba@yandex.ru

<sup>3</sup>Federal Research Center the  
N. I. Vavilov All-Russian Institute of  
Plant Genetic Resources,  
42, 44 B Morskaya St.,  
St. Petersburg, 190000, Russia,  
e-mail: n.chikida@mail.ru

<sup>4</sup>Leningrad Research Institute of  
Agriculture "Belogorka",  
1, Institutskaya St., Belogorka,  
Leningrad Province, 188338, Russia  
e-mail: lenniish@mail.ru

<sup>5</sup>North Caucasus Federal  
Agricultural Research Center,  
49, Nikonova St., Mikhaylovsk,  
356241, Russia  
e-mail: sniish@mail.ru

**Key words:**

*triticale, flour, bread, leaven,  
test laboratory baking, L-30,  
MX Alamo, 'Quasar',  
'Mamuchar'*

**Received:**

08.02.2018

**Accepted:**

21.03.2018

## EVALUATING BAKING PROPERTIES OF THE FLOUR FROM TRITICALE BY STANDARD AND ALTERNATIVE METHODS

**Background.** The current breeding work with the triticale crop (genus  $\times$  *Triticosecale* Wittm. & A. Camus) tends to concentrate on hexaploid species. In Russia, breeding centers have made significant progress in the development of hexaploid triticale for the purposes of feed production, fermentation, starch and bakery produce. The assortment of varieties is replenished every year with 3-5 new cultivars. At the moment, the State Standards (GOST) for triticale grain and flour have been put into operation for the confectionery and baking industries. The quality of triticale flour's technological parameters is associated with the standards of wheat flour. This is the main direction accepted by scientific institutions in assessing baking properties. In its turn, selection of methods for evaluation of grain and flour for the range of varieties fit for the Russian North-West faces the problem of poor grain and flour quality linked to the influence of the rye genotype and weather conditions. Taking into account the rye component, we have chosen an alternative method for assessing the baking properties of triticale. The introduction of this method in the overall paradigm of baking techniques will expand the practical use of triticale flour in bread production. **Materials and methods.** Baking properties of flour from triticale grain have been studied. Improved lines L-30 and MH Alamo bred at the Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka" and the cultivars 'Quasar' and 'Mamuchar' with predominance of rye and wheat genotypes developed at the North Caucasian Federal Agricultural Research Center has been analyzed. A comparative assessment of the quality of grain, flour of single-grade grinding, and bread prepared by various methods of test laboratory baking was carried out. Baking properties of grain and flour were evaluated using the indicators of whiteness, falling number, food gluten amount and quality, acidity, and ash content. Laboratory baking was carried out according to the standard method GOST 27669-88 for wheat flour and by the method of St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute developed for rye flour. **Results and conclusions.** According to the results of the test baking, differences were observed both between geographically distant varieties and within the group in such indicators as acidity, porosity, specific volume, shape stability, and general deformation of crumb compression. The test laboratory baking technique of St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute based on leaven should be used in the processing of triticale grain with weak gluten. The presence of gluten and quality not lower than group II makes it possible to evaluate baking properties by the GOST 27669-88 method. Baking technology based on leaven developed at St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute should be considered as an alternative.

## Введение

Культура тритикале в настоящее время укрепляет позиции в таких нишах, как кормопроизводство, бродильное производство, и в одном из главных направлений в мире – хлебопекарном и кондитерском производстве. Использование тритикалевой муки в получении хлеба привлекает ученых и технологов с момента создания культуры тритикале в связи с повышенным содержанием белка по сравнению с родителями (рожью и пшеницей). Состав аминокислот типичен для злаковых, при этом содержание лимитирующих аминокислот (лизин и триптофан), а также минеральных веществ (калий, кальций, железо, магний) и витаминов группы В является повышенным (Karchevskaja, 2010).

В Российской Федерации мировая коллекция составляет более 6000 сортов тритикале различного эколого-географического происхождения. Большая доля исследований для целей расширения сырьевой базы приходится на использование муки из зерна тритикале для производства хлебобулочных изделий (Erkinbaeva, 2012).

Статистический анализ данных качества зерна тритикале позволяет классифицировать зерно по хлебопекарным свойствам в связи с преобладанием в генотипе пшеничных и ржаных свойств. Преобладание свойств пшеницы в генотипе указывает на пониженную ферментативную активность (число падения 180–225 с.) с короткорвущейся и средней клейковиной; влияние генотипа и преобладание свойств ржи свидетельствует на высокую ферментативную активность – число падения 100–140 с. и слабая по силе клейковина (Karchevskaja, 2010; Erkinbaeva, 2012).

Положительные результаты селекции тритикале пока не дают возможности

сказать, что существуют формы идеальной модели растения, реализующие продуктивный потенциал в большинстве почвенно-климатических условиях. Основным направлением в селекции хлебных злаков, в которую входит культура тритикале, остается отбор форм на повышенное содержание и высокое качество клейковины (Vysockaja, 2009).

Северо-Западный регион России по сравнению с другими округами имеет низкие теплообеспеченность и приход фотосинтетической радиации в течение вегетационного периода, которые являются фактором, снижающим содержание клейковины в зерне (до полного отсутствия). Выведение сорта в данных климатических условиях для исследователя-селекционера становится трудновыполнимой задачей. В связи с этим, требуется определить хлебопекарные свойства дополнительными методами, и подобрать соответствующие технологии хлебопекарного производства, что позволит наиболее точно оценить существующие сорта и селекционные формы (Baryl'nik, Kuznesova, 2017).

Испытание селекционных образцов ленинградской селекции с преобладанием ржаных свойств и адаптивностью к местным условиям, а также сортов ставропольской селекции, выделяющихся качеством зерна с преобладанием в генотипе как пшеничных, так и ржаных свойств сможет определить их ценность в селекционном и хлебопекарном направлении. Важная особенность данных сортов – устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам среды, и сбалансированный состав нутриентов (Vysockaja, 2010; Baryl'nik, 2016)

## Материалы и методы

Проведены испытания двух селекционных номеров озимой тритикале Л-30 и МХ Аламо селекции

Ленинградского НИИСХ «Белогорка», которые на данный момент находятся в конкурсном испытании для последующей передачи в государственное сортоиспытание и двух сортов озимой тритикале 'Квазар' и 'Мамучар' селекции ФГБНУ Северо-Кавказского ФНАЦ, прошедших государственное испытание и внесенных в реестр допущенных к использованию сортов на территории РФ. Зерно получено из селекционных учреждений.

Определение качеств зерна: влажность – ГОСТ 9404-88, белизна – ГОСТ 26361-2013,

число падения – ГОСТ 27676-88, количество и качество сырой клейковины – ГОСТ 54478-2011, определение кислотности – ГОСТ 10844-74, зольность – ГОСТ 27494-87.

Мука получена с помощью лабораторной мельницы фирмы «BUNLER» (тип MLU-202). Зерно при подготовке к помолу увлажняли до влажности 15,0%, отволаживание проводили в течение 14 ч. Помол проводили односортовый с выходом муки 75%. Вымол сходов с последних

драных и размольных систем осуществляли на вымольных машинах.

Определение качественных показателей муки из тритикала проводили по стандартизованным методикам. Влажность оценивали по ГОСТ 9404-88. Белизна по ГОСТ 26361-2013. Число падения по ГОСТ 27676-88. Количество и качество сырой клейковины муки по ГОСТ 27839-88. Крупность помола муки по ГОСТ 27560-87.

Выпечку хлеба осуществляли по ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки» и по методике СПБФ ФГАНУ НИИ ХП с использованием жидкой закваски без заварки. Дальнейшую оценку хлебопекарных свойств образцов проводили стандартизованными методами.

Образцы зерна с технологической стороны, отличались по автолитической активности, в зависимости от региона происхождения. Показатели качества зерна сортов и селекционных образцов озимой тритикале размещены в таблице 1

**Таблица 1. Показатели качества зерна селекционных номеров Л-30 и МХ Аламо и сортов 'Квазар' и 'Мамучар'**  
**Table 1. Grain quality values of the improved lines L-30 and MX Alamo and the varieties 'Quasar' and 'Mamuchar'**

Наименование показателей	Значение показателей для зерна			
	Л-30	МХ Аламо	Квазар	Мамучар
Влажность, %	9,8	10,9	10,5	10,6
Белизна, ед.пр.	11	9	0	0
Число падения, с	62	62	239	130
Кислотность, град	2,8	3,0	1,6	2,4
Зольность, %	1,87	1,98	1,92	1,73

Результаты, представленные в таблице 1, свидетельствуют, что образцы зерна Ленинградской селекции характеризовались высокой автолитической активностью (ЧП – 62 с). Образцы сортов Ставропольской селекции имели повышенную автолитическую активность ('Мамучар' – 130) и низкую автолитическую активность ('Квазар' – 239). Низкую кислотность имел сорт 'Квазар' – 1,6.

Клейковина в зерне ни одного из исследуемых образцов зерна не отмывалась. Согласно ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия» образцы по характеристикам и нормам отнесены к последнему 3 классу в связи с отсутствием клейковины. Показатели качества муки, полученной при односортом помоле, представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Показатели качества тритикалевой муки селекционных линий и сортов**  
**Table 2. Quality values of triticale flour milled from the improved lines and varieties**

Наименование показателей	Значение показателей селекционных номеров и сортов			
	Л-30	МХ Аламо	Квазар	Мамучар
Влажность, %	11,9	11,8	11,9	11,9
Белизна, ед. пр.	62	60	58	66
Число падения, с	66	68	256	139
Количество сырой клейковины, %	-	6,0	12,9	17,0
Качество клейковины, условных единиц прибора ИДК	-	106 III группа	100 II группа	82 II группа
Крупность помола: остаток на сите № 45/50 ПА, %	0,2	0,4	0,6	0,4
Сорт муки по ГОСТ 34142-2017	-	-	-	T-120

Анализ полученных результатов (см. табл. 2) показывает, что образцы муки из зерна тритикале селекционного образца МХ Аламо отличалась наличием небольшого количества (6,0%) неудовлетворительно слабой (III гр.) клейковины. Клейковина из муки зерна тритикале Л-30 не отмывалась. Таким образом, тритикале образцов МХ Аламо и Л-30 по сравнению с сортами ставропольской селекции 'Квазар' и 'Мамучар' менее пригодны в хлебопечении в связи с низким качеством и отсутствием клейковины и высокой автолитической активностью (число падения 66–68 с).

Мука из зерна сортов тритикале 'Мамучар' и 'Квазар' отличалась более высокими значениями числа падения (139–256 с), содержанием клейковины

на уровне 12,9–17,0%. Оба сорта по показателю ИДК соответствовали II группе качества. Сорт 'Мамучар' отнесен к сорту муки Т-120 нового стандарта для тритикалевой муки.

Для проведения испытаний по выпечке пробных лабораторных образцов формировали муку с расчетной зольностью 0,75% путем смешивания в определенном соотношении тонких отрубей, муки, полученной при односортом помоле и после вымола тонких отрубей. Пробные лабораторные выпечки проводили из 300 г муки. Закваску для пробной лабораторной выпечки по методике СПбФ ФГАНУ НИИХП готовили влажностью 65,0%, в тесто вносили с закваской 30% муки. Количество воды на замес теста по методике ГОСТ устанавливали с

помощью фаринографа при скорости вращения лопастей 30 об/мин, исходя из консистенции теста  $310 \pm 10$  ЕФ. Расчетная влажность теста, приготовленного по ГОСТу 27669-88 и по методике СПб ФГАНУ НИИХП была одинакова. Из выброженного теста

формовали одну заготовку для подового хлеба. Расстойку и выпечку тестовых заготовок проводили на листах. Исследуемые образцы оценивали по комплексу показателей (табл. 3), в том числе органолептически (рис. 1–4).

**Таблица 3. Показатели пробных лабораторных выпечек из тритикалевой муки по ГОСТ 27669-88 и методике СПбФ ФГАНУ НИИХП**  
**Table 3. Values of test laboratory baking from triticale flour according to the GOST 27669-88 method and the technique of St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute**

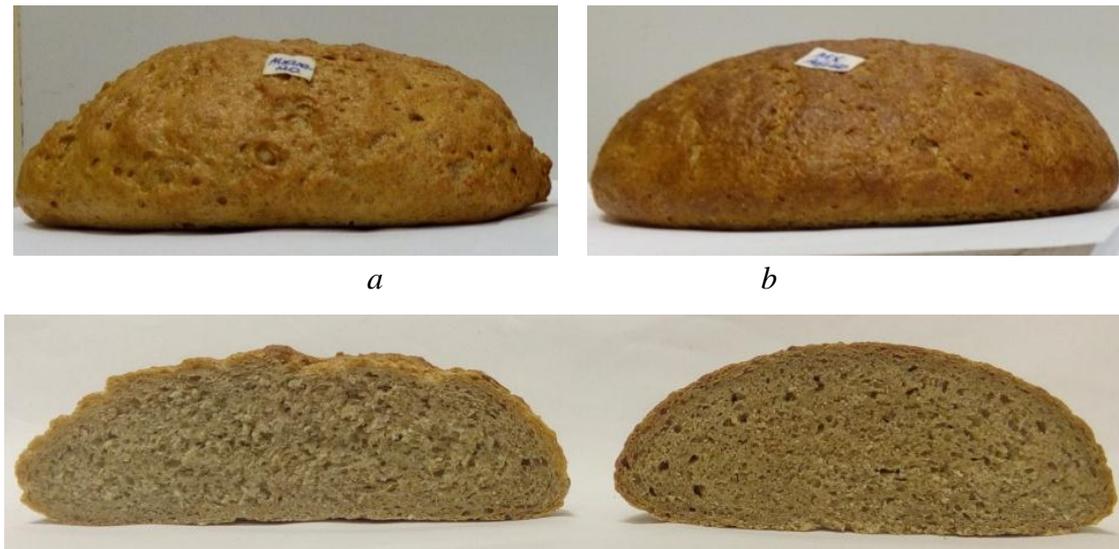
Наименование показателей	Значение показателей пробной выпечки							
	по ГОСТ 27669-88				по методике СПбФ ФГАНУ НИИХП			
	Л-30	МХ Аламо	Квазар	Мамучар	Л-30	МХ Аламо	Квазар	Мамучар
Влажность, %	43,8	44,4	44,6	44,2	43,5	44,7	44,4	44,0
Кислотность, град	1,8	2,0	1,2	1,4	4,2	4,4	4,2	3,4
Пористость, %	71	72	67	71	65	63	67	67
Удельный объём, см <sup>3</sup> /г	2,2	2,2	2,2	2,9	1,9	1,9	1,9	2,1
Формоустойчивость (Н/D)	0,28	0,29	0,32	0,45	0,32	0,37	0,39	0,38
Общая деформация мякиша, ед. пр.	17	21	15	19	13	17	13	13

Полученные результаты свидетельствуют, что хлеб из муки сортов и линий, выпеченный на закваске, имеет более высокую кислотность и лучшую формоустойчивость. Хлеб из муки сорта 'Мамучар' имел более высокое значение формоустойчивости при выпечке по ГОСТ (0,45 против 0,38 на закваске).

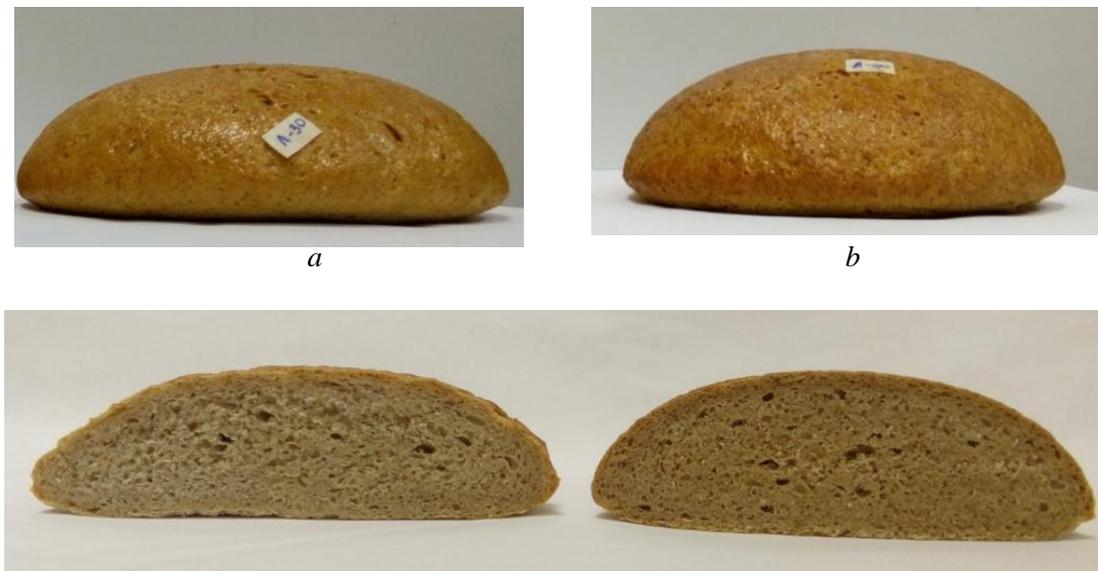
Показатели удельного объема, пористости и общей деформации сжатия мякиша хлеба образцов, выпеченных по ГОСТ незначительно выше или имеют близкие значения, чем по методике СПбФ ФГАНУ НИИХП. Более высокое значение удельного объема имел хлеб из

муки сорта 'Мамучар', приготовленный по методике ГОСТ 27669-88 (2,9 против 2,1 на закваске).

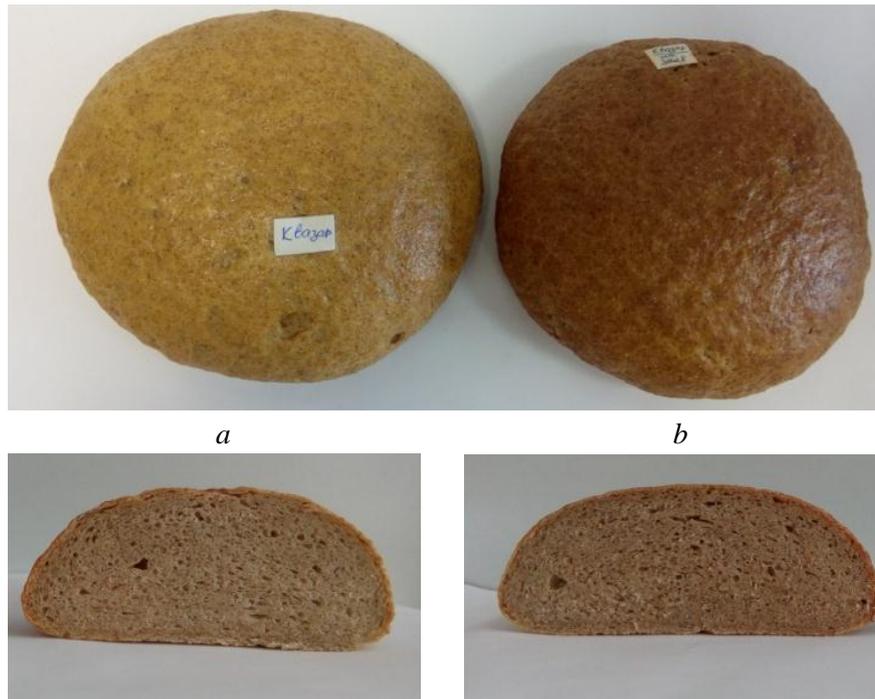
Органолептическая оценка показала более выраженную и приятную «кислинку» всех образцов хлеба приготовленных на закваске, более темный цвет корок и мякиша. Образцы хлеба из муки тритикале селекционных линий Л-30 и МХ Аламо, выпеченные по ГОСТ, имели липкий заминающийся мякиш, в отличие от образцов, выпеченных с использованием альтернативной методики на заквасках – мякиш более эластичный и плотный.



**Рис. 1.** Хлеб подовый из муки зерна тритикале селекционной линии МХ Аламо, выпеченный по методу пробной лабораторной выпечки (а) – по ГОСТ 27669-88, (б) – разработанной в СПбФ ФГАНУ НИИХП  
**Fig. 1.** Toppling bread baked from triticale grain flour of the improved line МН Alamo according to the test laboratory baking methods: (a) GOST 27669-88; (b) developed by St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute

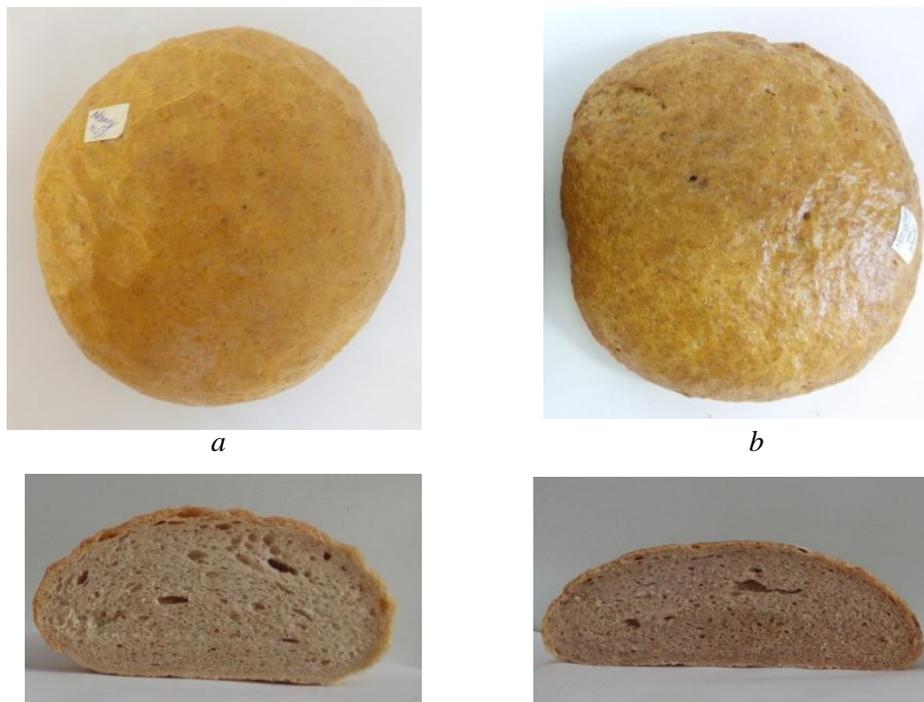


**Рис. 2.** Хлеб подовый из муки зерна тритикале селекционной линии Л-30, выпеченный по методу пробной лабораторной выпечки (а) – по ГОСТ 27669-88, (б) – разработанной в СПбФ ФГАНУ НИИХП  
**Fig. 2.** Toppling bread baked from triticale grain flour of the improved line L-30 according to the test laboratory baking methods: (a) GOST 27669-88; (b) developed by St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute



**Рис. 3. Хлеб подовый из муки зерна тритикале сорта 'Квазар', выпеченный по методу пробной лабораторной выпечки (a) – по ГОСТ 27669-88, (b) – разработанной в СПбФ ФГАНУ НИИХП**

**Fig. 3. Toppling bread baked from triticale grain flour of var. 'Quasar' according to the test laboratory baking methods: (a) GOST 27669-88; (b) developed by St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute**



**Рис. 4. Хлеб подовый из муки зерна тритикале сорта 'Мамучар', выпеченный по методу пробной лабораторной выпечки (a) – по ГОСТ 27669-88, (b) – разработанной в СПбФ ФГАНУ НИИХП**

**Fig. 4. Toppling bread baked from triticale grain flour of var. 'Mamuchar' according to the test laboratory baking methods: (a) GOST 27669-88; (b) developed by St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute**

**Выводы**

Проведенные исследования показывают, что для оценки хлебопекарных свойств муки из зерен тритикале предпочтительным является метод пробной лабораторной выпечки на закваске. При наличии клейковины по

качеству не ниже II группы оценки хлебопекарных свойств телесообразно вести по методике ГОСТ 27669-88.

Для выпечки хлеба из муки тритикале с низким содержанием и качеством клейковины технологию на заквасках СПбФ ФГАНУ НИИХП следует рассматривать как альтернативную.

**References/Литература**

- Vysockaja I. B., Krivenko A. A., Baryl'nik K. G.* Selekcijnyje aspekty sozdanija ustojchivoj kultury tritikale v adaptivnom rastenievodstve Central'nogo Predkavkaz'ja // Sb. «Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov i jekologicheskoe sostojanie v sovremennoj Evrope» po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Stavropol', 2009, pp. 52–55 [in Russian] (*Высоцкая И. Б., Кривенко А. А., Барыльник К. Г.* Селекционные аспекты создания устойчивой культуры тритикале в адаптивном растениеводстве Центрального Предкавказья // Сб. «Рациональное использование природных ресурсов и экологическое состояние в современной Европе» по материалам международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2009. С. 52–55).
- Karchevskaja O. E., Dremucheva G. F.* Issledovanija hlebopekarnyh svojstv tritikalevoj muki v proizvodstve hleba. V sbornike: «Tritikale». Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. «Rol' tritikale v stabilizacii i uvelichenii proizvodstva zerna i kormov». Rostov-na-Donu, 2010, pp. 229–231 [in Russian] (*Карчевская О. Е., Дремучева Г. Ф.* Исследования хлебопекарных свойств тритикалевой муки в производстве хлеба // Сб. «Тритикале». Материалы международной научно-практической конференции. «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов». Ростов-на-Дону, 2010. С. 229–231).
- Baryl'nik K. G., Kuznecova L. I., Lavrent'eva N. S., Savkina O. A., Chikida N. N.* Sravnitel'naja harakteristika hlebopekarnyh svojstv pshenicy i pshenichno-pyrejnogo gibrid // Sb. dokl. mezhd. nauch.-tehn. konf. (1-2 marta 2016 g.) «Kazahstan-Holod 2016». Almaty : ATU, 2016, pp. 19–23 [in Russian] (*Барыльник К. Г., Кузнецова Л. И., Лаврентьева Н. С., Савкина О. А., Чикида Н. Н.* Сравнительная характеристика хлебопекарных свойств пшеницы и пшенично-пырейного гибрида // Сб. докл. межд. науч.-техн. конф. (1-2 марта 2016 г.) «Казakhstan-Холод 2016». Алматы : АТУ, 2016. С. 19–23).
- Baryl'nik K. G., Kuznecova L. I., Lavrent'eva N. S., Chikida N. N., Komarov N. M.* Sravnitel'naja ocenka hlebopekarnyh svojstv muki tritikale. Sbornik nauchnyh trudov jubilejnogo foruma, posvjashhennogo 85-letiju so dnja osnovanija FGANU «Nauchno-issledovatel'skij institut hlebopekarnoj promyshlennosti» (23-24 nojabrja 2017 g.). Moscow, 2017, pp. 13–16 [in Russian] (*Барыльник К. Г., Кузнецова Л. И., Лаврентьева Н. С., Чикида Н. Н., Комаров Н. М.* Сравнительная оценка хлебопекарных свойств муки тритикале. Сборник научных трудов юбилейного форума, посвященного 85-летию со дня основания ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» (23-24 ноября 2017 г.). М., 2017. С. 1–16).
- Erkinbaeva R., Ivanova O., Samsonov E., Karchevskaja O., Dremucheva G.* Innovacii v tehnologii hlebobulochnyh izdelij iz muki zerna tritikale // Zh. Hleboprodukty. 2012, no. 2, pp. 48–49 [in Russian] (*Еркинбаева Р., Иванова О., Самсонов Е., Карчевская О., Дремучева Г.* Инновации в технологии хлебоулучных изделий из муки зерна тритикале // Ж. Хлебопродукты. 2012. № 2. С. 48–49).
- Vysockaja I. B., Krivenko A. A., Kovtunenکو V. Ja., Esaulko N. A., Baryl'nik K. G.* Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov ozimoy tritikale razlichnogo jekologo-geneticheskogo proishozhdenija na chernozeme obyknovennom // Sbornik «Sostojanie i perspektivy razvitija Agropromyshlennogo kompleksa Severo-Kavkazskogo Federal'nogo okruga 74-ja Nauchno-prakticheskaja konferencija. 2010, pp. 11–14. [in Russian] (*Высоцкая И. Б., Кривенко А. А., Ковтуненко В. Я., Есаулко Н. А., Барыльник К. Г.* Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале различного эколого-генетического происхождения на черноземе обыкновенном // Сб. «Состояние и перспективы развития Агропромышленного комплекса Северо-Кавказского Федерального округа» 74-я Научно-практическая Конференция 2010. С. 11–14).

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-63-77

УДК 633.34: 631.527 (574.42)

**С. В. Дидоренко<sup>1</sup>,  
Ю. Н. Спрягайлова<sup>2</sup>,  
А. И. Абугалиева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «Казахский НИИ  
земледелия и растениеводства»,  
040909, Казахстан, пос.

Алматы, ул. Ерлеспесова, д. 1  
e-mail: Svetl\_did@mail.ru

<sup>2</sup> ТОО «Восточно-Казахстанский  
НИИ сельского хозяйства»,  
070512, Казахстан, Глубоковский  
Опытное поле, ул. Нагорная, д. 3

**Ключевые слова:**

*соя, раннеспелость, сорта,  
урожайность, протеин*

**Поступление:**

03.09.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**СЕЛЕКЦИЯ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ НА ВОСТОКЕ  
КАЗАХСТАНА**

**Актуальность.** Приоритетным направлением в селекции сои для расширения посевных площадей за счет неполивных земель восточного и северного Казахстана является создание скороспелых сортов зернового направления, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Это, наряду с привлечением и испытанием сортов из других регионов, требует, в первую очередь, создания собственной гибридной базы для селекционных работ по сое в условиях Восточно-Казахстанской области. **Материалы и методы.** Коллекционные сорта и селекционные образцы сои изучали на полевых стационарах Казахского НИИ земледелия и растениеводства и Восточно-Казахстанского НИИ сельского хозяйства. Закладка полевого опыта осуществляли по общепринятой методике Б. А. Доспехова, в качестве стандарта использовали скороспелый сорт 'Десна', районированный в данной области. Гибридизацию вели по методике С. В. Дидоренко и др. Структурный анализ выполняли по методике Н. И. Корсакова. Биохимические исследования проводились на ИК-анализаторе (FOSS 1541), откалиброванном по протеину методом Къельдаля (ГОСТ 10846-91), по жиру – методом Сосклетта (ГОСТ 10857-96). **Результаты и заключение.** Осуществлена гибридизация по 104 комбинациям скрещивания, кастрировано и опылено 3624 цветка. Процент завязываемости составил в среднем 10,8%. По полной схеме селекционного процесса изучено 1395 линий и образцов сои. Выделены скороспелые, высокоурожайные, высокобелковые образцы. В 2014 г. на Государственное сортоиспытание Республики Казахстан передан новый сорт сои – 'Бірлік KB' (№ 404), с вегетационным периодом 95–100 дней, урожайность которого за годы исследований в конкурсном сортоиспытании (2012–2014 гг.) составила в среднем 21,9 ц/га, что на 1,5 ц/га выше стандартного сорта 'Десна' (20,4 ц/га). В 2017 г. сорт допущен к использованию в Восточно-Казахстанской области. В 2016 году на Государственное сортоиспытание Республики Казахстан передан новый сорт сои – 'Восточная красавица' (№ 362), с вегетационным периодом 110–115 дней, урожайность которого за годы исследований в конкурсном сортоиспытании (2012–2016 гг.) составила в среднем 32,8 ц/га, что на 5,2 ц/га выше стандартного сорта 'Десна'.

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-63-77

ORIGINAL ARTICLE

S. V. Didorenko<sup>1</sup>,  
Yu. N. Spryagaylova<sup>2</sup>,  
A. I. Abugalieva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazakh Research Institute of  
Agriculture and Plant Growing,  
1, Yerlepesova St., Almalyk,  
040909 Kazakhstan  
e-mail: Svetl\_did@mail.ru

<sup>2</sup>East Kazakhstan Research  
Institute of Agriculture,  
3, Nagornaya St., Opytnoye Pole,  
Glubokovsky Dist., 070512,  
Kazakhstan

**Key words:**

*soybean, early maturity,  
varieties, yield, protein*

**Received:**

03.09.2017

**Accepted:**

21.03.2018

## BREEDING OF EARLY MATURING SOYBEAN VARIETIES IN EAST KAZAKHSTAN

**Background.** To expand the cropping area at the expense of non-irrigated lands in the east and north of Kazakhstan, the priority trend in soybean breeding is the development of early-maturing cultivars for grain production purposes, adapted to local soil and climate environments. Along with testing and utilization of crop resources from other regions, the primary concern is to build up the region's own hybridization base for soybean breeding in the environments of East Kazakhstan Region. **Materials and methods.** Soybean collection varieties and cultigenic accessions were studied at the field stations of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing and East Kazakhstan Research Institute of Agriculture. The field experiment was designed according to B.A. Dospekhov's standard method, with the early-maturing cultivar 'Desna', which was commercialized in this area, being used as the reference. Hybridization was carried out using S. V. Didorenko's technique. Structural analysis was performed by the method of N. I. Korsakov. Biochemical studies were performed on an IR analyzer (FOSS 1541) calibrated for protein by the Kjeldahl method (GOST 10846-91), and for fat by the Soxhlet method (GOST 10857-96). **Results and conclusion.** Hybridization was carried out for 104 combinations of crosses, and 3,624 flowers were castrated and pollinated. The percentage of setting was on average 10.8%. According to the full scheme of the breeding process, 1,395 soybean lines and accessions were studied. Early-maturing high-yielding accessions with high protein content were identified. In 2014, a new soybean cultivar was submitted to the State Variety Trials of the Republic of Kazakhstan – 'Birlik KV' (No. 404) which has a growing season of 95–100 days and an average yield, as had been recorded over the years of testing (2012–2014), of 2.19 t/ha, which is 0.15 t/ha higher than the reference cv. 'Desna' (2.04 t/ha). In 2017, this cultivar was approved for cultivation in East Kazakhstan Region. In 2016, the new soybean cultivar 'Vostochnaya Krasavitsa' (Oriental Beauty) (No. 362) was submitted to the State Variety Trials of the Republic of Kazakhstan. It has a growing season of 110–115 days, and an average yield over the testing period (2012–2016) of 3.28 t/ha, which is 0.52 t/ha higher than the reference cv. 'Desna'.

## Введение

Селекционная работа по созданию скороспелых сортов сои почти во всех странах мира ведется с учетом местных почвенно-климатических условий (Ozyakova, Popolzukhina, 2014). Селекционеры интенсивно работают над выведением скороспелых, холодостойких и одновременно высокопродуктивных сортов, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям. Однако не все скороспелые сорта являются таковыми при интродукции в другие страны. Ограничивающие моменты для формирования семян в более северных условиях – недостаточная сумма температур за период роста и длительность светового дня, поскольку соя является короткодневным растением. Только образцы со слабой фотопериодической чувствительностью могут относительно рано зацвести и образовать семена в условиях длинного светового дня. (Seferova et al., 2007).

Выведение скороспелых и одновременно продуктивных сортов является трудной задачей в селекции сои. При изучении возможности совмещения в сорте важнейших хозяйственных достоинств – высокой урожайности и скороспелости – нами учитывалась способность отдельных скороспелых сортообразцов формировать сравнительно небольшое количество ветвей на растении без существенного снижения зерновой продуктивности. При выведении скороспелых (90 дней) сортов сои в условиях орошения целесообразно привлекать в скрещивания ранние сортообразцы, имеющие в своей родословной одного из родителей со средними или поздним сроками созревания. При отборе важно выделять морфобиотипы, у которых скороспелость сопровождается незначительным ветвлением стебля. Селекцию на получение сортов с более высокой и рентабельной в условиях орошения урожайностью (2,5–3 т/га зерна) и

оптимальной скороспелостью (100 дней) необходимо ориентировать на повышение фотосинтетического потенциала и листовой поверхности за короткий межфазный период цветение-налив семян (Tolokonnikov, Koshkarova, 2016).

В 1970-х годах П. П. Вавилов и Г. С. Посыпанов научно обосновали возможность продвинуть сою на север. Лишь в 1990-х годах созданы и рекомендованы сорта этой ценнейшей пищевой и кормовой культуры для сибирского региона России: ‘СибНИИК 315’, ‘Омская 4’, ‘Алтом’. В настоящее время созданы более продуктивные скороспелые сорта для условий западной Сибири – ‘Эльдорадо’, ‘Золотистая’, ‘Дина’ (Omelyanyuk, 2014).

Впервые проведен широко-масштабный скрининг скороспелых сортов сои в полевых условиях Северо-Запада РФ (Ленинградская обл.) и выявлены образцы, способные формировать урожай семян в данных условиях. Изучена реакция скороспелых сортов сои на ранние сроки посева в условиях Северо-Запада РФ (Gerasimova, 2009).

Исследования свидетельствуют о возможности и необходимости расширения ареала возделывания сои до 56° с. ш. и перспективности использования сортов северного экотипа на зерно с целью решения белковой проблемы, увеличения разнообразия и стабилизации продукционного процесса в растениеводстве (Posipanov et al., 2007).

В селекционном процессе уделяется внимание повышению генетического разнообразия путем привлечения исходного материала различного происхождения и групп спелости (Goloenko, 2006). Экологическое сортоиспытание сортов сои позволило О. И. Хасбиуллиной (Has-biullina et al., 2012) выявить стабильные по реакции на изменение условий среды сорта раннеспелой и среднеспелой группы: ‘Приморская 13’, ‘Венера’, ‘Приморская 301’, сорта с

высоким потенциалом урожайности и средне-позднеспелой и позднеспелой групп: 'Приморская 96', 'Приморская 69', 'Приморская 86' и 'Приморская 4'

И. Я. Моисеенко и О. А. Зайцева (Moiseenko, Zaitseva, 2009) исследовали 148 сортообразцов сои мировой коллекции ВИР на важнейшие хозяйственные и селекционные показатели в условиях юго-западной зоны Нечерноземья России. Они рекомендуют при создании сортов сои северного экотипа по комплексу признаков и свойств использовать, в первую очередь, в селекционном процессе при составлении комбинаций скрещивания сорта российской селекции: 'СибНИИСХОЗ б', 'Светлая', 'Окская', 'Ланцетная', 'Брянская МИЯ', 'Брянская 11', 'Лада', 'Соер 34-91', 'Соер 13-91', 'Восход 1191/79', 'Закат', 'Зейка'; селекции Беларусь: 'Щара', 'Припять', 'СН 23-42'; селекции Украины: 'Елена', 'Киевская 48', 'Киевская 27', 'Медя', 'Харьковская', 'Харьковская скороспелая'; селекции Молдовы: 'Тимпурия', Линия 404/87; селекции Польши: 'Aldana', 'LMF', 'Jutro' и 'Luteo'; селекции Канады: 'OAC Vision', 'Alta', 'FL-2', 'OAC Erin', 'AC Albatros', 'Korada'; селекции Китая: 'Dong-nong 36', 'Bei liang', 'Gong ning'; селекции Швеции: 'Fiskeby II', 'Fiskeby IV', 'Fiskeby V', 'Bravalla'; селекции Франции: 'Labrador', 'Armour'; селекции США: 'MON 23', 'Caloria'; чешской селекции – 'Rostock'.

При создании сортов необходимо учитывать научные и практические положения для повышения урожайности зерна, холодоустойчивости, засухоустойчивости, пригодности к индустриальной технологии возделывания, повышения качества (Golovenko, 2007). Также существует реальная необходимость учета величины пластичности сорта при программировании урожая в определенной зоне возделывания (Butovecz, 2011).

В. М. Пенчуков, Н. И. Зайцев, Н. З. Дудка, Н. А. Мацола представили новые сорта сои для условий неустойчивого увлажнения Северного Кавказа (Penchukov et al., 2012).

Исследования холодостойких сортов сои позволили С. В. Зеленцу, Е. В. Мошненко (Zelenczov, Moshnenko, 2010) получать всходы этой культуры уже в апреле, что предполагает возможность использования холодостойких сортов в северных областях Казахстана.

На протяжении уже более 50 лет в Республике селекцией сои занимается Казахский НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР). В институте создано около 20 сортов сои, 12 из которых допущены к использованию на территории Республики Казахстан. Однако эти сорта предназначены для возделывания на юге и юго-востоке Республики.

В настоящее время назрела необходимость в создании скороспелых и ультраскороспелых сортов сои для продвижения этой культуры в северные и восточные регионы Казахстана (Didorenko et al., 2015). В связи с этим начаты селекционные работы по сое в Восточно-Казахстанском НИИ сельского хозяйства (ВКНИИСХ) и Костанайском НИИ сельского хозяйства (Didorenko et al., 2014, 2016b).

### Условия, материалы и методы

Исследования проводили на полевых стационарах КазНИИЗиР и ВКНИИСХ в 2012–2016 годах, первый расположен в Алматинской области, находящейся на высоте 740 м над у. м. (43°15' с. ш., 76°54' в. д.), второй – близ города Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области (ВКО; 49°57' с. ш., 82°37' в. д.).

Климат предгорно-степной зоны ВКО умеренно влажный с ярко выраженной континентальностью. Средняя температура самого холодного месяца (январь) составляет –16,8°С с минимумом –48°С и максимумом +8°С, а

самого теплого (июль), соответственно, +19,6, +2,0 и +41°C.

Зима характеризуется ясной морозной погодой с небольшим количеством осадков. Снежный покров образуется в начале ноября и достигает 30–45 см с колебаниями по годам от 8 до 80 см. Средняя плотность снега 0,22. Устойчивые морозы наступают в конце ноября. Продолжительность периода устойчивых морозов составляет 110–120 дней. Обычная глубина промерзания почвы 70–80 см, при малом снежном покрове – до 150–180 см. Таяние снега начинается с конца марта – начала апреля. Средняя дата схода снежного покрова 2 апреля.

Весна характеризуется быстрым нарастанием температуры воздуха. В апреле в дневные часы она достигает иногда +25 ... +32°C. Повышение температуры происходит крайне неравномерно, чередуясь с периодическими похолоданиями. Средняя дата последнего весеннего заморозка 14 мая, однако его вероятность сохраняется до половины июня. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C наступает 5 апреля, через +5°C – 19 апреля, через +10°C – 4 мая. Продолжительность безморозного периода составляет 127 дней, с колебаниями по годам от 87 до 163 дней.

Среднемесячная норма осадков в весенний период 34–46 мм. Наибольшее количество осадков приходится на июль месяц (64 мм). За период июль – август выпадает 33–35% годовых осадков. Летом преобладает малооблачная сухая погода. Температура воздуха может достигать +41°C.

В осенние месяцы происходит резкое снижение температуры воздуха. Первые осенние заморозки отмечаются, в среднем, во второй половине сентября, с отклонениями по годам с конца августа до начала октября.

Среднемноголетнее количество осадков в предгорно-степной зоне составляет 490 мм в год. В зимний период (ноябрь – март) выпадает 162 мм, в летний (апрель – октябрь) – 328, при

этом наблюдается значительные колебания по годам (от 263 до 778 мм).

В КазНИИЗиР осуществлялся первоначальный сбор коллекции скороспелых сортов сои, гибридизация, выращивание гибридов первого поколения, индивидуальный отбор селекционного материала.

На полевых стационарах ВКНИИСХ изучались образцы, начиная с гибридов второго поколения до конкурсного сортоиспытания.

Почвенный покров опытного участка ВКНИИСХ, представлен обыкновенным тяжелосуглинистым черноземом, широко распространенным в предгорно-степной зоне.

Изучаемый коллекционный и селекционный материал относился к трем группам спелости: 000 (с периодом вегетации 85–95 дней), 00 (96–110 дней), и 0 (111–120 дней). В условиях Восточно-Казахстанской области эти образцы за вегетацию успевают набрать сумму положительных температур, соответственно, в диапазоне 1700–2000, 2000–2400 и 2400–2600 градусо-градусов С.

Закладка полевого опыта осуществлялась по общепринятой методике (Dospeshov, 1979), в качестве стандарта (st) использовали скороспелый сорт 'Десна', районированный в ВКО.

Фенологические наблюдения по сое проведены по всем вариантам опытов. Наступление фаз устанавливали путем подсчета растений или глазомерно на посевах. Отмечали следующие фазы: посев, всходы, появление тройничного листа, бутонизация, цветение, образование бобов, налив бобов, созревание.

Гибридизация проведена по модифицированной методике Всероссийского НИИ масличных культур (Didorenko et al., 2016a).

Структурный анализ выполняли по методике Н. И. Корсакова (Korsakov et al., 1968). Биохимические исследования проводились на ИК-анализаторе (FOSS 1541), откалиброванном по протеину методом Къельдаля (ГОСТ 10846-91), по

жиру – методом Сосклетта (ГОСТ 10857-96).

*Погодные условия* в предгорно-степной зоне ВКО во время проведения исследования были различными (табл. 1).

*2012 год.* Летний период характеризовался повышенным температурным режимом. Хорошие осадки в первой половине июля (110 мм) на фоне умеренных температур (19–23°C), способствовали интенсивному росту и развитию сои.

*2013 год.* Апрель – май месяцы характеризовались периодическими понижениями температуры воздуха и недобором осадков. Третья декада июля и первая половина августа была дождливой. Осадков за третью декаду июля выпало 52 мм, всего за июль 84 мм (131% нормы). За первую половину августа выпало 92 мм (196% нормы). Условия для развития сои складывались, в основном, удовлетворительно.

*2014 год.* Летний период характеризовался повышенным температурным режимом (на 1–2°). Наиболее жарко было со второй декады июня по третью декаду июля. Максимум в этот

период был в пределах +32 ... +35°C. Осадки выпадали периодически: в июне – 47 мм (80% нормы), в июле – более 70 мм (более 109% нормы) при норме 64 мм.

*2015 год.* В течение летнего периода выпало 86 мм осадков (50% нормы). Число дней с максимальной температурой +30°C и выше составило 43 дня. Наиболее жарким и засушливым был период с 11 июня по 8 августа, когда среднесуточная температура достигла +22°... +27°C. Максимум в этот период был в пределах +32°... +36°. Относительная влажность воздуха в эти дни понизилась до 18–23%.

*2016 год.* В течение летнего периода осадков в июне выпало почти в два раза больше нормы, в июле – в три раза, а в августе, наоборот, только 45% от среднемноголетнего количества. Температурный режим был близок к среднемноголетнему. Стоит отметить, что погодные условия 2016 г., а именно, выпадение обильных осадков в июне и июле месяцах, положительно сказались на урожайности сои, которая в отдельных случаях втрое превышала среднемноголетние показатели.

**Таблица 1. Температурные условия и осадки весенне-осеннего периода (2012–2016 гг., полевой стационар ВКНИИСХ)**

**Table 1. The temperature and precipitation in the spring/autumn period (2012–2016, field station of the East Kazakhstan Research Institute of Agriculture)**

Месяцы	Осадки, мм		Отклонения от много-летних	Температура, °С		Отклонения от много-летних
	фактические	средние много-летние		фактическая	Средняя много-летняя	
2012 год						
май	13,7	46	–32,3	10,9	13,7	+2,8
июнь	58,7	59	–0,3	24,9	18,9	+6,0
июль	110,0	64	+46,6	22,9	21,2	+1,7
август	54,0	47	+7,0	22,7	19,1	+3,6
сентябрь	32,2	32	+ 0,2	13,2	12,9	+0,3
2013 год						
май	33	46	–13	11,4	13,7	–2,3
июнь	21	59	–38	16,5	18,9	–2,4
июль	84	64	+20	19,6	21,2	–1,6
август	104	47	+57	20,2	19,1	+1,1
сентябрь	22	32	–10	11,4	12,9	–1,5

Месяцы	Осадки, мм		Отклонения от много-летних	Температура, °С		Отклонения от много-летних
	факти-ческие	средние много-летние		факти-ческая	Средняя много-летняя	
2014 год						
май	17	34	-17	7,1	4,7	+2,4
июнь	36,0	46,0	10,0	14,3	13,7	+0,6
июль	47,0	59,0	-12,0	19,8	18,9	+0,9
август	64	112,4	-48,4	21,2	21,9	-0,7
сентябрь	31,8	47	-15,2	19,1	20,3	-1,2
2015 год						
май	79,0	46,0	+43,0	16,0	13,7	+2,3
июнь	18,0	59,0	-41,0	22,1	18,9	+3,2
июль	17,0	64,0	-47,0	22,5	21,2	+1,3
август	51,0	47,0	+16,0	20,6	19,1	+1,5
сентябрь	69,0	32,0	+37,0	12,0	11,7	+1,2
2016 год						
май	34,5	46	11,5	12,6	13,7	+1,1
июнь	111,1	59	+52,1	19,7	18,9	+0,8
июль	185,6	64	+126,6	21,2	21,2	0,0
август	21,5	47	-25,5	17,7	19,1	-1,4
сентябрь	36,9	32	+4,9	14,2	11,7	+2,5

## Результаты

Изучение сортового генофонда сои в Казахстане показало, что интродукция скороспелых сортов из других регионов неэффективна (Azhgaliev et al., 2012). Завезенные ультраскороспелые сорта российской, украинской и белорусской селекции в условиях северного и восточного Казахстана, ввиду специфичности условий, имеют низкую урожайность, поэтому необходимо создавать сорта, адаптированные к

местные почвенно-климатическим условиям возделывания.

Изучаемый коллекционный материал в зависимости от созревания при наборе определенных сумм эффективных положительных температур был разбит на три группы спелости, однако при сравнении с продолжительностью вегетационного периода 2015 и 2016 гг. наблюдается переход образцов из одной группы спелости в другую в зависимости от суммы набранных положительных температур (табл. 2).

**Таблица 2. Продолжительность вегетационного периода сои разных групп спелости в зависимости от года возделывания в Восточно-Казахстанской области**  
**Table 2. Duration of the growing season in different maturity groups of soybean depending on the year of cultivation in East Kazakhstan Region**

Группа спелости	Сумма положительных температур, °С	2015		2016	
		Вегетационный период, дни	Число образцов, шт.	Вегетационный период, дни	Число образцов, шт.
000	1700–2000	79–93	49	–	–
00	2000–2400	94–120	56	80–95	42
0	2400–2600	120–125	10	96–108	73

Средняя урожайность с делянки в 00 значения этого признака в 00 группе – группе спелости составила 183,7, в 0 404,8, в 0 группе – 378,9 г/пог. м группе – 156,4 г/пог.м. Максимальные (табл. 3).

**Таблица 3. Анализ коллекционных сортообразцов сои по урожайности с делянки, в условиях Восточно-Казахстанской области, 2016 г.**  
**Table 3. Analysis of the genotypes from the soybean collection for their yield per plot in East Kazakhstan Region, 2016**

Группа спелости	Изучено образцов, шт.	Средний показатель, г/пог.м	Число выделившихся образцов, шт.	Средний показатель выделившихся образцов, г/пог.м
00	42	183,7	4	350,7
0	73	156,4	4	339,6

Выделены сортообразцы с высокими показателями урожайности с делянки в 00 группе (307,4–404,8 г/пог.м.): ‘Малета’, ‘Вега’, ‘Касатка’, ‘Северная 5’; в 0 группе (303,1–378,9 г/пог.м.): ‘Maple Ridge’, ‘Смена’, ‘Злата’, ‘Нива 70’.

Основным методом получения нового исходного материала служит межсортовая гибридизация. Результативность гибридизации сои в сравнении с другими культурами значительно ниже и составляет в среднем 15–20%. В отношении скороспелых сортов этот показатель еще ниже – от 5 до 10% (Didorenko et al., 2014).

Гибридизация проводилась в двух экологических зонах – на базе ВКНИИСХ и КазНИИЗиР. За пять лет исследований осуществлена гибридизация по 104 комбинациям скрещивания, кастрировано и опылено 3624 цветка. Процент завязываемости составлял от 0 до 35,7% по отдельным комбинациям.

При гибридизации сои, так как производится частичная кастрация, возможны случаи завязывания бобов с негибридными семенами. Для

идентификации гибридности растений используется доминантный маркерный признак (фиолетовая окраска венчика). Материнские образцы подбирались с белым венчиком, а отцовские – с фиолетовым, все гибриды первого поколения должны быть с фиолетовым венчиком. Наблюдения за проявлением этого признака в питомнике первого поколения (F<sub>1</sub>) за 2012–2016 гг. подтвердили истинную гибридность растений в 49 гибридных популяциях. Остальные растения были отбракованы. Практически на 90% были отбракованы растения F<sub>1</sub>, полученные в ВКНИИСХ. Растения F<sub>1</sub>, полученные в КазНИИЗиР, были отбракованы на 15%.

В селекционной программе для Восточного Казахстана, где безморозный период составляет 110–115 дней, а первые заморозки могут быть в последней декаде августа или первой декаде сентября, первостепенное значение имеет скороспелость. В питомниках второго и третьего года (F<sub>2</sub>–F<sub>3</sub>), изучение которых проводилось на полевых стационарах ВКНИИСХ, выделены линии с вегетационным периодом 90–105 дней (табл. 4).

**Таблица 4. Отбор линий сои из гибридных популяций второго поколения по вегетационному периоду, 2011–2016 гг.**  
**Table 4. Selection of soybean lines from hybrid populations of the second generation according to their growing season, 2011–2016**

Гибридная популяция F <sub>2</sub>	Комбинация скрещивания	Число растений в популяции, шт.		Диапазон длины вегетационного периода в популяции, дни	Число выделенных линий с периодом вегетации 90–105 дней
		посеяно	взошло		
Десна (st)		100	97	110	
Е-10/1	Вита/Enterprise	100	85	100–120	2
Е-10/2	Вита/Enterprise	100	93	100–120	5
Е-10/3	Вита/Enterprise	100	90	107–125	0
Е-17	Алматы/Enterprise	100	88	100–120	1
Е-21	Алматы/Одесская 150	100	89	100–120	1
Е-25	Эврика/Enterprise	100	77	107–125	0
Е-33	Каз2309/ Enterprise	100	85	107–125	0
Е-41	Нина/Enterprise	100	85	107–125	0
Е-45	Нина/Одесская 150	100	93	100–120	4
Ж-30	Вита/Соер4	100	95	90–115	3
Ж-34	Вита/К5650-21	100	90	85–110	5
Ж-9	Эврика/ К5650-21	100	91	90–125	3
Ж-19	Нина/ЗР 13	100	93	90–125	2
Ж-2	Ласточка/ 317-236-11	100	89	85–...*	5
Ж-29	Вита/317-236-11	100	88	85–115	5
Ж-33/1	Вита/Роза	100	97	95–125	1
Ж-33/2	Вита/Роза	100	95	95–120	4
Ж-6	Каз2309/317-236-11	100	95	80–130	2
3-20	Жалпаксай/К583580	100	97	90–130	12
3-46	Одесская 150/Омская 4	100	94	95–115	3
3-47	Лада/Омская 4	100	91	95–115	4
3-40	Одесская 150/Французская	100	94	105–130	3
3-41	Одесская 150/Сава	100	99	105–...*	2
3-42	Одесская 150/Жанся	100	87	105–...*	3
3-43	Одесская 150/Венера	100	85	105–...*	2
3-45	Одесская 150/Никко	100	89	107–135	0
3-45	Одесская 150/Никко	100	84	105–...*	4
3-48	Лада/Никко	100	89	95–130	2
И-12	Одесская 150/Кубань	100	94	107–...*	0
И-37	Алматы/Черемош	100	95	107–130	0
И-8	Одесская 150/Полтава	100	97	107–...*	0
И-9	Одесская 150/Корсак	100	97	107–...*	0
И-46	Белгородская 6/К10420-317	100	90	95–110	7
И-47	Белгородская 6/К10417	100	93	90–115	5
И-49	Белгородская 6/Mapleglen	100	87	90–115	5
И-51	Белгородская 6/К583432	100	92	90–120	3
И-52	346-271-92/257	100	90	90–125	5
И-54	346-271-92/Мон01	100	97	90–125	9
И-56	346-271-92/К10417	100	94	90–125	10
И-57	346-271-92/К583432	100	91	90–130	7
И-58	346-271-92/Mapleglen	100	95	90–130	9
К-17	Зара/207	100	87	95–120	3
К-27	Зара/Десна	100	89	95–120	3
К-28	Славия/Десна	100	85	95–125	1
К-29	Славия/6248	100	97	95–125	2
К-38	Славия/Харбин	100	95	95–130	3
Л-1	Зара/583583	100	95	95–120	1

Гибридная популяция F <sub>2</sub>	Комбинация скрещивания	Число растений в популяции, шт.		Диапазон длины вегетационного периода в популяции, дни	Число выделенных линий с периодом вегетации 90–105 дней
		посеяно	взошло		
Л-2	Зара/Рассвет	100	87	95–120	1
Л-3	Зара/К10443/10265-142	100	85	95–125	1
Л-4	Зара/Устя	100	98	95–120	7
Л-5	Зара/Гильчин	100	96	95–120	4
Л-6	Зара/10641	100	85	95–125	5
Л-7	Зара/347	100	87	95–120	4
Л-8	Зара/К10443/10265-12	100	84	95–125	3
Л-11	Зара/670	100	85	95–125	2
Л-13	Зара/217	100	89	95–120	5
Л-15	Искра/583583	100	94	95–130	8

\*вегетационный период вследствие попадания под заморозки не был определен

В 2013 г. в контрольном питомнике по скороспелости выделились 5 образцов Казахстанской селекции: № 371, № 421, № 466, № 418, № 394 с периодом вегетации 101–105 дней, остальные не созрели к концу октября.

Не все выделившиеся образцы превосходили по урожайности стандарт. Наиболее продуктивным оказался № 394 с урожайностью 21,5 ц/га, что превышает стандарт 'Десна' на 1,1 ц/га (табл. 5).

**Таблица 5. Урожайность лучших образцов сои контрольного питомника, 2013–2016 гг.**

**Table 5. Yield of the best soybean accessions in the test nursery, 2013–2016**

Сорт, образец	Происхождение	Страна происхождения	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Вегетационный период, дни
2013 г.					
Десна (st)		Украина	20,4	0,0	108
394	Отбор из 346-271-4	Казахстан	21,5	1,1	101
НСР <sub>0,95</sub>			0,8	–	–
2014 г.					
Десна (st)		Украина	23,8	0,0	108
СНК-182		Россия	24,2	0,4	91
НСР <sub>0,95</sub>			1,2	–	–
2015 г.					
Десна (st)		Украина	21,8	0,0	110
К583575		Россия	25,2	3,4	112
НСР <sub>0,95</sub>			1,2	–	–
2016 г.					
Десна (st)		Украина	51,0	0,0	94
190	Казахстанская 2309/317-236-11	Казахстан	64,5	+13,5	83
160/2	Вита/317-236-11	Казахстан	62,0	+11,0	79
187	Казахстанская 2309/317-236-11	Казахстан	59,0	+8,0	79
171	Ласточка/317-236-11	Казахстан	58,0	+7,0	83
173	Ласточка/317-236-11	Казахстан	53,5	+2,5	83

Сорт, образец	Происхождение	Страна происхождения	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Вегетационный период, дни
174	Ласточка/317-236-11	Казахстан	52,5	+1,5	83
175	Ласточка/317-236-11	Казахстан	54,5	+3,5	79
НСР 0,95			1,4	–	–

В 2014 г. в контрольный питомник были включены новые образцы Казахстанской селекции и 8 образцов Российской селекции (СибНИИ кормов, Новосибирск). Они оказались более скороспелыми с периодом вегетации 89–92 дня и относились к 000 группе спелости, однако их урожайность была ниже стандарта, за исключением только одного образца российской селекции СНК-182 с урожайностью 24,2 ц/га, что выше стандарта на 0,4 ц/га.

В 2015 г. из 40 изученных образцов 27 были отмечены как скороспелые. Образец К-583575 превышал по урожайности сорт-стандарт на 3,4 ц/га.

В 2016 г. из 30 изученных образцов по скороспелости выделилось 15, а по продуктивности – 7. Наиболее продуктивным оказался № 190 с урожайностью 64,5 ц/га, что превышает стандарт на 13,5 ц/га. Интересно

отметить, что в 2016 г. по урожайности выделались селекционные образцы, в происхождении которых в качестве материнской линии использовали позднеспелые высокоурожайные сорта ‘Ласточка’, ‘Казахстанская 2309’ и ‘Вита’, а в качестве отцовской формы использовали ультраскороспелые коллекционные номера.

В питомнике конкурсного сортоиспытания в 00 группе спелости выделен № 404, средняя урожайность которого за 2012–2014 гг. составила 21,9 ц/га, что на 1,5 ц/га выше контрольного сорта ‘Десна’. № 371/2 за пять лет исследований показал среднюю урожайность 31,3 ц/га, что на 3,7 ц/га выше стандарта. В 0 группе выделился № 362 со средней урожайностью 32,8 ц/га, что на 5,2 ц/га выше контрольного сорта (табл. 6).

**Таблица 6. Урожайность лучших образцов сои в конкурсном сортоиспытании, 2012-2016 гг.**

**Table 6. Yield of the best soybean accessions in competitive variety trials, 2012-2016**

Селекционный номер	Происхождение	Урожайность, ц/га							Вегетационный период, дни (средний)
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	Отклонение от стандарта, ц/га	
00 группа спелости									
Десна		12,8	22,7	25,8	28,8	47,8	27,6	0	108
370	Алматы × Соер4	16,5	20,3	22,9	23,1	33,3	23,2	–4,4	100
379	Алматы × Омская 4	17,2	13,6	23,9	25,0	44,0	24,7	–,9	103
371/2	Одесская 150 × Омская 4	20,6	16,7	23,9	31,2	64,3	31,3	+3,7	105
407	Лада × Омская 4	19,4	15,9	22,0	21,7	29,7	21,7	–5,9	105
404	СибНИИК 315 × Одесская 150	18,2	24,3	23,3	–	–	21,9	+1,5	109
416	Лада × СибНИИК 315	14,4	18,7	23,1	17,6	48,0	24,4	–3,2	110

Селекционный номер	Происхождение	Урожайность, ц/га						Отклонение от стандарта, ц/га	Вегетационный период, дни (средний)
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее		
0 группа спелости									
469	Одесская 150 × Жалпаксай	14,0	19,6	19,0	–	–	17,5	–2,9	113
362	Отбор из популяции 136-124-56	21,0	25,4	21,6	31,0	64,8	32,8	+5,2	114
210	Одесская 150 × Вита	14,8	11,0	23,0	35,5	65,0	29,9	+2,3	114
460	Одесская 150 × Алматы	21,0	15,2	23,1	31,4	49,2	28,0	+0,4	115
НСР 0,95		1,5	1,8	1,2	2,1	2,4			

Биохимические исследования образцов конкурсного сортоиспытания выявили наиболее высокобелковые образцы № 371, № 421, с содержанием белка 42,6 и 42,3% соответственно. Количество жира находилось в пределах 21,8–23,0%. Наиболее высокомасличные образцы № 210, № 397 с содержанием масла в семенах 23,0 и 22,7%. Селекционный образец № 404 проявил себя и как высокобелковый с содержанием протеина 41,2%, и как высокомасличный с содержанием жира 22,5%. У стандартного сорта ‘Десна’ показатели белковости были на уровне 37,8 %, а масличности – 22,1%.

Для изучения и сравнения сортов Казахстанской и зарубежной селекции в условиях Восточно-Казахстанской области организован демонстрационный посев сортов из пяти ведущих стран, производителей сои.

В этом питомнике по урожайности так же выделяются образцы

казахстанской селекции № 371/2 и № 362 с урожайностью в среднем за пять лет 32,0 и 36,3 ц/га соответственно. Среди российских сортов высокоурожайным оказался сорт ‘Даурия’ (26,9 ц/га), среди украинских – ‘Десна’ (26,9 ц/га). Районированный в Восточно-Казахстанской области, украинский сорт ‘Корсак’ вызревает не во все годы.

Исследования показывают, что зарубежные сорта проявляют нестабильность в показателях урожайности. Так, в жарком и засушливом 2012 г. урожайность зарубежных сортов находилась в пределах 11,1–13,9 ц/га, а сорта казахстанской селекции давали в среднем 18,2–21,0 ц/га. В самый благоприятный, увлажненный 2016 г. урожайность зарубежных сортов находилась в пределах 25,0–76,0 ц/га со средним показателем 44,1 ц/га, тогда как сорта казахстанской селекции показали весь потенциал продуктивности 30,0–87,5 ц/га (табл. 7).

**Таблица 7. Урожайность сортов и образцов сои в демонстрационном питомнике, 2012-2016 гг.**

**Table 7. Yield of soybean varieties and accessions in the demo nursery, 2012-2016**

Сорт, образец	Урожайность, ц/га						Вегетационный период, дни, среднее
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	
Казахстан							
460	21,0	15,2	25,2	22,6	62,5	29,3	118
Восточная красавица(362)	21,0	25,4	24,1	23,5	87,5	36,3	116
371/2	20,6	16,7	18,5	24,8	79,5	32,0	102
407	19,4	15,9	17,7	18,9	30,0	20,4	103
Бірлік KB (404)	18,2	24,3	27,1	23,1	58,5	30,2	110

Сорт, образец	Урожайность, ц/га						Вегетационный период, дни, среднее
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	
Россия							
СибНИИК 315	11,1	8,2	10,3	6,4	25,0	12,2	88
Нива 70	12,0	19,8	25,4	11,9	50,3	23,9	97
Надежда	12,2	20,5	25,3	11,5	52,0	24,3	99
Алгом	12,4	15,1	20,8	9,0	48,5	21,2	98
Даурия	11,9	22,4	25,1	13,3	62,0	26,9	100
Лидия	11,2	16,2	19,1	11,7	47,0	21,0	100
Вега	11,6	23,0	29,9	15,7	36,0	23,2	104
ВНИИС-1	12,0	17,1	18,7	9,6	39,5	19,4	103
Гармония	12,5	9,7	24,5	7,4	46,5	20,1	107
Соер-4	–	16,4	18,3	10,8	39,5	21,3	97
Злата	–	19,5	20,2	7,3	18,5	16,4	98
Амурская 401	–	13,7	18,3	10,4	37,5	20,0	99
Украина							
Лыбидь	12,2	21,1	24,9	20,7	41,0	24,0	107
Десна	12,8	22,7	29,1	22,5	47,5	26,9	108
Черемош	12,4	19,4	22,8	23,4	48,0	25,2	110
Танаис	11,9	18,3	23,8	11,4	35,5	20,2	101
Корсак	Не вызрел	20,2	24,3	22,5	76,0	28,6	Вызревает не каждый год
УСХИ-6	–	13,0	21,0	9,2	31,5	18,7	99
Китай							
Харбин	13,9	18,4	28,1	18,5	61,0	28,0	114
Белоруссия							
Ясельда	–	21,3	23,8	10,1	39,5	23,7	100

### Заключение

Создание лаборатории сои в ТОО «Восточно-Казахстанского сельского хозяйства», на базе которой по полной схеме селекционного процесса ведутся научные работы по селекции скороспелых и высокоурожайных сортов сои для Восточно-Казахстанской области, позволило вывести и передать на Государственное сортоиспытание высокоурожайные, скороспелые сорта этой культуры для данного региона.

В 2014 г. на Государственное сортоиспытание передан новый сорт сои 'Бірлік KB' (№ 404), выведенный методом индивидуального отбора из гибридной популяции (СибНИИК 315 × Одесская 150), урожайность которого

за годы исследований в конкурсном сортоиспытании составила в среднем 21,9 ц/га, что на 1,5 ц/га выше стандартного сорта 'Десна'. В 2017 г. этот сорт допущен к использованию в Восточно-Казахстанской области.

В 2016 г. на Государственное сортоиспытание Республики Казахстан передан новый сорт сои – 'Восточная красавица' (№ 362), выведенный методом индивидуального отбора из популяции 136-124-56, полученной из коллекции ВНИИсои (Россия), с вегетационным периодом 110–115 дней, урожайность которого за годы исследований в конкурсном сортоиспытании составила в среднем 32,8 ц/га, что на 5,2 ц/га выше стандартного сорта 'Десна'.

## References/Литература

- Azhgaliev T. B., Abugaliyeva A. I., Zhumahanova A. J.* Long soybean gene pool in Kazakhstan // Herald of agricultural science of Kazakhstan, 2012, no 10, pp. 17–23 [in Russian] (*Ажгалиев Т. Б., Аbugалиева А. И., Жумаханова А. Ж.* Сортовой генофонд сои в Казахстане // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2012. № 10. С. 17–23).
- Butovecz E. S.* Evaluation of soybean cultivars in environmental test // Agriculture, 2011, no 6, pp. 38–39 [in Russian] (*Бутовец Е. С.* Оценка сортов сои в экологическом испытании // Земледелие. 2011. № 6. С. 38–39).
- Didorenko S. V., Sidorik I. V., Shilina Yu., Abugaliyeva A. I., Zakiev A. A.* Ultra-fast Breeding of soybean varieties for the Northern and Eastern regions of the Republic of Kazakhstan // Bulletin of the Semipalatinsk state University Shakarim, 2014, no. 3 (67), pp. 204–208 [in Russian] (*Дидоренко С. В., Сидорик И. В., Шилина Ю., Аbugалиева А. И., Закиева А. А.* Селекция ультраскороспелых сортов сои для северных и Восточных регионов Республики Казахстан // Вестник Семипалатинского государственного университета имени Шакарима, 2014, № 3 (67). С. 204–208).
- Didorenko S. V., Kudaibergenov M. S., Abugaliyeva A. I., Sidorik I. V., Spryagailova Yu. N.* Early maturing soybeans – a priority of Kazakhstan's selection // 2 Biological Congress "Global climate change and Biodiversity", Almaty, November 11–13, 2015, pp. 256–257 [in Russian] (*Дидоренко С. В., Кудайбергенов М. С., Аbugалиева А. И., Сидорик И. В., Спрягайлова Ю. Н.* Скороспелость сои – приоритет казахстанской селекции // 2 Биологический конгресс «Глобальные изменения климата и Биоразнообразие», Алматы, 11–13 ноября, 2015. С. 256–257).
- Didorenko S. V., Karyagin Yu. G., Bulatova K. M.* Patent No. 31427 invention, Method of soybeans hybridization // LLP "Kazakh scientific research Institute of agriculture and plant growing", application No. 2011/0010.1 filed 06.01.2011 published 21.07.2016 [in Russian] (*Дидоренко С. В., Карягин Ю. Г., Булатова К. М.* Патент № 31427 на изобретение «Способ гибридизации сои» // ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», заявка № 2011/0010.1 подано 06.01.2011, опубликовано 21.07.2016 а).
- Didorenko S. V., Kudaibergenov M. S., Sydoryk I. V., Spryagailova Yu. N., Sidik D. A.* An Ecological study of domestic and foreign soybean varieties in contrasting conditions of Kazakhstan// the First international Forum "Legumes, growing trend in Russia", Omsk, July 19–22, 2016b, pp. 41–44 [in Russian] (*Дидоренко С. В., Кудайбергенов М. С., Сидорик И. В., Спрягайлова Ю. Н., Сыдык Д. А.* Экологическое изучение отечественных и зарубежных сортов сои в контрастных условиях Казахстана // Первый Международный Форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России», Омск, 19–22 июля, 2016 б. С. 41–44).
- Dospehov B. A.* Methods of field experience. Moscow: Kolos, 1979, 416 p. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.).
- Gerasimova T. V.* Biological characteristics and breeding value quick samples of soya in conditions of the North-West of Russia // Abstract diss ... cand. of agricult. Sciences. St. Petersburg, 2009, 23p [in Russian] (*Герасимова Т. В.* Биологические особенности и селекционная ценность скороспелых образцов сои в условиях северо-запада РФ // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2009. 23 с.).
- Goloenko D. V.* The principles of selection of parental pairs to generate early maturing soybean varieties // Selekschya i nashnicstvo, 2006, vol. 92, pp. 79–87 [in Russian] (*Голоенко Д. В.* Принципы подбора родительских пар для создания раннеспелых сортов сои // Селекция i насшництво. 2006. Вып. 92. С. 79–87).
- Goloenko D. V.* Genetic basis and methods for breeding soybean conditions of Belarus // Abstract diss ... cand. biol. sciences. Minsk, 2007, 21 p. [in Russian] (*Голоенко Д. В.* Генетические основы и методы селекции сои для условий Беларуси. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Минск, 2007. 21 с.).
- Hasbiullina O. I., Mudruk N. V., Butovecz E. S.* Comparative evaluation of high-yield varieties of soybean in conditions of the south of the Far East // Advances in science

- and agribusiness technology, 2012, pp. 17–19 [in Russian] (*Хасбиуллина О. И., Мудрук Н. В., Бутовец Е. С.* Сравнительная оценка высокопродуктивных сортов сои в условиях юга Дальнего Востока // Достижения науки и техники АПК. 2012. С. 17–19).
- Korsakov N. I., Makasheva A. D., Adamova O. P.* Methods of studying the collection of leguminous plants. Leningrad: VIR, 1968, 175 p. [in Russian] (*Корсаков Н. И., Макашева Р. Х., Адамова О. П.* Методика изучения коллекции зернобобовых культур. Л.: ВИР, 1968. 175 с.).
- Moiseenko I. Ya., Zaitseva O. A.* Study of the VIR – based selection process of soya of Northern ecotype // Bulletin of the Bryansk state agricultural Academy, 2009, no. 5, pp. 24–36 [in Russian] (*Моисеенко И. Я., Зайцева О. А.* Изучение коллекции ВИР – основа селекционного процесса сои северного экотипа // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 5. С. 24–36).
- Omelyanyuk V. L.* Breeding of pea and soybean for conditions of Western Siberia // For the competition step of the doctor of agricultural Sciences. Omsk, 2014, 505 p. [in Russian] (*Омельянюк Л. В.* Селекция гороха и сои для условий Западной сибиря // Дисс. ... докт. с.-х. наук. Омск, 2014. 505 с.).
- Ozyakova E. N., Popolzhukhina N. A.* Yield and quality of soybean depending on the actions of abiotic factors and genotypic features // Omsk scientific Bulletin. 2014, no. 2 (134), pp. 213–217 [in Russian] (*Озякова Е. Н., Поползухина Н. А.* Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // Омский научный вестник. 2014. № 2 (134). С. 213–217).
- Penchukov V. M., Zaicev N. I., Dudka N. Z., Maczola T. D.* New varieties soybean for the unstable moisture conditions // Agricultural Science, 2012, no 3, pp. 4–6 [in Russian] (*Пенчуков В. М., Зайцев Н. И., Дудка Н. З., Мацола Т. Д.* Новые сорта сои для условий неустойчивого увлажнения // Аграрная Наука. 2012. №3. С. 4–6).
- Posypanov G. S., Kobozeva T. P., Mukhin V. P., Gureeva M. P., Bukhanova L. A., Zarenkova N. V., Belyaev E. V., Demianenko E. V.* The Creation of varieties of soya of Northern ecotype and the introduction of it in the non-Chernozem zone of Russia // Izvestiya TSKhA, iss. 1, 2007, pp. 73–77 [in Russian] (*Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П., Мухин В. П., Гуреева М. П., Буханова Л. А., Заренкова Н. В., Беляев Е. В., Демьяненко Е. В.* Создание сортов сои северного экотипа и интродукция ее в нечерноземную зону России // Известия ТСХ. 2007. Вып. 1. С. 73–77).
- Seferova I. V., Misyurina T. V., Nikishkina M. A.* Ecological and geographical assessment of the biological potential of early ripening varieties and soybean Severina // Agricultural biology. Ser. Biology of plants, 2007, no. 5, pp. 42–47 [in Russian] (*Сеферова И. В., Мисюрин Т. В., Никишкина М. А.* Эколого-географическая оценка биологического потенциала скороспелых сортов и осевление сои // Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология растений, 2007. № 5. С. 42–47).
- Tolokonnikov V. V., Koshkarova T. S., Ileneva S. V., Kantser G. P.* Selection of early maturing soybean cultivars for conditions of irrigation // International scientific research journal, 2016, iss. 3 (45), part 3, pp. 123–124. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.037> [in Russian] (*Толоконников В. В., Кошкарлова Т. С., Иленева С. В., Канцер Г. П.* Селекция скороспелых сортов сои для условий орошения // международный научно-исследовательский журнал. 2016. Вып. 3 (45), часть 3. С. 123–124. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.037>).
- Zelencov S. V., Moshnenko E. V.* Outlook, use very early soybean crops in the conditions of Krasnodar territory // Oilseeds, 2010, no 1, pp. 87–94 [in Russian] (*Зеленцов С. В., Мошненко Е. В.* Перспективы, использования сверхранних посевов сои в условиях Краснодарского края // Масличные культуры. 2010. № 1. С. 87–94).

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-78-88

УДК: 633.13

**Н. А. Сурин,  
Н. Е. Ляхова,  
С. А. Герасимов,  
А. Г. Липшин**

<sup>1</sup>Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Российская Федерация, Красноярск, 660041, пр. Свободный, 66  
e-mail: krasniish@yandex.ru

**Ключевые слова:**

*ячмень, селекция, местный исходный материал, шестирядный ячмень, двурядный ячмень*

**Поступление:**

28.11.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ Н.И. ВАВИЛОВА В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ В СИБИРИ

Изучение местных сибирских форм ячменя в Красноярском НИИСХ показало, что они отличаются повышенной выносливостью к кислым почвам и толерантностью к гельминтоспориозно-фузариозным заболеваниям. Лучшей зоной для выращивания шестирядных ячменей являются увлажненные подтаежные и таежные районы Сибири. Общим недостатком местных шестирядных ячменей Сибири является их слабая устойчивость к полеганию и пониканию колоса, сильная восприимчивость к пыльной головне. Мелкое невыравненное зерно шестирядных ячменей также ограничивает их распространение из-за трудности отделения зерна от семян овсюга при подработке. Вследствие слабой кустистости шестирядных ячменей урожай формируется в основном за счет продуктивности главного колоса. В 1960-х годах в Красноярском НИИСХ была поставлена задача по устранению узких мест в генетической основе лучших местных шестирядных ячменей. С этой целью была проведена оценка 485 шестирядных образцов из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова, в результате чего выявлена перспективность использования для скрещивания гладкоостых сортов Канады и США ('Gateway', 'Fox', 'Keystone', 'Conquest' и 'Moog 515') с местными образцами. С использованием указанных сортов в селекционных учреждениях Сибири было создано 10 сортов шестирядного ячменя – 'Агул', 'Рассвет', 'Агул 2', 'Енисей', 'Соболек' (Красноярский НИИСХ), 'Витим', 'Паллидум 394' (Бурятский НИИСХ), 'Колчан' (Алтайский НИИСХ), 'Омский 89', 'Тарский 3' (СибНИИСХ). В основном это сорта с гладкими остями, с более крупным зерном и устойчивой к полеганию соломиной.

В лесостепных и степных районах Сибири наиболее пригодны сорта двурядного ячменя среднеспелого типа. С участием местных ячменей 'Винер' и 'Омский 13709' получено около 20 сортов, в том числе в Красноярском НИИСХ – 4, Бурятском НИИСХ – 1, СибНИИСХ – 8, СибНИИРС – 3, СибНИИРС и Алтайском НИИСХ – 2, Кемеровском НИИСХ – 1, которые отличаются интенсивным кущением, в связи с этим имеют повышенную засухоустойчивость. В Красноярском НИИСХ указанные сорта широко использованы в адаптивной селекции, суть которой заключается в объединении в одном сорте плазмы местных образцов и сортов ранней селекции, занимавших в разное время большие площади. По программе адаптивной селекции создано 3 сорта ячменя – 'Бахус', 'Оленек', 'Арат', занесенные в Госреестр РФ, в Государственном сортоиспытании изучается высокопродуктивный сорт ячменя 'Такмак'.

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-78-88

ORIGINAL ARTICLE

**N. A. Surin,  
N. E. Lyakhova,  
S. A. Gerasimov,  
A. G. Lipshin**

Krasnoyarsk Research Institute of  
Agriculture, a separate unit of  
Krasnoyarsk Scientific Center of the  
SB RAS, 66, Pr. Svobodnyy,  
Krasnoyarsk, 660041, Russian  
Federation, e-mail:  
krasniish@yandex.ru

**Key words:**

*barley, breeding, local source  
material, six-row barley, two-  
row barley*

**Received:**

28.11.2017

**Accepted:**

21.03.2018

## REALIZATION OF IDEAS N. I. VAVILOV'S IDEAS IN THE BARLEY BREEDING IN SIBERIA

The study of local Siberian forms of barley in Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture showed that they are distinguished by their increased endurance to acidic soils and tolerance to helminthosporium-fusarial diseases. The optimal zone for growing six-row barley is the northern subtaiga and taiga regions of Siberia. At the same time, the general lack of local six-row barley of Siberia is their weak resistance to lodging and drooping of the ear, and strong susceptibility to dusty smut. The fine unequal grain of six-rowed barley also limits their distribution due to the difficulty of separating grain from oatmeal seeds during work-offs. Due to the weak bushiness of six-row barley, the yield is mainly due to the productivity of the main spike. In the 1960s, Krasnoyarsk Institute of Agriculture was tasked to eliminate bottlenecks in the genetic basis of the best local six-row barley. For this purpose, 485 six-row samples from the Vavilov Institute (VIR) were evaluated. As a result, the prospects for using Canadian and US varieties ('Gateway', 'Fox', 'Keystone', 'Conquest' and 'Moor 515') with local samples were revealed. With the use of these varieties, 10 varieties of six-row barley were developed in Siberian breeding institutions: 'Agul', 'Rassvet', 'Agul 2', 'Yenisei', 'Sobolek' (Krasnoyarsk Institute), 'Vitim', 'Pallidum 394' (Buryat Res. Inst. of Agric.), 'Kolchan' (Altai Res. Inst. of Agric.), 'Omsky 89', and 'Tarsky 3' (Siberian Res. Inst. of Agric.). Basically, these are varieties with smooth awns, with a larger grain and a lodging resistant straw. At the present time, the "basic" lines of six-row barley released in Krasnoyarsk Institute of Agriculture with a maximum grain size are widely used in selection and, based on them, promising breeding material has been created.

In the forest-steppe and steppe regions of Siberia, cultivars of double-row barley of medium-sized type are most acceptable. The weather conditions in these areas favor the cultivation of barley with a longer growing season and create the conditions for the formation of a high number of productive stems on the plant. The genetic predisposition of double-rowed barley to form under these conditions a more intensive productive tillering compared to six-row barley is realized here to a greater extent than in the subtaiga and taiga regions. With the participation of local barley 'Viner' and 'Omsky 13709', about 20 varieties were obtained, including 4 at Krasnoyarsk RIA, 1 at Buryat RIA, 8 at Siberian RIA, 3 at Sib. Res. Inst. of Plant Science and Breeding, 2 at Altai RIA, and 1 at Kemerovo RIA, which are characterized by intensive tillering, and therefore have increased drought resistance. In Krasnoyarsk RIA, these varieties are widely used in adaptive breeding, the essence of which is to combine local samples and varieties of early selection in one type of plasma, occupying large areas at different times. Under the program of adaptive breeding, 3 varieties of barley were developed: 'Bakhus', 'Olenek', and 'Arat', registered in the State Register of the Russian Federation.

Гениальность Н. И. Вавилова – основоположника ВИР (ныне Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), г. Санкт-Петербург) чрезвычайно удачно сочеталась с редкой трудоспособностью и здоровьем – физическим и нравственным. О Н. И. Вавилове его старший коллега, академик Д. Н. Прянишников, сказал: «Николай Иванович гений, и мы не осознаем этого только потому, что он наш современник». Короткая 55-летняя жизнь Н. И. Вавилова пронеслась метеором, но оставила яркий след в науке и во всей нашей жизни. Под его руководством была собрана со всего мира уникальная коллекция культурных растений и их диких родичей, которая позволяет селекционерам выводить новые высокопродуктивные сорта.

В своих работах Н. И. Вавилов неоднократно указывал на первостепенное значение местного исходного материала в селекции полевых культур. Приступая к селекции, отмечал он, прежде всего надо максимально использовать местный материал, как наиболее приспособленный к условиям произрастания (Vavilov, 1935). При этом Н. И. Вавилов обращал особое внимание селекционеров на ценность для селекции восточно-сибирского сортимента, прошедшего длительную эволюцию в условиях экстремального климата.

Практические достижения по селекции ячменя в Сибири подтверждают высказывания Н. И. Вавилова, П. Ф. Гаркавого, А. Я. Трофимовской о целесообразности использования местного исходного и селекционного материала в качестве одного из компонентов при гибридизации (Garkavyu, 1936, 1970, 1973; Trofimovskaya, 1972). В связи с этим Р. А. Цильке вполне справедливо отмечал, что для повышения эффективности гибридизации один из компонентов скрещиваний должен содержать значительную долю здоровой плазмы местных экотипов

(Zilke, 1975). Изучение местных сибирских форм ячменя в Красноярском НИИСХ показало, что они отличаются повышенной выносливостью к кислым почвам и толерантностью к гельминтоспориозно-фузариозным заболеваниям. Их пластичность обусловлена гетерогенной структурой, подтвержденной нами при изучении полиморфизма спектров гордеинов (Surin, 2007). Вместе с тем общим недостатком местных шестирядных ячменей Сибири является их слабая устойчивость к полеганию и пониканию колоса, сильная восприимчивость к пыльной головне. Мелкое невыравненное зерно шестирядных ячменей также ограничивает их распространение из-за трудности отделения зерна от семян овсяга при подработке. Наиболее широкое распространение шестирядных ячменей приурочено к северным подтаежным и таежным достаточно увлажненным районам Сибири. Вследствие слабой кустистости шестирядных ячменей в северных зонах урожай формируется в основном за счет продуктивности главного колоса.

В 1960-х годах в Красноярском НИИСХ была поставлена задача по устранению узких мест в генетической основе лучших местных шестирядных ячменей. С этой целью была проведена оценка 485 шестирядных образцов из коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова, в результате чего выявлена перспективность использования для скрещивания сортов Канады и США с местными образцами. Некоторая общность климата северных районов США, Канады и Восточной Сибири в сочетании с достигнутым прогрессом североамериканской селекции позволили выделить лучшие сорта по таким селекционным признакам, как скороспелость, урожайность, устойчивость к полеганию, болезням и вредителям. К сортам с такими характеристиками относятся 'Vantage', 'Gateway', 'Keystone', 'Conquest', 'Fort', 'Husky', 'Fox', 'Moog 515' и другие (табл. 1).

**Таблица 1. Характеристика отдельных шестирядных сортов ячменя Канады и США, привлекаемых для скрещивания с сортом Червонец (КрасНИИСХ)**

**Table 1. Characteristics of individual six-row varieties of barley from Canada and the USA used for crossing with var. 'Chervonets' (Kras. RIA)**

Сорт	Вегетационный период, дни	Продуктивная кустистость, шт.	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 растения, г
Червонец	72	2,0	73,3	7	52,0	39,8	2,8
Gateway	72	1,8	69,4	8	51,6	45,3	3,2
Husky	77	1,7	76,5	8	53,2	46,7	3,1
Vantage	77	1,6	68,4	9	40,5	49,2	2,8
Fox	75	1,9	85	9	54,0	46,7	3,5

С использованием указанных сортов в Красноярском НИИСХ было создано 5 сортов шестирядного ячменя – 'Агул', 'Рассвет', 'Агул 2', 'Енисей', 'Соболек'. Сорта 'Агул' и 'Рассвет' по фенотипу практически не отличаются от сорта 'Червонец', вместе с тем формируют более крупное зерно и крепкую, устойчивую к полеганию соломинку. Сорта 'Енисей' и 'Соболек', созданные с участием шестирядных сортов 'Червонец', 'Vantage', 'Fox' относятся к сортам интенсивного типа с повышенной устойчивостью к полеганию, колосовым и листовым болезням. Указанные сорта имеют гладкие ости, что повышает их ценность для животноводства.

Учитывая тесную сопряженность числа зерен в колосе шестирядных ячменей с общим урожаем, в Красноярском НИИСХ проведена работа по созданию «базовых линий» с максимальной выраженностью указанного признака (табл. 2).

В настоящее время созданные в Красноярском НИИСХ «базовые линии» шестирядного ячменя с максимальной озерненностью широко используются в

селекции и на их основе создан перспективный селекционный материал. Сравнительная оценка ячменя в различных зонах Сибири выявила перспективность возделывания в лесостепных и степных районах региона двурядных ячменей. Погодные условия в этих районах благоприятствуют возделыванию ячменя с более продолжительным вегетационным периодом и создают условия для формирования высокого числа продуктивных стеблей на растении. Генетическая предрасположенность двурядных ячменей формировать в этих условиях более интенсивное продуктивное кущение по сравнению с шестирядными ячменями реализуется здесь в большей степени, чем в подтаежных и таежных районах. Так, средние показатели продуктивной кустистости в наших опытах с 218 образцами двурядного ячменя из коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова составили 2,7 продуктивных стеблей на 1 растение, в то время как у 191 образца шестирядного ячменя – 1,9 (Surin, 1967).

**Таблица 2. Характеристика селекционных линий шестирядного ячменя с максимальным числом зерен в колосе**  
**Table 2. Characteristics of breeding lines of six-row barley with the maximum number of grains in the ear**

Сорт, линия	Происхождение	Разновидность	Количество выделенных растений, шт.	Среднее число зерен в главном колосе, шт.		Частота колосьев с числом зерен 70 шт. в колосе, %	
				КрасНИИСХ	Дагестанская опытная станция ВНИИР	КрасНИИСХ	Дагестанская опытная станция ВНИИР
Червонец	Иркутская обл.	<i>pallidum</i>	98	60,8	59,1	7,5	4,1
T-63	Местный Китай, к-18440 × Винер	<i>himalayense</i>	279	74,6	58,6	73,4	46,2
A-1305	Гибрид 01-036 × (Moor 515)	<i>pallidum</i>	194	68,4	64,2	24,9	27,9
H-440	T-63 × A-1305	<i>himalayense</i>	197	71,0	65,9	53,3	25,6
H-465	A-1305 × T-63	<i>coeleste</i>	170	69,4	71,8	45,5	53,5
H-319	(Asa × Moor 515) × Saicora 2	<i>pallidum</i>	243	82,2	73,6	95,3	69,6

Повышенная продуктивная кустистость двурядных ячменей обеспечивает им повышенную выносливость к засухе. Другим ценным качеством двурядных ячменей является крупность зерна, позволяющая полностью отделить их от семян овсяга при подработке.

Следует отметить, что в селекции двурядного ячменя сохраняется та же закономерность, которая была отмечена в селекции многорядного ячменя. Преобладающее число сортов (70%) создано с участием местных сортов. Большой вклад в результативность селекции привнесли 'Омский 13709' и сорта местной селекции. Высокую сортообразующую способность показал

стародавний сорт ячменя 'Винер'. С учетом того, что этот сорт многие годы возделывался в Сибири и адаптировался к местным условиям произрастания, его вполне можно приравнять к сибирскому исходному материалу. Перечень сортов шестирядного и двурядного ячменя, созданных в Сибири с участием местного исходного материала, представлен в таблице 3.

Указанные в этом перечне сорта характеризуются повышенной устойчивостью к региональным типам засух, выносливостью к поздним весенним и ранним осенним заморозкам, неравномерному выпадению осадков, поражению болезнями и вредителями.

**Таблица 3. Районированные сорта ячменя Сибири, созданные с участием местных сортов**  
**Table 3. Commercialized barley cultivars of Siberia developed created with participation of local varieties**

Местные сорта	Оригинатор селекционных сортов	Перечень выведенных и районированных сортов	Разновидность сортов
<b>Червонец</b>	Красноярский НИИСХ	Агул, Агул 2, Енисей, Соболек	<i>ricotense</i>
		Рассвет	<i>pallidum</i>
		Красноярский 1	<i>nutans</i>
	Бурятский НИИСХ	Витим, Паллидум 394	<i>pallidum</i>
	Алтайский НИИСХ	Колчан	<i>rikotense</i>
	СибНИИСХ	Омский 89, Тарский 3	<i>pallidum</i>
<b>Винер</b>	Красноярский НИИСХ	Кедр, Оленек, Бахус, Буян	<i>nutans</i>
	Бурятский НИИСХ	Наран	<i>nutans</i>
	СибНИИРС АНИЗИС	Сигнал	<i>nutans</i>
		Золотник	<i>medicum</i>
	СибНИИРС	Ача, Баган	<i>nutans</i>
	СибНИИСХ	Сибирский авангард	<i>medicum</i>
<b>Омский 13709</b>	СибНИИСХ	Сибирский 2, Новоомский, Омский 95	<i>nutans</i>
		Омский 80, Омский 87, Омский 88, Омский 90	<i>medicum</i>
		Омский голозерный 1	<i>nudum</i>
	СибНИИРС	Новосибирский 80	<i>nutans</i>
	Кемеровский НИИСХ	Симон	<i>nutans</i>

Наряду с этим возникает необходимость создания сортов, устойчивых к комплексу экстремальных факторов.

Селекционная программа повышения приспособленности новых сортов к этим факторам была разработана в 70-х годах прошлого столетия в Красноярском НИИСХ. Суть ее заключается в объединении с помощью конвергентных скрещиваний в одном сорте генетической плазмы наиболее распространенных сортов ранней селекции – ‘Винер’, ‘Донецкий 650’,

‘Целинный 5’, ‘Красноуфимский 95’, ‘Омский 13709.

Оценка выделенных 50 линий по паровому предшественнику (интенсивный фон) и 3–4-зерной культуре после пара (экстенсивный фон) показала, что на интенсивном фоне средняя прибавка урожая к районированному сорту ‘Красноярский 80’ составила 6,6%, в то время как на экстенсивном фоне – 19,8%. В результате выделены лучшие линии, превышающие стандарт по паровому и зерновому предшественникам (табл. 4).

**Таблица 4. Результаты оценки экологической пластичности линий ячменя в разных агрозонах (обыкновенные черноземы) и в подтайге (кислые обедненные почвы) Красноярского края**

**Table 4. Results of the assessment of the ecological plasticity of barley lines in different agrozones (ordinary chernozems) and in subtaiga (depleted acid soils) of Krasnoyarsk Territory**

Линии	Происхождение	Урожайность, % к стандарту			Параметры экологической пластичности		
		Предшествен- ник		рН 4,5	По Эберхарту		по Неттевич % к стандарту
		Пар	Зерно- вые		b <sub>i</sub>	D <sup>2</sup> b <sub>i</sub>	
Превосходят стандарт по пару и зерновым							
У-95-1041	(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Омский 13709)	120	130	133	1,1	22	171
Превосходят стандарт по зерновым и на кислых почвах							
У-98-1070	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	112	129	166	0,98	48	192
У-99-1091	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Красноуфимский 95)	111	144	172	1,02	84	202
Превосходят стандарт по зерновым							
Т-132-352	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Целиный 5)	109	140	147	0,96	69	176
У-20-704	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	106	143	98	1,07	136	145
У-20-706	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	114	129	121	1,06	47	158
У-99-1095	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Красноуфимский 95)	114	129	145	1,07	17	167
У-97-1066	(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Целиный 5)	113	135	131	1,06	31	170
У-98-1071	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	105	136	150	0,95	40	173
Ф-24-1483	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Омский 13709)	112	149	93	0,97	77	147
Превосходят стандарт на кислых почвах							
Т-136-368	(Винер × Целиный 5) × (Винер × Омский 13709)	107	127	162	0,94	17	189
У-96-1050	(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Омский 13709)	107	105	219	0,87	69	216
У-96-1051	(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Омский 13709)	97	93	202	0,83	69	178
У-101-1111	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650)	109	115	163	1,01	55	164
	НСР <sub>5%</sub>	19	28	56			

Достоинство отдельных линий Сравнение 23 линий (табл. 5) по возрастает за счет повышенной их урожайности по двум фонам в разных устойчивости к кислым почвам (рН 4,5– зонах Красноярского края позволило 5,0). сузить группу лидеров до семи линий.

- Среди них:
- Ф-24-1483  
(Винер × Красноуфимский 95) ×  
(Винер × Оски 13709);
  - В-3-4408  
(Винер × Целинный 5) × (Винер ×  
Донецкий 650);
  - Б-57-4849  
[(Винер × Целинный 5) × (Винер ×  
Донецкий 650)] × [(Винер × Омский  
13709) × (Винер × Красноуфимский  
95)];
  - У-95-1041  
(Винер × Донецкий 650) × (Винер ×  
Омский 13709);
  - У-20-706  
(Винер × Омский 13709) × (Винер ×  
Донецкий 650);
  - В-3-4398  
(Винер × Целинный 5) × (Винер ×  
Донецкий 650);
  - Е-19-6411  
[(Винер × Красноуфимский 95) ×  
(Винер × Донецкий 650)] × Ача (Surin  
et al., 2003).

**Таблица 5. Группа лучших линий ячменя по ранговому критерию по итогам полевых испытаний 23 адаптивных линий в период 1997-1999 гг. в двух зонах по двум фонам**

**Table 5. Group of the best barley lines by the rank criterion based on the results of field tests of 23 adaptive lines in the period 1997-1999 in two zones against two backgrounds**

Суммарно 2 фона и 2 зоны	Интенсивный фон в 2 зонах	Экстенсивный фон в 2 зонах	Центральная лесостепь, 2 фона	Южная лесостепь, 2 фона
Ф-24-1483	В-3-4398	У-20-704	У-20-704	У-97-1066
В-3-4408	Б-57-4849	Ф-24-1483	Ф-24-1483	У-95-1041
Б-57-4849	В-3-4404	У-20-706	У-20-706	В-3-4398
У-95-1041	В-3-4408	У-95-1041	Б-57-4849	Б-56-3876
У-20-706	У-99-1091	В-3-4408	В-3-4408	Ф-24-1483
В-3-4398	Б-56-3876	Б-57-3888	У-99-1095	В-3-4408
У-97-1066	У-95-1041	У-97-1066	В-88-5023	Б-57-4849

Высокую толерантность в период сильного проявления септориоза листьев в питомнике конкурсного сортоиспытания показали адаптивные линии У-95-10-41, У-20-706, Ф-24-1483, Д-28-5980, Е-19-6411, Ж-18-7197 и Ж-18-7199 (табл. 6).

Приведенные данные отражают повышенный уровень адаптивности выделенных селекционных линий и их выносливость к поражению болезнями, о чем свидетельствует более высокая их урожайность в сравнении со стандартом.

**Таблица 6. Урожайность адаптивных линий в конкурсном сортоиспытании во время проявления сильной эпифитотии, 2002 г.**  
**Table 6. Yield of adaptive lines in competitive variety testing during the manifestation of strong epiphytotics, 2002**

№ п/п	Сорт, линия	Происхождение	Урожайность	
			ц/га	в % к стандарту
1	Красноярский 80, st.	С-80×Una	19,8	100,0
2	Бахус	(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Красноуфимский 95)	25,2	129,3
3	У-20-704	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	24,3	123,0
4	У-20-706	(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)	26,2	132,2
5	Ф-24-1483	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Омский 13709)	27,7	140,0
6	Д-28-5980	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650) × Ача	26,2	132,2
7	Е-19-6415	[(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650)] × Ача	27,8	140,5
8	Е-19-6411 (Оленек)	[(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650)] × Ача	31,4	158,6
9	Ж-18-7197	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650) × Тан	24,8	125,1
10	Ж-18-7199	(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650) × Тан	24,6	124,4

Примечание: st. – стандарт

По итогам проведенных исследований по программе адаптивной селекции созданы новые сорта ячменя с повышенной устойчивостью к стрессовым факторам. Среди них сорта:

- **‘Бахус’** [(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Красноуфимский 5)];
- **‘Оленек’** [(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650)] × Ача;
- **‘Арат’** Донецкий 8 × [(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Красноуфимский 95)];
- **‘Такмак’** [(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650)] × Приазовский 9.

За годы конкурсного сортоиспытания сорт ‘Такмак’, в частности, превысил по урожаю стандартный сорт ‘Ача’ на 8,8 ц/га, или на 29,0%. Созданные по программе адаптивной селекции сорта занесены в Госреестр РФ по 11 региону.

В Красноярском НИИСХ, в частности, созданы шестирядные и двурядные сорта ячменя, отдельные из которых существенно превышают по урожайности стандарты (табл. 7).

Широкое использование собранных и изученных «базовых» и адаптивных линий сибирского генофонда в скрещиваниях с высокоурожайными сортами отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова позволило в последние годы создать более высокопродуктивный селекционный материал (Lipshin, 2016). В настоящее время селекционный материал по ячменю в Красноярском НИИСХ включает в себя более 80% селекционных образцов, полученных с участием ранее созданных адаптивных линий, и является основной базой в скрещиваниях с сортами отечественной и зарубежной селекции.

**Таблица 7. Результативность селекционных работ с ячменем в Красноярском НИИСХ**  
**Table 7. Effectiveness of breeding activities with barley in Krasnoyarsk RIA**

Сорт	Происхождение	Разновидность	Год районирования	Прибавка урожая к стандарту в год районирования	
				±	стандарт
Красноярский 1	Свободное опыление сорта Червонец	<i>nutans</i>	1967	4,3	Червонец
Агул	Gateway × Червонец	<i>rikotense</i>	1978	2,7	-«-
Рассвет	Gateway × Червонец	<i>pallidum</i>	1978	4,1	-«-
Енисей	(Червонец × Wantage) × Fox	<i>rikotense</i>	1981	14,8	-«-
Красноярский 80	C-80 × Una	<i>nutans</i>	1986	6,8	Винер
Агул 2	(Keystone × Агул) × Агул	<i>rikotense</i>	1988	3,0	Агул
Кедр	Винер × Birgitta	<i>nutans</i>	1988	6,8	Винер
Соболек	Сложные скрещивания с участием 14 сортов	<i>rikotense</i>	1996	8,0	Красноярский 80
Вулкан	(Дина × Риск) × <i>Hordeum bulbosum</i> L.	<i>nutans</i>	2002	0,0	-«-
Бахус	[(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Красноуфимский 5)]	<i>nutans</i>	2003	2,8	-«-
Оскар	Белорусский 76 × Баган	<i>nudum</i>	2007	3,1	-«-
Буян	Кедр × Jo 1345	<i>nutans</i>	2012	4,0	-«-
Абалак	У-53-8515 × Са 46925	<i>nutans</i>	2013	8,8	Ача
Оленек	[(Винер × Красноуфимский 95) × (Винер × Донецкий 650)]	<i>nutans</i>	2014	4,1	-«-
Арат	(Донецкий 8 × [(Винер × Донецкий 650) × (Винер × Красноуфимский 95)])	<i>nutans</i>	2014	2,7	-«-
Емеля	И.о. Luther × Бархатный	<i>rikotense</i>	С 2018	6,8	Соболек
Такмак	[(Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650) × Приазовский 9]	<i>nutans</i>	В ГСИ с 2017 года	8,8	Ача

Более высокая урожайность селекционного материала, созданного с участием адаптивных сортов и селекционных линий, свидетельствует о том, что они более эффективно используют биоклиматические ресурсы региона по сравнению со стандартными сортами.

Полученные результаты указывают на то, что генетический потенциал ячменя далеко не исчерпан. В настоящее время разрабатываются новые направления в селекции этой культуры с целью создания сортов с широким

ареалом распространения, способных произрастать и формировать высокие урожаи в любой зоне Сибири и при любых погодных условиях. В решении этих проблем местные формы Сибири занимали, и будут занимать главенствующую роль. Именно на необходимость использования местного материала в селекции неоднократно указывал Н. И. Вавилов. Практические достижения сибирских селекционеров по селекции ячменя убедительно подтвердили гениальность предсказания Н. И. Вавилова.

## References/Литература

- Vavilov N. I.* the Botanical and geographical bases of plant breeding // Theoretical bases of selection. Vol. 1. Moscow : Leningrad, 1935, pp. 17–73 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Ботанико-географические основы селекции // Теоретические основы селекции. Т. 1. М. : Л., 1935. С. 17–73).
- Garkavyu P. F.* The Choice of parental pairs for crosses of barley // Breeding and seed production. 1936, vol. 7, no. 1, pp. 61–68 [in Russian] (*Гаркавый П. Ф.* Выбор родительских пар для скрещиваний ячменя // Селекция и семеноводство. 1936. Т. 7. № 1. С. 61–68).
- Garkavyu P. F.* The Main results, tasks and methods of barley breeding in the USSR // Scientific. Tr. WSGI. Odessa, 1970, iss. 9, pp. 37–53 [in Russian] (*Гаркавый П. Ф.* Основные итоги, задачи и методы селекции ячменя в СССР // Науч. тр. ВСГИ. Одесса, 1970. Вып. 9. С. 37–53).
- Garkavyu P. F.* The Creation of new varieties of barley and the value of the source material VIR // Scientific.-tekhn. bull. VIR. Leningrad, 1973, iss. 35, pp. 47–51 [in Russian] (*Гаркавый П. Ф.* Создание новых сортов ячменя и значение исходного материала ВИР // Научн.-техн. бюлл. ВИР. Л., 1973. Вып. 35. С. 47–51).
- Trofimovskaya A. J.* Barley. Leningrad : Kolos, 1972. 295 p. [in Russian] (*Трофимовская А. Я.* Ячмень. Л. : Колос, 1972. 295 с.).
- Zilke R. A.* Variability in the nature of inheritance of quantitative traits in soft wheat depending on conditions of vegetation // Genetics. 1975, vol. 11, no. 2, pp. 14–23 [in Russian] (*Цильке Р. А.* Изменчивость характера наследования количественных признаков у мягкой пшеницы в зависимости от условий вегетации // Генетика. 1975. Т. 11, № 2. С. 14–23).
- Surin N. A., Zobova N. V.* Perfection of the adaptive properties of barley in the selection process // Siberian Bulletin of agricultural science. 2007, no. 6, pp. 18–24 [in Russian] (*Сурин Н. А.* Совершенствование адаптивных свойств ячменя в процессе селекции / *Сурин Н. А., Зобова Н. В.* // Сибирский вестник с.-х. науки. 2007. № 6. С. 18–24).
- Surin N. A.* Results of study of the ripening of barley in forest-steppe zone of the Krasnoyarsk region // Proc. Red. Research Institute of agriculture. Krasnoyarsk. 1967, vol. 4, pp. 92–100 [in Russian] (*Сурин Н. А.* Итоги изучения скороспелых ячменей в лесостепной зоне Красноярского края // Тр. Красн. НИИСХ. Красноярск. 1967. Т. 4. С. 92–100).
- Surin N. A., Lyakhova N. E., Zobova N. V.* Capacity of drought resistance of varieties of spring barley breeding in Krasnoyarsk // Siberian Bulletin of agricultural science. 2003, no. 2, (148), pp. 7–11 [in Russian] (*Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Зобова Н. В.* Потенциал засухоустойчивости сортов ярового ячменя красноярской селекции // Сибирский вестник с.-х. науки. 2003. № 2 (148). С. 7–11).
- Lipshin A. G.* Siberian gene pool of barley and its use for breeding in Eastern Siberia: dis. ... candidate of agricultural sciences: 06.01.05. Krasnoyarsk, 2016, 155 p. [in Russian] (*Липшин А. Г.* Сибирский генофонд ячменя и его использование для селекции в Восточной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 Красноярск, 2016. 155 с.).

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-89-102

УДК 58.001; 581.6

**А. А. Синюшин**

Московский государственный  
университет имени  
М. В. Ломоносова,  
биологический факультет, Россия,  
119234 Москва, Ленинские горы,  
д. 1, стр. 12, e-mail:  
asinjushin@mail.ru

**Ключевые слова:**

*бобовые культуры,  
морфология, соцветие,  
синфлоресценция,  
паракладий, ветвление,  
флоральная единица*

**Поступление:**

13.11.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**К УНИФИКАЦИИ ОПИСАТЕЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ В  
СЕЛЕКЦИИ БОБОВЫХ. СОЦВЕТИЕ**

Одним из приемов в селекции растений является внедрение в генотип культивируемых форм различных морфологических мутаций. В результате наблюдаемое фенотипическое разнообразие в культуре зачастую значительно выходит за рамки спектра изменчивости у дикорастущих растений. Это относится и к семейству Бобовых (Fabaceae), представители которого являются важными культурами в России и других странах. Большое значение для селекции имеют признаки соцветия. Однако в настоящее время отсутствуют общие подходы к описанию соцветий у культивируемых Бобовых. Для разных культур используют различные наборы терминов, что затрудняет понимание. Данное положение также усложняет перенесение знаний, полученных при селекционной работе, в смежные области знаний – генетику развития, ботанику.

В работе предложено выделить три основных типа строения синфлоресценций у культурных Бобовых (подсемейство Мотыльковых) России и сопредельных стран. В основу положено строение флоральной единицы – цветоносной структуры, завершающей главный побег и паракладии. У бобовых культур России выделено три типа строения флоральной единицы – простая (*Galega*, *Lupinus*), двойная (*Pisum*, *Vicia*) или тройная (*Phaseolus*, *Vigna*) кисть. Использование представления о флоральной единице позволяет ориентироваться на минимальный порядок ветвления, в то время как максимальный порядок цветоносных побегов достигим лишь при определенных условиях и потому может быть недостаточно информативным.

В предлагаемых терминах описаны некоторые более сложные случаи – фасциация, метелковидные соцветия, образование сериальных почек, детерминантный тип роста. Приведен возможный алгоритм описания соцветий у Бобовых. Он основан на присвоении главному побегу I порядка и установлению того, какой порядок имеют цветки по отношению к главному побегу.

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-89-102

ORIGINAL ARTICLE

**A. A. Sinjushin**

Biological Faculty of the  
M.V. Lomonosov Moscow  
State University,  
1-12, Leninskie Gory, 119234  
Moscow, Russia, e-mail:  
asinjushin@mail.ru

**Key words:**

*legume crops, morphology,  
inflorescence, synflorescence,  
paracladium, branching, floral  
unit*

**Received:**

13.11.2017

**Accepted:**

21.03.2018

**ON UNIFICATION OF DESCRIPTIVE NOMENCLATURE OF  
INFLORESCENCE MORPHOLOGY FOR BREEDING OF  
LEGUMES**

One of the approaches in plant breeding is introduction of different morphological mutations in a genotype of cultivated forms. The resulting phenotypic polymorphism among crops often goes far beyond the existing range of variation observed in wild-growing plants. This is also vital for a legume family (Fabaceae), with many of its members being important crops in Russia and worldwide. Different sets of terms are used for different crops, thus complicating the comprehension. The existing situation also confuses a transfer of data obtained by breeders to other fields, such as developmental genetics or botany.

We propose to define three basic types of synflorescence structure in cultivated legumes of Russia and neighboring regions. This approach is based on the features of the floral unit, i.e. the flower-bearing structure which terminates the main stem and paracladia. In legume crops of Russia, three types of the floral unit can be listed, viz. simple (*Galega*, *Lupinus*), double (*Pisum*, *Vicia*) or triple (*Phaseolus*, *Vigna*) raceme. As the floral unit comprises a minimum of flowering, the proposed concept requires a minimum order of branching for distinguishing between types. Oppositely, maximum order of branching can be observed only under certain growing conditions and hence is weakly informative.

We use the proposed set of terms to describe a few more complicated cases (fasciation, paniculate inflorescences, production of serial buds, determinate growth type). We also provide a possible algorithm of inflorescence description in legumes. This algorithm is based on assignment of the 1st order to the main stem and defining which order the flowers have with respect to this stem.

## Введение

На протяжении всей своей истории селекция растений была связана с закреплением в генотипе сорта каких-либо наследуемых особенностей, нехарактерных для дикого типа – неокультуренной формы того же вида. Получающиеся в результате комбинации морфологических признаков чрезвычайно разнообразны и зачастую довольно существенно отличаются от интуитивно понимаемой «нормы», присущей таксону. Исходным материалом для селекции все чаще становятся не дикорастущие формы, а мутанты, у которых разнообразие фенотипов значительно больше, чем у исходных сортов.

Получаемый материал интересен не только для селекционеров, но и для специалистов по генетике развития, и для ботаников. Традиционно «уклоняющиеся» формы (уродства, тераты) были предметом изучения лишь немногих морфологов, специалистов по тератологии. Только в последние десятилетия наметился синтез классической ботаники, генетики развития и эволюционной биологии, в русле которого изучение мутантов приобрело не меньшее значение, чем анализ «нормальной» изменчивости таксонов растений.

Семейство Бобовых (Leguminosae = Fabaceae s.l.) является рекордсменом по числу одомашненных представителей (Harlan, 1992). Селекция разных культур ведется в различных регионах мира, и для очень многих видов накоплен обширный материал по наследственной изменчивости. Морфологические мутанты с измененным строением побега, листа и соцветия используют в селекции гороха, бобов, фасоли, люпинов и т. д.

По мере развития частной генетики и селекции различных бобовых культур наметилась серьезная проблема, связанная с отсутствием общепонятной

терминологии для описания различных фенотипов.

Терминологического единства нет не только между источниками на разных языках – это скорее предсказуемо. В отечественной литературе отмечается значительное несходство терминологического аппарата между разными областями знаний (ботаникой, генетикой, селекцией), между направлениями изучения разных культур (например, в селекции гороха и люпина), и даже между разными организациями, занимающимися селекцией одной и той же культуры. Возникающий хаос понятий ограничивает область распространения полученных данных, затрудняет их обобщение, требует множества уточнений. Синтез знаний как таковой становится практически невозможным.

В качестве яркого примера можно привести термин «детерминантный», используемый в литературе по селекции разных культур. У гороха, бобов и фасоли под «детерминантным» понимают такое строение соцветия, при котором главный побег завершается цветоносом, сходным с пазушным (см. ниже). Однако существуют «детерминантные» формы гороха, у которых строение соцветия в принципе не изменено, лишь укорочено время цветения (мутанты *determinate habit*). У люпина узколистного «детерминантными» называют такие формы, у которых подавлено ветвление, причем нет единства в понимании того, в какой степени и на побегах какого порядка (Vlasova, 2014). Таким образом, приходится уточнять, к какой культуре относится и в чем конкретно понимании используется тот или иной термин, пусть даже и широко употребляемый.

Эта проблема отчасти присуща и морфологии нормальных соцветий как разделу ботаники, в которой по сути нет общепринятой классификации соцветий и устоявшегося корпуса терминов для их описания. Приведем обширную цитату:

«Первостепенное значение придавали и различию простых и сложных соцветий, и направлению основной генетической спирали листьев на осях разных порядков ветвления, и наличию/отсутствию терминального цветка... и числу узлов с ветвями на главной оси соцветия... и типу нарастания главной и боковых осей соцветия, и длине узлов на главной и боковых осях, и числу порядков ветвления с числом осей разных порядков ветвления, и даже тонкому строению меристем, продуцирующих соцветие» (Kuznetzova, Timonin, 2017, p. 13). Из этой выдержки изъяты ссылки на источники – общим числом около сорока. Литература, посвященная морфологии соцветий многочисленна, но по сути речь идет о нескольких плохо сводимых друг к другу концепциях, которые практически не включают в рассмотрение разнообразие культурных растений, зачастую отличное от их дикорастущих родичей.

Настоящая работа призвана отчасти унифицировать номенклатуру, используемую при описании соцветий у Бобовых. Основная цель – сделать термины понятными не только специалистам по частной генетике или селекции одной культуры, но и селекционерам по другим культурам, ботаникам, генетикам. Даны описания основных вариантов строения соцветий у бобовых культур России, приведены часто используемые синонимы.

### **Соцветие Бобовых: общие принципы нормального строения**

Изучение соцветий относится к одной из самых сложных областей морфологии растений (Troll, 1964; Fedorov, Artyushenko, 1979; Kuznetzova et al., 1992; Endress, 2010), содержащей достаточное количество терминологических и понятийных противоречий. Кроме того, Бобовые являются третьим по величине семейством цветковых растений, и разнообразие соцветий в нем огромно. Поэтому здесь

мы ограничимся только теми видами из подсемейства Мотыльковых (Papilionoideae), которые выращивают как хозяйственно ценные культуры в России и сопредельных странах. Как мы увидим далее, все случаи могут быть сведены к трем основным типам.

Здесь и далее мы будем использовать следующие понятия (рис. 1):

1. Главный побег (побег I порядка): в первый год жизни – побег, развивающийся из почечки зародыша; в последующие годы – годичное производное одной почки возобновления. Именно так мы предлагаем определять порядок побега. В доступной русскоязычной литературе единства в этом вопросе нет, что также затрудняет понимание приводимых описаний.

2. Боковой побег (порядка n): побег, формирующийся из почки в пазухе листа на побеге порядка n-1. Так, из почек в пазухах листьев на главном побеге (I порядок) будут формироваться побеги II порядка, на них – III порядка и т. д.

3. Флоральная единица: цветоносная структура, завершающая главный побег и паракладии. Принципиально, что под флоральной единицей (ФЕ) понимают некий минимум цветения (Kuznetzova, 1992). Даже у сильно угнетенных, «голодающих» форм, у которых ветвление подавлено, флоральная единица на главном побеге развивается.

4. Паракладий: боковой побег, дублирующий по строению главный, т. е. завершающийся образованием флоральной единицы (ФЕ). Иногда (Weberling, 1989) паракладии делят на короткие и длинные. Это возможно не во всех случаях (см. ниже). У длинных паракладиев, как и у главного побега, есть несколько вегетативных узлов, образующих стерильную зону (*ginotagma*). У коротких паракладиев первый же узел обычно является продуктивным, то есть уже относится к ФЕ. У некоторых бобовых (например, у дрока *Genista*) граница между длинными и короткими паракладиями проходит

невяно, но у культивируемых видов затруднений в их различении, как правило, нет. Развитие длинных паракладиев обычно называют ветвлением или израстанием.

5. Синфлоресценция: система всех цветоносных осей сезонного прироста.

6. Прицветник (брактея): кроющий лист в соцветии. Обычно отличается от листьев вегетативной части побега по размерам, строению; может рано опадать.

7. Прицветнички (брактеоли, иногда брактеолы): парные (у Бобовых) органы листовой природы, развивающиеся на цветоножке или под чашечкой. Из возделываемых Бобовых России они обычны для трибы Фасолевых (фасоли, вигны, долихоса, сои) и люпинов. Вопреки имеющемуся мнению (Zelenov, 2001), у гороха никогда не бывает прицветничков. Парные чешуевидные органы, наблюдаемые у основания цветоножки у некоторых мутантов гороха, представляют собой прилистники брактеей, пластинка которых не развивается. Настоящие прицветнички должны располагаться выше на цветоножке или под чашечкой и совершенно нехарактерны для трибы Виковых. Это соображение подтверждает и тот факт, что они исчезают при редукции прилистников (Sinjushin, 2013).

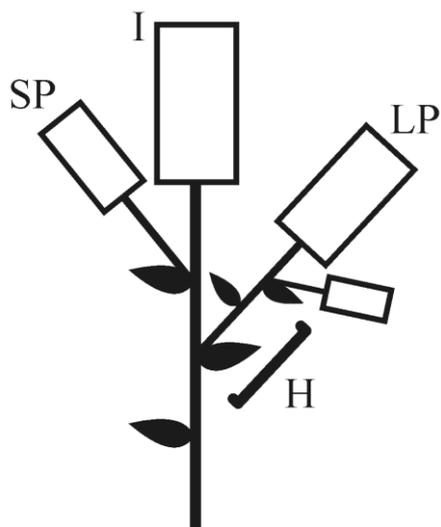
Как указывает Т. В. Кузнецова (Kuznetzova, 1992), существует несколько взаимодополняющих (комплементарных) подходов к описанию строения соцветий. Здесь мы будем пользоваться преимущественно так называемым *типологическим* подходом. Объектом изучения в рамках этого подхода является система цветоносных осей, сформировавшихся за один сезон. Коль скоро большинство бобовых культур России являются однолетниками, для них этот прием вполне оправдан. В соответствии с типологическим подходом, вся система цветоносных осей, несущих ФЕ (главный побег и паракладию), носит название *синфлоресценции*. Это понятие не

тождественно «соцветию»: последнее предполагает некоторую структурную обособленность цветоносной части побега (укорочение междоузлий, изменение расположения и строения листьев и т.д.).

По утверждению Т. В. Кузнецовой (Kuznetzova, 1992: 15), «ФЕ представляет собой тот элемент синфлоресценции, к которому во многих (но не во всех!) случаях можно применить понятие “соцветие”». Далее мы будем пользоваться понятием ФЕ для выделения трех основных типов синфлоресценций. В основном, это сделано для того, чтобы избежать привлечения дополнительной сложной терминологии, изначально родившейся в русле морфологии растений и практически отсутствующей в литературе по генетике развития или селекции.

Кроме того, из многих публикаций совершенно не очевидно, что авторы понимают под соцветием (например, «разнообразные группы цветков»: Fedorov, Artyushenko, 1979). Интуитивно подразумевается, что соцветие предполагает «визуальную обособленность от вегетативной сферы» (Kuznetzova, Timonin, 2017). Если следовать этому критерию, то, например, «соцветием» клевера можно считать или отдельные головки, или кисти головок. Так, именно головковидной кистью считают соцветие клевера ползучего Ал. А. Фёдоров и З. Т. Артюшенко (Fedorov, Artyushenko, 1979). Понятие о синфлоресценции позволяет ввести единую «систему координат» для разных видов растений – например, для сравнения разных таксонов или нормальных и мутантных особей.

Ниже рассмотрим три основных типа синфлоресценций, встречающихся у культивируемых Бобовых. В основу этого разделения положено строение флоральных единиц – «минимального цветения», развивающегося даже у угнетённых цветущих экземпляров.



**Рис. 1. Общая схема строения синфлоресценции.**

Прямоугольниками изображены флоральные единицы, завершающие главный побег (I) и паракладии – короткие (SP) и длинные (LP). Длинные паракладии отличаются от коротких наличием в основании стерильной зоны – гипотагмы (H). Листья обычного строения обозначены черными контурами.

**Fig. 1. A principal scheme of synflorescence structure**

Rectangles depict floral units terminating both the main stem (I) and paracladia, short (SP) and long (LP). As compared with short paracladia, long ones have a sterile proximal portion, hypotagma (H). Leaves of typical structure are depicted as black contours.

Тип 1. ФЕ – простая кисть

Цветки развиваются непосредственно на главном побеге (I порядок) в пазухах прицветников (рис. 2). Кисть открытая (нет верхушечного цветка). Цветоножки всех цветков на главном побеге представляют собой оси II порядка. Именно так устроено соцветие у люпина (*Lupinus*), козлятника (*Galega*). У люпина коротких паракладиев нет (рис. 2, б). У козлятника верхушечная ФЕ (простая кисть) хорошо отличается от предшествующей части побега изменением не только в строении листьев (оппадающие ланцетные прицветники вместо непарноперистосложных), но и в их расположении (спиральное вместо двурядного). Также у козлятника есть короткие паракладии (у *G. orientalis* обычно один, у *G. officinalis* несколько).

У некоторых форм люпинов в пазухах обычных пальчатых листьев в верхней

части побега развиваются не длинные паракладии, а одиночные цветки (рис. 2, в). Такой вариант называют «детерминантным», «колосовидным» или «эпигональным» (Kuptsov, 1997; Vlasova, 2014). Однако такое изменение никак не влияет на принцип строения соцветия: речь по-прежнему идет о флоральной единице – *простой кисти с заменой длинных паракладиев на цветки*.

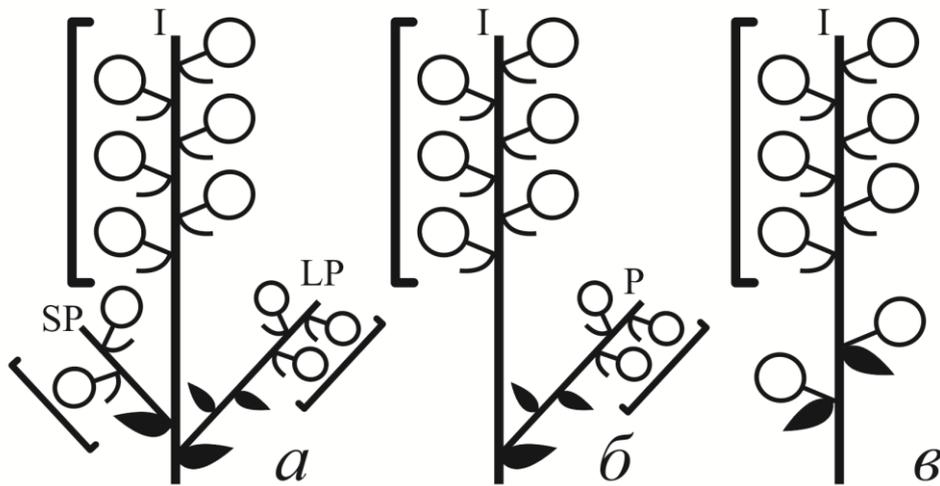
Тип 2. ФЕ – двойная кисть (сложная кисть, кисть кистей)

Главный побег (ось I порядка) нарастает неограниченно. На нем образуются листья типичного для данного вида строения, в их пазухах – кистевидные короткие паракладии (оси II порядка; их иногда называют *элементарными соцветиями*, рис. 3, а). Они представляют собой кисти (горох *Pisum*, чина *Lathyrus*, вика *Vicia*, бобы *V. faba*, чечевица *Lens*, нут *Cicer*, донник

*Melilotus*, люцерна *Medicago*, соя *Glycine*), зонтики (лядвенец *Lotus*, сераделла *Ornithopus*), головки (клевер *Trifolium*, пажитник *Trigonella*, некоторые люцерны), колосья (некоторые эспарцеты *Onobrychis*, астрагалы *Astragalus*). Эти пазушные соцветия могут быть обеднены до одного цветка (чина посевная *L. sativus*, вика посевная *V. sativa*, рис. 3, б), иметь сильно укороченную ось (некоторые вики, включая посевную), но в норме всегда остаются открытыми: даже единственный цветок является боковым.

У гороха, чины и вики цветки на этих соцветиях обычно развиваются без прицветников, у клевера и донника – в пазухах прицветников. Цветки имеют III порядок по отношению к главному побегу.

У некоторых видов клевера главный побег рано прекращает нарастание, и последняя (или даже единственная) головка может выглядеть верхушечной, хотя при анализе взаимного расположения кроющих листьев становится очевидным, что на самом деле она имеет пазушное положение.



**Рис. 2. Схемы строения синфлоресценций типа 1**  
**Синфлоресценция с флоральной единицей – простой кистью, короткими паракладиями (как у *Galega*, а) и без них (как у *Lupinus*, б). в – «детерминантная» форма соцветия у люпина с заменой длинных паракладиев на одиночные цветки. Цветки обозначены кружками (большой диаметр соответствует более раннему распусканию цветков), прицветники – дугами, флоральные единицы отмечены скобками сбоку от оси. I – побег I порядка, P – паракладий. Прочие обозначения см. рис. 1.**

**Fig. 2. Schemes of synflorescences of the 1st type**  
**A synflorescence with a floral unit comprising a simple raceme, with short paracladia (as in *Galega*, а) or lacking them (as in *Lupinus*, б). в – “determinate” growth type in lupine with single flowers replacing long paracladia. Flowers are represented with circles (larger circles correspond to earlier anthesis), bracts are depicted as arcs, floral unit is marked with a crochet on the left. I – 1st order stem; P – paracladium. See fig. 1 for other designations.**

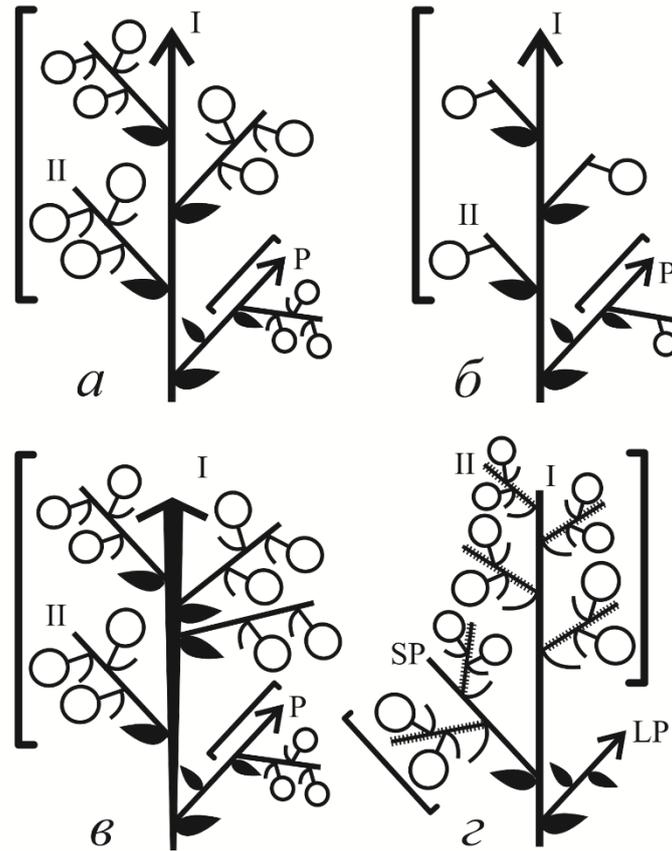


Рис. 3. Схемы строения синфлоресценций типа 2

а – основной план строения. II – кистевидное соцветие (короткий паракладий, ось II порядка); стрелка – побег, нарастающий неограниченно в течение всего периода цветения-плодоношения. б – двойная кисть с обеднением пазушных кистей до одного цветка и редукцией прицветников (как у *Lathyrus sativus*). в – с фасциацией главного побега. г – «детерминантный тип роста» у видов, для которых в норме характерны тройные кисти – например, у фасоли или голубиногороха (см. рис. 4; длинные паракладии показаны упрощенно). Укороченные оси выделены поперечной штриховкой. Прочие обозначения см. рис. 1, 2.

Fig. 3. Schemes of synflorescences of the 2nd type

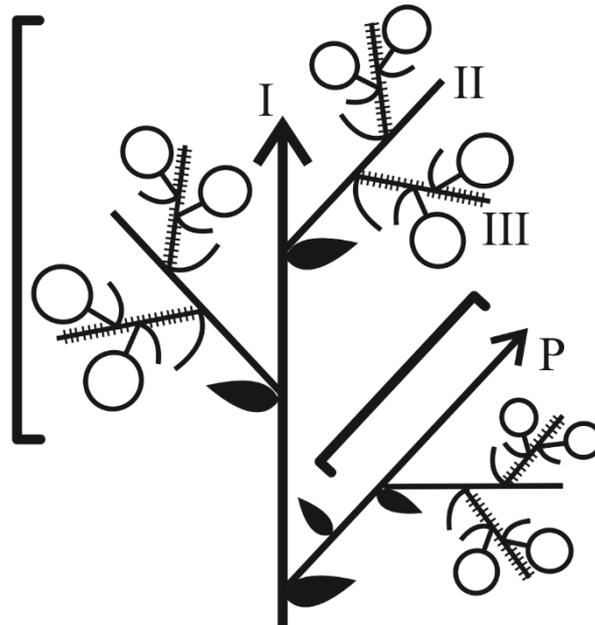
а – general principle of architecture. II – racemose inflorescence (2nd order axis); arrow – stem proliferating unlimitedly during the whole flowering and fruiting period. б – double raceme with axillary racemes reduced until solitary flowers (as in *Lathyrus sativus*). в – fasciation of the main stem. г – “determinate” growth type in species normally having triple racemes (as in *Phaseolus* or *Cajanus*, see fig. 4; long paracladia not shown). For other designations, see figs. 1, 2.

Тип 3. ФЕ – тройная кисть (кисть псевдокистей)

Главный побег (ось I порядка) нарастает неограниченно. На нем образуются листья типичного для данного вида строения, в их пазухах – оси II порядка (элементарные соцветия). Они выглядят как кисти, но в пазухах прицветников, которые на них развиваются, обычно образуется не один цветок, а несколько (2 или больше), как правило, каждый в пазухе собственного прицветника. Эти пары цветков на самом деле принадлежат к очень сильно

укороченным осям III порядка. Цветоножки каждого цветка имеют IV порядок (рис. 4). Среди культивируемых бобовых такое строение соцветия характерно для многих представителей трибы Фасолевых (Phaseoleae): фасоли *Phaseolus*, вигны *Vigna*, голубиногороха *Cajanus*, лаблаба (*Lablab* или *Dolichos*). У лаблаба цветков на укороченной оси III порядка обычно больше двух. Для Фасолевых характерны прицветнички, поэтому формируется компактная группа органов листовой природы. Элементарные соцветия, которые

сходны с простыми кистями, но имеют кистями» или «псевдокистями» более сложное строение, в зарубежной литературе зачастую называют «ложными» (pseudoracemes: Tucker, 1987).



**Рис. 4. Схема строения синфлоресценций типа 3**  
**Римскими цифрами показаны порядки осей. Прочие обозначения см. рис. 1–3**  
**Fig. 4. Scheme of synflorescence of the 3rd type**  
**Roman numerals denote orders of axes. See figs. 1-3 for other designations**

Сходное по архитектуре соцветие образуют мутанты *secondary inflorescence development (sid)* у донника белого (Hirsch et al., 2002). Как считается, у них меристема одиночного цветка замещается меристемой кистевидного соцветия, поэтому порядок ветвления повышается на один и формируется *тройная кисть*.

#### **Строение синфлоресценций у некоторых мутантов**

##### Фасциация

Фасциация побега представляет собой неконтролируемое разрастание апикальной меристемы, приводящее к образованию уплощенного стебля и нарушениям в листорасположении. За редкими исключениями, у Бобовых это явление ограничивается только главным побегом, не меняя архитектуры соцветия существенно (рис. 3, в). Так, у фасцированных мутантов гороха образуются пазушные кистевидные соцветия нормального строения, длинные параклади обычно не имеют признаков

фасциации, цветки развиваются без нарушений (Sinjushin, 2011, 2016). У некоторых мутантов пазушные соцветия могут нести меньшее количество цветков, чем в норме, или становиться закрытыми: на них образуется верхушечный цветок аномального строения. Однако ФЕ в фасцированном соцветии остается двойной кистью (в случае гороха, сои, нута) или простой кистью (у люпинов).

Для описания фасцированных форм гороха в различных источниках используют термины «штамбовый» или «ложный зонтик». Первый из этих терминов неудачен: «штамбовыми» называют растения, которые растут без разветвлений (Vinokur et al., 1935–1940); к фасцированным растениям гороха или люпина это не относится. Термин «ложный зонтик» является калькой с немецкого *Trugdolde* из классической работы Г. Менделя (Mendel, 1866) и также неудачен, потому что формирующееся соцветие не является зонтиком с морфологической точки зрения. Кажущееся сходство с зонтиком (скорее со

щитком) связано с укорочением верхних междоузлий, но часть междоузлий ФЕ обычно остается удлиненными. Фасцированные формы люпина описывают как «пальмовидный тип» (Kuptsov, 1997), что также представляется избыточным и без специальных разъяснений малопонятным для читателей, не знакомых с селекцией этой культуры.

#### Детерминантный тип роста

Как мы уже упоминали выше, под детерминантным типом роста (ДТР) для различных культур понимают разные преобразования структуры соцветия.

У люпинов детерминантными (колосовидными, эпигональными) называют формы, у которых вместо длинных паракладиев развиваются одиночные цветки (см. выше). У мутантов *determinate* (*det*) гороха происходит образование 2–5 пазушных кистей (коротких паракладиев), а затем главный побег завершается соцветием, сходным по строению с пазушным, т. е. происходит переход ФЕ от двойной кисти к простой. Элементарные пазушные соцветия становятся короткими паракладиями. Подобные преобразования характерны для детерминантных форм бобов, сои, люцерны. У бобов формирующаяся простая кисть может оказаться закрытой – с истинно верхушечным цветком неправильного строения (Sinjushin, 2013). В некоторых источниках подобный тип ДТР у гороха носит название «московского» или «луганского» типов детерминантности (Kondykov et al., 2006). ФЕ у растений типа «люпиноид» (сочетание фасциации побега с образованием верхушечного соцветия) в предлагаемой системе терминов можно обозначить как *простую фасцированную кисть*. Интересно, что в этом случае главный побег и боковые побеги будут завершаться по-разному: фасциация проявляется только на главном побеге, а длинные паракладии оканчиваются простыми 1-2-цветковыми кистями без признаков разрастания оси.

Сходным образом происходит переход к детерминантному типу роста у фасоли, голубиногороха, вигны. Однако у них верхушечное положение занимает видоизмененная двойная кисть («псевдокисть», рис. 3, г), становящаяся флоральной единицей (Saxena et al., 2017). Интересно, что у всех перечисленных

растений изменение в структуре синфлоресценции (ДТР) связано с мутациями одного и того же гена (Sinjushin, 2015).

У гороха также описывают «самарский» тип ДТР: происходит недоразвитие прилистников в верхней части побега, который в свою очередь рано прекращает нарастание (Kondykov et al., 2006). Подобное изменение не влияет на структуру синфлоресценции, и ее правильнее классифицировать как *двойную кисть с недоразвитием прилистников в верхней части побега*. Число продуктивных узлов у таких растений очень изменчиво и при некоторых условиях сравнимо с таковым у нормальных растений без ДТР (Kondykov et al., 2006; Sinjushin et al., 2016).

#### Метелковидные соцветия

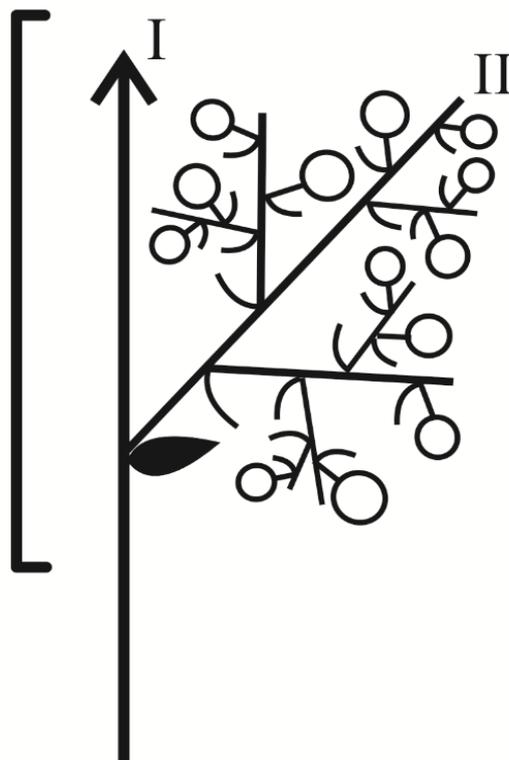
Во всех перечисленных случаях достаточно легко разграничить ФЕ и паракладии (иногда двух типов – короткие и длинные). Однако возможны случаи, когда в составе соцветия боковые побеги в нижней части имеют больший порядок ветвления, чем побеги в верхней части, т. е. степень разветвления боковых побегов как бы плавно угасает снизу-вверх. Такие соцветия классифицируют как *метелковидные*. В норме у культивируемых бобовых такие соцветия редки. Возможно, примером может служить софора японская (*Styphnolobium japonicum*), часто используемая в городском и парковом озеленении.

Метелковидные пазушные соцветия были описаны у мутантов люцерны посевной (*Medicago sativa*) (Dzyubenko, Dzyubenko, 1992). Для вида в целом характерна ФЕ по типу двойной кисти (тип 2), но у мутантов вместо пазушных кистей формируются многократно разветвленные метелковидные соцветия (рис. 5). Возникают синфлоресценции по типу *кисти из метелковидных элементарных соцветий*. Подобные нарушения развития возможны и у других Бобовых при заражении различными вирусами или фитоплазмами (например, Lee et al., 2012). В этом случае хозяйственного значения они не имеют. Такое anomальное повышение порядка ветвления в зарубежных источниках описано как «ведьмины метлы» (*witches' broom*) или «цветная капуста» (*cauliflower*; Bayly, Craig, 1962). Как правило, цветки развиваются с нарушениями и не дают

плодов. Сходные уродства описаны у мутантов *unifoliata* у гороха (Singer et al., 1999).

Строго говоря, наблюдаемые у перечисленных форм аномальные пазушные соцветия нельзя назвать настоящими метелками, поскольку этот тип предполагает, что оси всех порядков завершаются цветками (Endress, 2010). Более точно было бы говорить о многократно разветвленных кистях с

убывающим порядком ветвления (множественная сложная кисть или плейоботрий: Fedorov, Artyushenko, 1979), но термин «метелковидное соцветие» общепонятен и более удобен в использовании. Работ по детальному описанию морфологии таких аномалий среди доступной литературы нет, поэтому принадлежность к «метелковидным» соцветиям определяют скорее габитуально.



**Рис. 5. Схема метелковидного пазушного соцветия (пояснения в тексте)**  
**Fig. 5. Scheme of a panicle-like axillary inflorescence (see text for details)**

#### Сериальные почки

Иногда в пазухе одного листа может формироваться несколько побегов. Такое явление обычно при фасциации (тогда пазушные побеги развиваются одновременно). В остальных случаях пазушные побеги имеют разный возраст и зачастую разное строение. Так, у донника типична ситуация, когда в пазухе одного и того же листа на главном побеге развивается сначала простая кисть, а затем – боковой побег (длинный паракладий).

Подобный характер ветвления связан с активностью так называемых *сериальных почек*. Они формируются в пазухе одного листа и имеют разный возраст. Аккуратное исследование анатомии такого комплекса

было выполнено М. А. Гуленковой (Gulenkova, 1974) для чины и некоторых других травянистых бобовых. Оказалось, что проводящая система побега II порядка (например, пазушной кисти) присоединяется к проводящей системе главного побега; проводящие элементы побега, развивающегося из сериальной почки в той же пазухе, соединяются с уже имеющимся пазушным побегом и т. д. Таким образом, структуры в пазухе одного листа имеют не только разный возраст, но и разный порядок.

Наследственная предрасположенность к развитию побегов из сериальных почек описана у люцерны посевной (соцветие «двуклесточник»: Dzyubenko, Dzyubenko, 1992). Собственные наблюдения за

люцерной хмелевидной (*Medicago truncatula*) показывают, что соцветия (головки) в пазухе одного листа отличаются и по числу цветков, и по темпам развития. Едва ли эта особенность может быть использована как хозяйственно ценная.

### Возможный алгоритм описания синфлоресценций

Как справедливо отмечает Е. В. Власова (Vlasova, 2014: 128), «для характеристики образцов по типу ветвления требуется проведение многолетних наблюдений в контрастных погодных условиях». В самом деле, *максимальный* из возможных порядков ветвления достижим не всегда. У некоторых культур особенности ветвления сильно зависят от условий выращивания, могут варьировать от сезона к сезону, а потому идентификация типа соцветия может затянуться на годы. Поэтому целесообразнее при составлении общепонятного описания соцветия (а точнее – синфлоресценции) ориентироваться на *минимальный порядок* побегов, на котором формируются цветки. Так можно выделить ФЕ (у культивируемых Бобовых это, как правило, несложно). Использование понятия ФЕ позволяет получить характеристику, воспроизводимую при любых условиях выращивания, которые в принципе позволяют перейти к цветению. Именно на основании этого принципа были описаны три основных типа синфлоресценций, охарактеризованные выше.

Использование количественных признаков для классификации синфлоресценций сопряжено с риском получения плохо воспроизводимых результатов. Описание количественных особенностей возможно в качестве дополнительной характеристики (например, вида *ФЕ – двойная кисть из одноцветковых (3-5-цветковых и т.д.) кистей*), но едва ли пригодно в качестве основного категоризирующего признака.

### Заключение

Таким образом, возможный алгоритм описания синфлоресценции может иметь следующий вид.

1. Установление главного побега. В большинстве случаев это не составляет затруднения. Чтобы избежать путаницы, имеет смысл именно главный побег, развивающийся из почки зародыша, считать побегом I порядка независимо от того, есть ли непосредственно на нем цветки. У многолетних растений побегом I порядка удобно считать побег, образующийся из почки возобновления.

2. Определение флоральной единицы. Для этого удобно вычислить, какой порядок имеют цветки по отношению к главному побегу. Так, у гороха, например, цветки имеют III порядок; ФЕ – двойная кисть.

Все остальные характеристики могут быть дополнительными.

3. Описание характера кроющих листьев в пределах ФЕ. Это может иметь значение при сравнении мутантов с исходными сортами. Так, у гороха в норме пазушные кисти (оси II порядка) не имеют никаких листовидных органов, а у некоторых мутантов появляются прицветники.

4. Описание дополнительных особенностей (фасциация, нарушения развития цветков и др.).

5. Изучение количественной изменчивости: длина осей, число цветков, реальная продуктивность синфлоресценции по сравнению с потенциальной, наивысший порядок ветвления и т.д.

При публикации описаний синфлоресценций чрезвычайно наглядными могут быть осевые схемы, подобные тем, что приведены в качестве иллюстраций к настоящей работе. Такие схемы существенно информативнее фотографических изображений.

Надеемся, что предлагаемые для описания синфлоресценций приемы окажутся удобными в работе, послужат целям унификации терминологии и в конечном итоге – интеграции знаний между различными областями науки о растениях.

### Благодарности

Автор выражает сердечную благодарность к.б.н. Баранову М. П. за рецензирование рукописи и ценные замечания.

## References/Литература

- Bayly I. L., Craig I. L. A morphological study of the X-ray induced cauliflower-head and single-leaf mutation in *Medicago sativa* L. // Can. J. Genet. Cytol., 1962, vol. 4, pp. 386–397.
- Dzyubenko N. I., Dzyubenko E. A. Polymorphism of alfalfa populations in inflorescence structures // Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VIR, 1992, vol. 128, pp. 71–75 [in Russian] (Дзюбенко Н. И., Дзюбенко Е. А. Полиморфизм популяций люцерны по строению соцветий // Научн.-техн. бюлл.: ВИР, 1992. Т. 128. С. 71–75).
- Endress P. K. Disentangling confusions in inflorescence morphology: Patterns and diversity of reproductive shoot ramification in angiosperms // J. Syst. Evol., 2010, vol. 48, pp. 225–239.
- Fedorov Al. A., Artyushenko Z. T. Atlas of descriptive morphology of higher plants. Inflorescence. Leningrad: Nauka, 1979. 296 p. [in Russian] (Федоров Ал. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Л.: Наука, 1979. 296 с).
- Gulenkova M. A. Serial buds in some legumes // Biologicheskie nauki, 1974, vol. 12, pp. 55–58 [in Russian] (Гуленкова М. А. Сериальные почки у некоторых бобовых // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки. 1974. № 12. С. 55–58).
- Harlan J. R. Crops and Man. 2nd ed. American Society of Agronomy, 1992. 284 p.
- Hirsch A. M., Krupp R. S., Lin Y., Wang S. S., Yang W., Tucker S. C. Inflorescence and flower development in wild-type and *sid* mutant *Melilotus alba*, white sweetclover // Can. J. Bot., 2002, vol. 80, pp. 732–740.
- Kondykov I. V., Zotikov V. I., Zelenov A. N., Kondykova N. N., Uvarov V. N. Biology and breeding of determinate forms of pea. Orel: Kartush, 2006, 120 p. [in Russian] (Кондыков И. В., Зотиков В. И., Зеленов А. Н., Кондыкова Н. Н., Уваров В. Н. Биология и селекция детерминантных форм гороха. Орел: Картуш, 2006. 120 с.).
- Kuptsov N. S. Strategy and tactics of breeding of lupines // Izvestiya NAN Belarusi, 1997, no. 2, pp. 36–41 [in Russian] (Купцов Н. С. Стратегия и тактика селекции люпина // Изв. НАН Беларуси. 1997. № 2. С. 36–41).
- Kuznetzova T. V. On the complementary approaches in inflorescence morphology // Botanicheskii zhurnal, 1992, vol. 77, no. 12, pp. 7–24 [in Russian] (Кузнецова Т. В. О комплементарных подходах в морфологии соцветий // Ботан. журн. 1992. Т. 77, № 12. С. 7–24).
- Kuznetzova T.V., Pryakhina N. I., Yakovlev G. P. Inflorescences. Morphological classification. St. Petersburg: SPKhFA, 1992. 122 p. [in Russian] (Кузнецова Т. В., Пряхина Н. И., Яковлев Г. П. Соцветия. Морфологическая классификация. СПб.: Изд-во СПХФА, 1992. 122 с.).
- Kuznetzova T.V., Timonin A. C. Inflorescence: morphology, evolution, bearing on taxonomy (considered in the light of Bohr's principle of complementarity). Moscow: KMK Scientific Press, 2017. 183 p. [in Russian] (Кузнецова Т. В., Тимонин А. К. Соцветие: морфология, эволюция, таксономическое значение (применение комплементарных подходов). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 183 с.).
- Lee I.-M., Bottner-Parker K. D., Zhao Y., Bertaccini A., Davis R. E. Differentiation and classification of phytoplasmas the pigeon pea witches'-broom group (16SrIX): an update based on multiple gene sequence analysis // Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2012, vol. 62, pp. 2279–2285.
- Mendel G. Versuche über Pflanzen-Hybriden // Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn, 1866, bd. 4, s. 3–47.
- Saxena R. K., Obala J., Sinjushin A., Kumar C. V. S., Saxena K. B., Varshney R. K. Characterization and mapping of *Dt1* locus which co-segregates with *CcTFL1* for growth habit in pigeonpea // Theor. Appl. Genet., 2017, vol. 130, pp. 1773–1784.
- Singer S., Sollinger J., Maki S., Fishbach J., Short B., Reinke C., Fick J., Cox L., McCall A., Mullen H. Inflorescence architecture: a developmental genetics approach // Bot. Rev., 1999, vol. 65, pp. 385–410.
- Sinjushin A. On the role of genes *DETERMINATE*, *LATE FLOWERING* and *FASCIATA* in the morphogenesis of pea inflorescence // Ratar. Povrt., 2011, vol. 48, pp. 313–320.

- Sinjushin A. A. Finis coronat ахет: Terminal inflorescences in tribe Fabeae (Fabaceae: Faboideae) // Wulfenia, 2013, vol. 20, pp. 55–72.*
- Sinjushin A. A. Mutations of determinate growth and their application in legume breeding // Legume Perspectives, 2015, vol. 6, pp. 14–15.*
- Sinjushin A. A. Effects of stem fasciation on inflorescence and flower morphology in legumes // Wulfenia, 2016, vol. 23, pp. 127–134.*
- Sinjushin A. A., Volovikov E. A., Ash O. A., Khartina G. A. Mutation determinate habit has a semidominant mode of inheritance in pea // Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2016, no. 4, pp. 15–22 [in Russian] (Синюшин А. А., Воловиков Е. А., Аш О. А., Хартина Г. А. Мутация determinate habit у гороха является полудоминантной // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4. С. 15–22).*
- Troll W. Die Infloreszenzen. Bd. 1. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1964. 615 s.*
- Tucker S. C. Pseudoracemes in papilionoid legumes: their nature, development, and variation // Bot. J. Linn. Soc., 1987, vol. 95, pp. 181–206.*
- Vinokur G. O., Larin B. A., Ozhegov S. I., Tomashevskii B. V., Ushakov D. N. Russian definition dictionary in 4 vols. Moscow: OGIZ, 1935-1940 [in Russian] (Винокур Г. О., Ларин Б. А., Ожегов С. И., Томашевский Б. В., Ушаков Д. Н. Толковый словарь русского языка в 4 т. М.: Гос. ин-т «Сов. энцикл.»; ОГИЗ; Гос. изд-во иностр. и нац. слов., 1935–1940).*
- Vlasova E. V. Difficulties in terms characterizing different branching types in a blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) // Proc. of IX Intl. Conf. on ecological morphology of plants dedicated to a memory of I. G. Serebryakov and T. I. Serebryakova (to a centenary of I. G. Serebryakov). Vol. 1. Moscow: MPGU, 2014, pp. 126–129 [in Russian] (Власова Е. В. Трудности в терминологии для характеристики различных типов ветвления у люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) // Труды IX межд. конф. по экологической морфологии растений, посвященной памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых (к 100-летию со дня рождения И. Г. Серебрякова). Т. 1. М.: МПГУ, 2014. С. 126–129).*
- Weberling F. Structure and evolutionary tendencies of inflorescences in the Leguminosae // Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard., 1989, vol. 29, pp. 35–58.*
- Zelenov A. N. Breeding of pea for high seed productivity: doctoral thesis. Bryansk, 2001. 60 p. [in Russian] (Зеленов А. Н. Селекция гороха на высокую урожайность семян: дисс. в виде научного доклада ... докт. с.-х. наук. Брянск, 2001. 60 с.).*

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-103-113

УДК 575.11:633.1:581.573.4

Е. Е. Радченко,  
Т. Л. Кузнецова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44  
e-mail:  
eugene\_radchenko@rambler.ru

**Ключевые слова:**  
*Schizaphis graminum Rondani*, сорго, ячмень, гены устойчивости, вирулентность, структура популяций.

**Поступление:**  
25.09.2017

**Принято:**  
21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ КРАСНОДАРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛИ *SCHIZAPHIS GRAMINUM RONDANI* (НОМОПТЕРА, APHIDIDAE)

**Актуальность.** Обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* Rondani повреждает злаки преимущественно в южных регионах страны и наиболее значительный ущерб наносит сорго. Для *S. graminum* характерно дифференциальное взаимодействие с генотипами растения-хозяина. Возможность приспособления к питающему растению обуславливает необходимость изучения внутривидовой изменчивости популяций насекомого. **Материалы и методы.** В 2009–2010 гг. анализировали полиморфизм краснодарской (филиал Кубанская опытная станция ВИР, Гулькевичский район) популяции *S. graminum*. Клоны тли собирали на ячмене в июне, а также на сорго в июне (активная миграция насекомого на поля), июле (максимальная численность) и августе (начало спада численности). Оценивали поврежденность образцов сорго с идентифицированными генами устойчивости к тле: ‘Сарваши’ (гены устойчивости *Sgr1* + *Sgr2*); ‘Shallu’ (*Sgr3*); ‘Deer’ (*Sgr4*); ‘Соргоградское’ (*Sgr5*); Дурра белая (*Sgr5* + *Sgr6*); ‘Сарбам’ (*Sgr12*). Дифференциаторы распределили в две группы, каждая из которых содержала три образца: Deer–Сарваши–Сарбам и Shallu–Соргоградское–Дурра белая (White Durra). В каждой группе в случае авирулентности клона тли (устойчивости дифференциатора) образцу присваивали значение 0. В случае вирулентности (восприимчивости сорго) первому образцу присваивали значение 1, второму – 2, третьему – 4. Фенотип вирулентности клона тли обозначали числом из двух цифр, каждая из которых являлась суммой реакций устойчивости (восприимчивости) дифференциаторов. Провели также мониторинг вирулентности тли к устойчивым образцам ячменя. Для оценки внутривидовой изменчивости насекомого использовали такой же подход, как и при работе с сорго. Образцы для обозначения фенотипов вирулентности распределили в две группы в следующем порядке: Post–Herb–Wintermalt и к-16190–к-28129–к-15600. Для оценки изменчивости субпопуляций тли использовали критерии, предложенные Л. А. Животовским. **Результаты и выводы.** Выявлена высокая общая и сезонная изменчивость насекомого по вирулентности к генам устойчивости сорго. В 2009 г., когда на сорго наблюдали высокую численность насекомого, выявили 31 фенотип вирулентности *S. graminum*. В 2010 г. (период депрессии) идентифицировали 27 фенотипов вирулентности тли. Результаты экспериментов свидетельствуют и о достаточно высоком полиморфизме краснодарской популяции *S. graminum* по вирулентности к сортам ячменя. В 2009 г. идентифицировали 16 фенотипов вирулентности, в 2010 г. – 22. Наблюдался отбор из популяции генотипов *S. graminum*, специфически приспособленных к виду растения-хозяина. При размножении на ячмене преимущество в конкуренции имели особи, не обладающие «лишними» генами вирулентности к сорго. Смена хозяина приводила к быстрому накоплению клонов, вирулентных к генам устойчивости сорго *Sgr1* – *Sgr4* и *Sgr12*.

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-103-113

ORIGINAL ARTICLE

E. E. Radchenko,  
T. L. Kuznetsova

N. I. Vavilov All-Russian Institute of  
Plant Genetic Resources,  
42, 44 Bolshaya Morskaya St.  
St. Petersburg, 190000, Russia,  
e-mail:  
eugene\_radchenko@rambler.ru

## THE EFFECT OF HOST PLANT REPLACEMENT ON THE GENETIC STRUCTURE OF THE KRASNODAR GREENBUG *SCHIZAPHIS GRAMINUM* RONDANI (HOMOPTERA, APHIDIDAE) POPULATION

### Key words:

*Schizaphis graminum* Rondani,  
sorghum, barley, resistance  
genes, virulence, structure of  
populations.

### Received:

25.09.2017

### Accepted:

21.03.2018

**Background.** The greenbug *Schizaphis graminum* Rondani damages cereal crops mainly in the southern Russia where it is especially harmful to sorghum. This aphid displays differential interaction with genotypes of the host plant. The possibility of adaptation to the host necessitates the study of insect population variations caused by either immigration of virulent clones to the local population, or mutations, or combinative variability in genes responsible for virulence in local populations. **Materials and methods.** The polymorphism of the Krasnodar *S. graminum* population was studied at the Kuban Experimental Station of VIR in 2009 and 2010. The insects were collected from barley in June, and from sorghum crops in June (the period of their active migration to the fields), July (the period of peak abundance), and August (the start of population decline). Damage was assessed in sorghum accessions with the identified genes of resistance to greenbug: ‘Sarvashi’ (resistance genes *Sgr1* + *Sgr2*), ‘Shallu’ (*Sgr3*), ‘Deer’ (*Sgr4*), ‘Sorgogradskoe’ (*Sgr5*), White Durra (*Sgr5* + *Sgr6*), and ‘Capbam’ (*Sgr12*). They were divided into two differentiator groups, each containing three accessions: Deer–Sarvashi–Capbam and Shallu–Sorgogradskoe–White Durra. If the aphid clone was avirulent (i.e. the differentiator was resistant), the accession was assigned grade 0. If the clone proved virulent (the differentiator was susceptible), the first accession in the group was assigned grade 1; the second, grade 2, and the third, grade 4. The virulence phenotype of the aphid clone was coded with a two-digit number, each of the digits being the sum of the resistance (susceptibility) grades of the differentiators. We performed monitoring of greenbugs for their virulence to resistant accessions of barley. The intrapopulation diversity of *S. graminum* was evaluated using the same approach as in the experiments with sorghum. To define virulence phenotypes, the accessions were combined into the following two groups: Post–Herb–Wintermalt and k-16190–k-28129–k-15600. Variation in greenbug subpopulations was evaluated using the indices proposed by Zhivotovsky. **Results and conclusions.** A high level of overall and seasonal variability of the insect in its virulence to sorghum resistance genes was detected. In 2009, when very large quantities of the insect were observed on sorghum crops, 31 phenotypes of greenbug virulence to sorghum resistance genes were identified. In the following year (depression period), 27 aphid virulence phenotypes were identified. The experimental results also testify to a relatively high polymorphism of the Krasnodar *S. graminum* population in its virulence to barley varieties. In 2009, 16 virulence phenotypes were identified, and 22 were identified in 2010. Natural selection of *S. graminum* genotypes specifically adapted to host plant species was observed. During the reproduction of the insect on barley plants, the individuals without “redundant” genes for virulence to sorghum had an advantage in competition. Replacement of the host led to rapid accumulation of the clones virulent to the sorghum resistance *Sgr1* – *Sgr4* and *Sgr12*.

## Введение

Примеры образования внутри-видовых форм насекомых-фитофагов под влиянием устойчивых сортов хорошо документированы, прежде всего, для тлей. Литературные данные о специфическом взаимодействии обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum* Rondani) с генотипами хозяина особенно многочисленны. Впервые различия по способности питаться на определенных сортах пшеницы и ячменя между популяциями *S. graminum* были обнаружены в США в 1947 г. (Dahms, 1948), однако целенаправленные исследования внутривидовой изменчивости фитофага не проводились до 60-х годов прошлого века. С 1961 по 1997 гг. в США было идентифицировано всего лишь 10 биотипов тли, дифференциально взаимодействующих с различными растениями-хозяевами: А – С, Е – К (Harvey et al., 1997), а в 2010 г. появилось сообщение об обнаружении 13-ти новых биотипов (Weng et al., 2010).

Неоднородность популяций насекомого на территории СССР впервые выявили при изучении устойчивости двух образцов сорго к ставропольской и узбекской популяциям (Radchenko, Yakshin, 1990). Была показана (Radchenko, 1994) относительная изоляция популяций *S. graminum* из европейской части России и Азии (Узбекистан, Казахстан). В результате многолетнего (1994–2010 гг.) мониторинга краснодарской (филиал Кубанская опытная станция ВИР – КОС ВИР, Гулькевичский район) популяции *S. graminum* выявили высокую изменчивость насекомого по вирулентности к шести образцам сорго, несущим различные гены устойчивости – как общую, так и сезонную. Всего идентифицировали 42 фенотипа вирулентности тли, ежегодно – 18–36 фенотипов. Установлено также, что под воздействием абиотических факторов может меняться относительная

конкурентоспособность клонов насекомого и, следовательно, изменение условий среды приводит к дифференциальному отбору в популяциях *S. graminum* (Radchenko, Kuznetsova, 2009; Radchenko et al., 2012).

Обыкновенная злаковая тля питается на культурных и дикорастущих злаках в южных регионах России. Наиболее значительный ущерб обычно причиняет сорго. Насекомое зимует на озимых и дикорастущих злаках, весной и в начале лета вредит на зерновых колосовых и овсе, а в июне массово мигрирует на всходы сорго. Сведения о динамике частот генов вирулентности в популяциях фитофага при миграции на другой вид растения-хозяина отсутствуют.

Основная цель работы – оценить влияние смены хозяина на вариабельность генетической структуры краснодарской популяции *S. graminum*. Кроме того, исследовали сезонную изменчивость насекомого, собранного в период вегетации сорго, по вирулентности не только к образцам сорго, но и ячменя – культуре, которая не является хозяином фитофага в период сбора субпопуляций.

## Материалы и методы

Колонии *S. graminum* собирали в 2009 и 2010 гг. на посевах сорго и ячменя КОС ВИР. В июне 2009 г. насекомых собрали на коллекционных образцах ярового ячменя (коммерческие посева озимых зерновых в это время уже созрели) и на линии зернового сорго Ефремовское белое, а затем – на этом же образце сорго в июле (максимальная численность насекомого) и в августе (начало спада численности). В июне 2010 г. сбор насекомых проводили на подгонах озимого ячменя сорта ‘Вавилон’ (коммерческий посев), а также на линии Ефремовское белое и районированном стандартном сорте ‘Кубанское красное 1677’. В 2010 г. наблюдали депрессию численности тли,

в результате чего собрать *S. graminum* в июле и августе удалось только на 'Кубанском красном 1677'.

Для сбора и транспортировки тли использовали компактные садки-контейнеры. Контейнер представляет собой полый стеклянный цилиндр длиной 10–15 см и диаметром 2 см, один из концов которого затянут капроновой сеткой. Собранных в поле тлей стряхивали на сетку, а в другой конец контейнера вставляли влажный ватный тампон с пророщенными на нем семенами пшеницы. Для получения клонов тлей в лабораторных условиях на смоченную водой вату, помещенную в половинки чашек Петри, раскладывали по несколько проросших семян пшеницы сорта 'Ленинградка'. Через 3–5 дней на всходы в каждой чашке Петри подсаживали одну самку и закрывали стеклянными изоляторами, верхняя часть которых была затянута мельничным газом. Садки с клонами тли размещали на светоустановках, оборудованных люминесцентными лампами (Radchenko, 2008).

В световом зале, где поддерживалась температура воздуха 20–25°C, оценивали поврежденность образцов сорго с идентифицированными генами устойчивости к тле: к-3852, 'Сарваши' (гены устойчивости *Sgr1* + *Sgr2*); к-9921, 'Shallu' (*Sgr3*); к-6694, 'Deer' (*Sgr4*); к-9436, 'Соргоградское' (*Sgr5*); к-1362, Дурра белая (*Sgr5* + *Sgr6*); к-455, 'Сарбам' (*Sgr12*) (Radchenko, Zubov, 2007). Опытные образцы и неустойчивый контроль (линия Низкорослое 81) высевали в сосуды с почвой в круговом порядке и закрывали стеклянными изоляторами. В фазе 2-х листьев всходы заселяли тлями одного клона из расчета 5 особей на растение. При гибели контроля определяли поврежденность растений каждого образца по шкале (Archer et al., 1982): 0 – нет повреждений, 1 – повреждено 1–10% листовой поверхности, 2 – 11–20%, ..., 10 – 91–100%. Растения с баллами 1–4 относили к устойчивым, 9–10 – к восприимчивым. В случае нечеткого

проявления устойчивости эксперимент повторяли.

Полиморфизм субпопуляций оценивали по частотам фенотипов, которые идентифицировали с помощью упомянутых образцов, которые разделили на две группы со строгим порядком внутри групп: Deer–Сарваши–Сарбам и Shallu–Соргоградское–Дурра белая. В каждой группе в случае авирулентности клона тли (устойчивости дифференциатора) образцу присваивали значение 0. В случае вирулентности (восприимчивости сорго) первому образцу присваивали значение 1, второму – 2, третьему – 4. Фенотип вирулентности клона тли обозначали числом из двух цифр, каждая из которых являлась суммой реакций устойчивости (восприимчивости) дифференциаторов.

Аналогичную методику использовали и при изучении полиморфизма *S. graminum* по вирулентности к образцам ячменя. Оценивали устойчивые к ряду идентифицированных в США биотипов насекомого сорта 'Herb', 'Wintermalt' и 'Post', который имеет ген устойчивости *Rsg1* (Porter et al., 2007), а также выделенные нами образцы местного ячменя к-16190, к-15600 из Китая и к-28129 из КНДР (Radchenko et al., 2014). Образцы для обозначения фенотипов вирулентности распределили в две группы в следующем порядке: Post–Herb–Wintermalt и к-16190–к-28129–к-15600.

Для оценки изменчивости субпопуляций тли использовали критерии, предложенные Л. А. Животовским (Zhivotovsky, 1982). Внутрипопуляционное разнообразие оценивали с помощью критерия  $\mu$  (среднее число фенотипов в популяции) по формуле:

$$\mu = (\sqrt{p_1} + \sqrt{p_2} + \dots + \sqrt{p_m})^2$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_m$  – выборочные значения частот фенотипов,  $m$  – число фенотипов. Наряду со средним числом фенотипов определяли показатель  $h$  – долю редких фенотипов:  $h = 1 - \mu/m$ . Если  $\mu$  дает оценку степени разнообразия популяции, то показатель  $h$  оценивает структуру этого разно-

образия. При сравнении популяций использовали критерий сходства  $r$ :

$$r = \sqrt{p_1 q_1} + \sqrt{p_2 q_2} + \dots + \sqrt{p_m q_m}$$

где  $p_i$  и  $q_i$  – частоты фенотипов в сравниваемые годы. Значимость различий популяций по частотам общих фенотипов оценивали по критерию идентичности  $I$ :

$$I = \frac{8N_1 N_2}{N_1 + N_2} \left(1 - r - \frac{p^0 + q^0}{4}\right)$$

где  $p^0$  – сумма частот фенотипов 1-й выборки, не представленных во 2-й выборке;  $q^0$  – сумма частот фенотипов 2-й выборки, которые отсутствуют в 1-й.

### Результаты и обсуждение

В 2009 г. на сорго наблюдали высокую численность насекомого: поврежденность листовой поверхности стандартного сорта ‘Кубанское красное 1677’ составляла преимущественно 40–50%. Выявили 31 фенотип вирулентности *S. graminum*.

Различия между субпопуляциями по среднему числу фенотипов и по доле редких фенотипов в ряде случаев существенны. Наименее выровнена субпопуляция, собранная в августе. На ячмене доминировал фенотип, авирулентный ко всем сортам-дифференциаторам (табл. 1). Согласно критерию идентичности, все субпопуляции существенно различались между собой, что указывает на высокий сезонный полиморфизм насекомого по вирулентности к сорго (табл. 3).

В 2010 г. численность насекомого на посевах сорго была самой низкой за весь период наблюдений с 1994 г., прежде всего, за счет энтомофагов. Однако и в период депрессии идентифицировали 27 фенотипов вирулентности тли (18 – на сорго, 9 фенотипов были уникальны для июньского сбора на ячмене). Наименее выровнена субпопуляция, собранная в июне на сорте ‘Кубанское красное 1677’. Как и в прошлом году, на ячмене преобладали клоны, авирулентные к устойчивым образцам сорго.

**Таблица 1. Фенотипическое разнообразие субпопуляций *Schizaphis graminum* по вирулентности к образцам сорго**  
**Table 1. Phenotypic diversity of *Schizaphis graminum* subpopulations in their virulence to sorghum accessions**

Дата сбора	Изучено клонов	Число фенотипов	Доминирующий фенотип	Частота доминирующего фенотипа	Среднее число фенотипов	Доля редких фенотипов
2009 г.						
Субпопуляция, собранная на ячмене						
24.06.2009	30	10	00	0,43	8,14 ± 0,71	0,19 ± 0,07
Субпопуляции, собранные на сорго (Ефремовское белое)						
24.06.2009	66	17	00	0,20	14,06 ± 0,79	0,17 ± 0,05
15.07.2009	95	22	71	0,23	16,39 ± 0,98	0,25 ± 0,04
02.08.2009	100	15	71	0,60	8,83 ± 0,74	0,41 ± 0,05
2010 г.						
Субпопуляция, собранная на ячмене						
21.06.2010	36	18	00	0,14	16,48 ± 0,83	0,08 ± 0,04
Субпопуляция, собранная на сорго (Ефремовское белое)						
21.06.2010	44	9	73	0,57	6,38 ± 0,62	0,29 ± 0,07
Субпопуляции, собранные на сорго (сорт Кубанское красное 1677)						
21.06.2010	34	10	73	0,62	6,58 ± 0,81	0,34 ± 0,08
16.07.2010	16	4	73	0,69	3,10 ± 0,17	0,22 ± 0,10
04.08.2010	45	8	73	0,62	5,42 ± 1,32	0,32 ± 0,17

Весьма любопытно безусловное доминирование на сорго фенотипа 73, который характеризуется вирулентностью ко всем дифференциаторам, за исключением образца Дурра белая (см. табл. 1). Выявлено значимое различие между субпопуляциями, собранными на ячмене и на сорго (табл. 4).

Встречаемость на сорго клонов, вирулентных к образцу Дурра белая (гены устойчивости *Sgr5* и *Sgr6*), варьировала в 2009 г. от 1 до 3%, а в следующем году вирулентные к этому образцу клоны не выявлены (рис. 1). Лишь один собранный на ячмене клон

оказался вирулентным. В первый год изучения к концу сезона существенно снизилась доля клонов, вирулентных к сорту 'Соргоградское' (*Sgr5*). Частоты клонов, вирулентных к остальным образцам сорго, в июле и августе резко увеличились. В 2010 г. наблюдали такой же резкий рост числа клонов, сильно повреждающих 'Соргоградское', а частоты клонов, вирулентных к остальным образцам, варьировали примерно в одних и тех же пределах. Интересно, что на ячмене всегда преобладали клоны, авирулентные к образцам сорго (см. табл. 1).

**Таблица 2. Фенотипическое разнообразие субпопуляций *Schizaphis graminum* по вирулентности к образцам ячменя**  
**Table 2. Phenotypic diversity of *Schizaphis graminum* subpopulations in their virulence to barley accessions**

Дата сбора	Изучено клонов	Число фенотипов	Доминирующий фенотип	Частота Доминирующего фенотипа	Среднее число фенотипов	Доля редких фенотипов
2009 г.						
Субпопуляция, собранная на ячмене						
24.06.2009	30	5	70	0,67	3,63 ± 0,41	0,27 ± 0,08
Субпопуляции, собранные на сорго (Ефремовское белое)						
24.06.2009	48	9	60	0,38	6,87 ± 0,55	0,24 ± 0,06
15.07.2009	48	8	60	0,50	5,80 ± 0,52	0,28 ± 0,06
02.08.2009	48	10	60	0,38	7,46 ± 0,63	0,25 ± 0,06
2010 г.						
Субпопуляция, собранная на ячмене						
21.06.2010	36	9	70	0,44	6,51 ± 0,67	0,28 ± 0,07
Субпопуляция, собранная на сорго (Ефремовское белое)						
21.06.2010	44	12	60	0,25	9,95 ± 0,68	0,17 ± 0,06
Субпопуляции, собранные на сорго (сорт Кубанское красное 1677)						
21.06.2010	34	12	66, 70,76	0,18	10,50 ± 0,62	0,13 ± 0,06
16.07.2010	16	5	60	0,31	4,68 ± 0,30	0,06 ± 0,06
04.08.2010	45	16	70	0,27	12,75 ± 0,96	0,20 ± 0,06

Результаты экспериментов свидетельствуют и о достаточно высоком полиморфизме краснодарской популяции *S. graminum* по вирулентности к сортам ячменя. В 2009 г. идентифицировали 16 фенотипов вирулентности, в 2010 г. – 22. Субпопуляции в ряде случаев различались по среднему числу фенотипов и по доле редких фенотипов; смена хозяина обусловила и смену

доминирующего фенотипа (табл. 2). Согласно критерию идентичности, в 2009 г. субпопуляция, собранная на ячмене, существенно отличалась от всех субпопуляций на сорго (табл. 3). Вследствие недостаточности выборки, в 2010 г. значимо различались только субпопуляции, собранные на ячмене и на сорго в один и тот же день, а также питавшиеся на сорго в июне и августе (табл. 4).

В течение всего периода мониторинга большинство клонов тли были вирулентны к сортам ячменя 'Herb' и 'Wintermalt', а 40–60% сильно повреждали 'Post'. На сорго в 2009 г. частоты клонов, вирулентных к образцам ячменя из второй группы, были невелики и несколько повысились к концу сезона (рис. 2). На ячмене все клоны тли были авирулентны к образцам к-16190 и к-28129 и лишь один клон из тридцати изученных сильно повреждал образец к-15600. В 2010 г. на ячмене вирулентные к образцу к-16190 клоны не выявлены. При переходе на сорго 15,9% (Ефремовское белое) и 23,5% ('Кубанское красное 1677') клонов сильно повреждали к-16190, а к концу сезона частота вирулентных клонов снизилась до 5,9%. Сходная тенденция – и для клонов, вирулентных к образцам к-28129 и к-15600, однако в данном случае снижение частот к концу сезона было менее заметным.

**Таблица 3. Сходство субпопуляций *Schizaphis graminum* в 2009 г.**  
**Table 3. Similarity of *Schizaphis graminum* subpopulations in 2009**

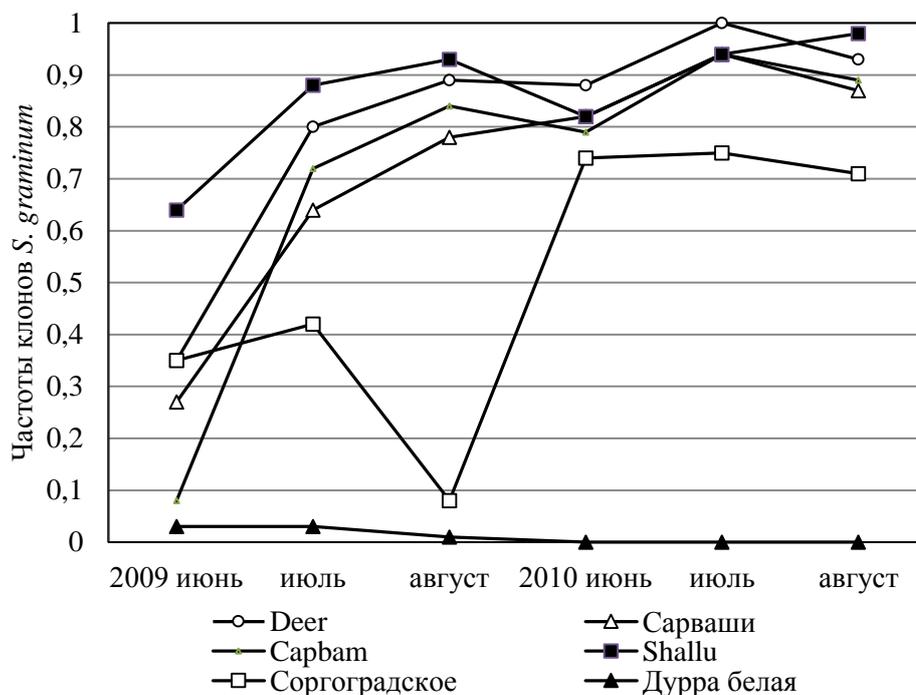
Сравниваемые субпопуляции	Степень сходства			
	по генам вирулентности к образцам сорго		по генам вирулентности к образцам ячменя	
	г	I	г	I
июнь, ячмень – июнь, сорго	0,67	31,89*	0,77	24,44**
июнь, ячмень – июль, сорго	0,27	82,08**	0,68	31,13**
июнь, ячмень – август, сорго	0,15	96,37**	0,68	28,76**
июнь, сорго – июль, сорго	0,45	108,34**	0,94	1,10
июль, сорго – август, сорго	0,78	68,40**	0,81	19,25
июнь, сорго – август, сорго	0,34	154,82**	0,88	13,73

Примечание \*P < 0,05; \*\*P < 0,01.

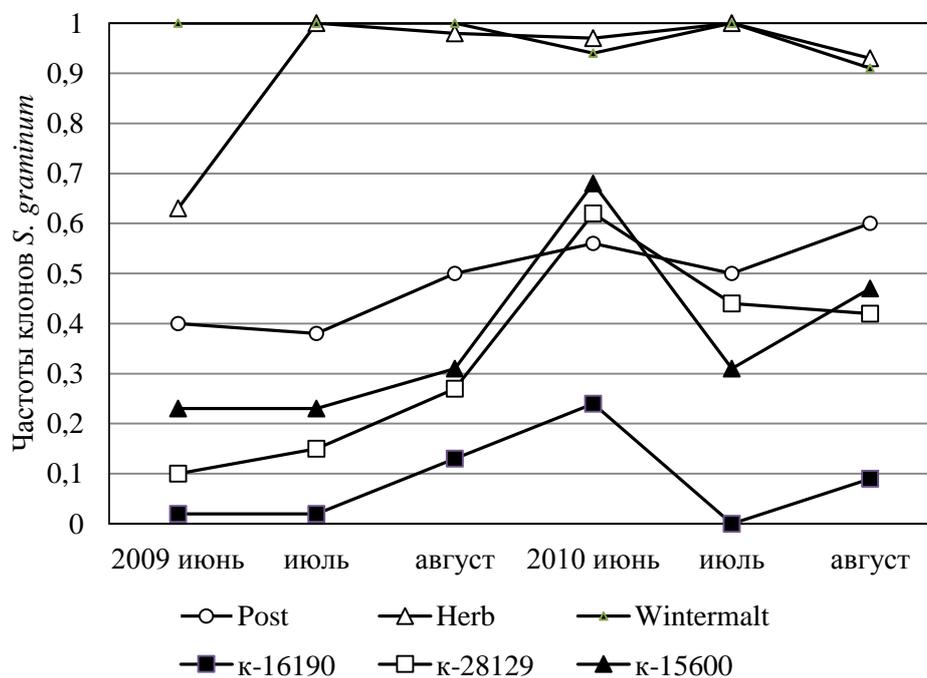
**Таблица 4. Сходство между субпопуляциями *Schizaphis graminum* в 2010 г.**  
**Table 4. Similarity of *Schizaphis graminum* subpopulations in 2010**

Сравниваемые субпопуляции	Степень сходства			
	по генам вирулентности к образцам сорго		по генам вирулентности к образцам ячменя	
	г	I	г	I
июнь, ячмень – июнь, сорго (Е)	0,41	60,98*	0,71	28,0*
июнь, ячмень – июнь, сорго (К)	0,32	63,44*	0,51	37,73*
июнь, ячмень – июль, сорго (К)	0,14	47,85*	0,77	11,72
июнь, ячмень – август, сорго (К)	0,31	72,92*	0,80	19,72
июнь, сорго (Е) – июнь, сорго (К)	0,77	18,41	0,71	23,13
июнь, сорго (Е) – июль, сорго (К)	0,79	10,25	0,79	12,48
июнь, сорго (Е) – август, сорго (К)	0,88	11,57	0,69	41,56*
июнь, сорго (К) – июль, сорго (К)	0,85	7,07	0,53	21,54
июнь, сорго (К) – август, сорго (К)	0,83	13,13	0,72	21,65
июль, сорго (К) – август, сорго (К)	0,83	8,36	0,79	12,44

Примечание. Е – Ефремовское белое, К – Кубанское красное 1677, \* P < 0,01



**Рис. 1. Динамика частот клонов *Schizaphis graminum* из краснодарской популяции, вирулентных к устойчивым образцам сорго**  
**Fig. 1. Frequency dynamics of *Schizaphis graminum* clones from the Krasnodar population virulent to resistant sorghum accessions**



**Рис. 2. Динамика частот клонов *Schizaphis graminum* из краснодарской популяции, вирулентных к устойчивым образцам ячменя**  
**Fig. 2. Frequency dynamics of *Schizaphis graminum* clones from the Krasnodar population virulent to resistant barley accessions**

Как и в предыдущих исследованиях (Radchenko, Kuznetsova, 2009; Radchenko et. al., 2012), результаты анализа клонов, собранных в одном пункте, демонстрируют высокую изменчивость *S. graminum* по признаку вирулентности к *Sgr*-генам устойчивости сорго – как общую, так и сезонную. Мы установили также, что в период питания на сорго популяция фитофага лабильна и по вирулентности к образцам ячменя. Изменение частот вирулентных к устойчивым образцам ячменя клонов *S. graminum* позволяет предположить, что при размножении на ячмене и других злаках изменяется и соотношение частот вирулентности к генам устойчивости сорго. Следует отметить, что сезонная изменчивость тли, собранной на сорго, по вирулентности к образцам ячменя, то есть культуры, которая в июне уже созревает и не является хозяином тли в период сбора субпопуляций, вызвана главным образом абиотическими факторами. Изменение условий среды может обуславливать дифференциальный отбор в популяции *S. graminum* (Radchenko, Kuznetsova, 2009; Radchenko et. al., 2012).

Весной численность *S. graminum* обычно невелика, собрать достаточное для анализа число клонов тли на пшенице, ячмене или овсе нам не удалось. Насекомых собирали лишь на созревающем ячмене, в период миграции на молодые растения сорго. Сравнение этих и «сорговых» субпопуляций, собранных в один и тот же день, позволило выявить разительные различия между ними (см. табл. 3, 4).

Наблюдали отбор из популяции генотипов *S. graminum*, специфически приспособленных к виду растения-хозяина. При размножении насекомого-олигофага на ячмене преимущество в конкуренции имели особи, не обладающие «лишними» генами вирулентности к сорго. Так, сорта-дифференциаторы сорго были устойчивы к 43% клонов, собранных на

ячмене в июне 2009 г. (см. табл. 1). При этом все клоны оказались авирулентными к двум сортам – Дурра белая и ‘Deer’, а частоты вирулентности к другим образцам варьировали всего лишь от 0,166 (‘Сарваши’) до 0,366 (‘Shallu’). Смена хозяина привела к быстрому накоплению клонов, вирулентных, прежде всего, к генам устойчивости *Sgr1 – Sgr4* и *Sgr12*. На сорго в июне 2009 г. уже 63,6% клонов были вирулентны к сорту ‘Shallu’ и 34,8% – к образцу ‘Deer’ (см. рис. 1). В 2010 г. 22,2% собранных на ячмене клонов не повреждали сорт ‘Deer’, а в эту же дату сбора на сорго 88,2% (сорт ‘Кубанское красное 1677’) и 86,4% (Ефремовское белое) клонов характеризовались вирулентностью к ‘Deer’.

### Заключение

Многочисленные исследования о влиянии генов вирулентности на приспособленность фитопатогенов привели к противоречивым результатам: избыточная (не требующаяся для поражения коммерческих сортов) вирулентность либо снижает конкурентоспособность, либо нейтральна, либо ее повышает (Levitin, 1986; Djakov, 1998). В наших опытах клоны насекомого, сильно повреждающие образцы с генами устойчивости *Sgr1 – Sgr4* и *Sgr12*, быстро вытесняли на сорго доминировавший ранее «нулевой» фенотип (см. табл. 1, рис. 1). Сорт ‘Кубанское красное 1677’ и линия Ефремовское белое, на которых собирали тлю, не имеют генов устойчивости сортов-дифференциаторов, но комплементарные им гены вирулентности насекомого, которые, казалось бы, являются «лишними», повышали конкурентоспособность фитофага на сорго.

С другой стороны, редко встречающаяся в популяции тли вирулентность к образцу Дурра белая (гены устойчивости *Sgr5 + Sgr6*) снижала конкурентоспособность *S. graminum*.

Ранее нами было показано, что клоны из краснодарской популяции тли, вирулентные к *Sgr5* и *Sgr6*, менее плодovиты по сравнению с авирулентными и вытесняются при репродукции модельных популяций на восприимчивой линии сорго (Radchenko et al., 2007). Образец Дурра белая сохраняет устойчивость к тле уже свыше 25 лет, что может объясняться, по крайней мере, отчасти, влиянием мутации вирулентности на жизнеспособность насекомого. Если потеря функции гена авирулентности имеет вредные и трудно преодолеваемые в эволюции последствия для своего носителя, то соответствующий ген устойчивости хозяина контролирует долго сохраняющуюся устойчивость. Сорт 'Соргоградское' защищен одним из этих двух генов – *Sgr5*. При вспышке размножения тли наблюдали существенное снижение частоты клонов, сильно повреждающих 'Соргоградское', однако в период депрессии эти клоны преобладали (см. рис. 1).

Исследования динамики популяций фитопатогенных грибов показывают, что в неблагоприятные для развития

болезней годы преобладают расы, имеющие мало генов вирулентности, а в годы эпифитотий – «сложные», высоковирулентные (Djakov, 1998). В наших опытах, напротив, депрессия численности насекомого на сорго была сопряжена с безусловным доминированием фенотипа 73, который характеризуется вирулентностью к пяти образцам сорго из шести изученных (см. табл. 1). Очевидно, клоны *S. graminum* с широким спектром вирулентности оказались более приспособлены к выживанию в неблагоприятных условиях.

Смена растения-хозяина привела к существенному изменению структуры популяции *S. graminum* и по вирулентности к образцам ячменя, особенно в благоприятный для размножения насекомого год (см. табл. 3, 4). Частоты вирулентных к сортам-дифференциаторам клонов в 2009 г. повысились (значительно – к сорту 'Herb'), а в период депрессии, наоборот, несколько снизились. В целом же сезонные различия между субпопуляциями были менее выражены по сравнению с изменением структуры популяции по вирулентности к устойчивым образцам сорго.

## References/Литература

- Archer T. L., Onken A. B., Matheson R. L., Bynum E. D. Jr. Nitrogen fertilizer influence on greenbug (Homoptera: Aphididae) dynamics and damage to sorghum // J. Econ. Entomol., 1982, vol. 75, no. 4, pp. 695–698. <https://doi.org/10.1093/jee/75.4.695>.
- Dahms R. G. Comparative tolerance of small grains to greenbugs from Oklahoma and Mississippi // J. Econ. Entomol., 1948, vol. 41, no. 5, pp. 825–826. <https://doi.org/10.1093/jee/41.5.825>.
- Djakov Ju. T. Population biology of phytopathogenic fungi // Moscow: Muravei, 1998, 382 p. [in Russian] (Дьяков Ю. Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. М.: Муравей, 1998. 382 с.).
- Harvey T. L., Wilde G. E., Kofoid K. D. Designation of a new greenbug biotype K, injurious to resistant sorghum // Crop Sci., 1997, vol. 37, no. 3, pp. 989–991. DOI:10.2135/cropsci1997.0011183X003700030047x.
- Levitin M. M. Genetic grounds of plant pathogenic fungi variability // Leningrad: Agropromizdat, 1986, 208 p. [in Russian] (Левитин М. М. Генетические основы изменчивости фитопатогенных грибов. Л.: Агропромиздат, 1986. 208 с.).
- Porter D. R., Burd J. D., Mornhinweg D. W. Differentiating greenbug resistance genes in barley // Euphytica, 2007, vol. 153, no. 1–2, pp. 11–14. DOI: 10.1007/s10681-006-9193-5.
- Radchenko E. E. Genetics of aphid resistance of grain cultures and breeding problems // Russ. J. Genetics, 1994, vol. 30, no. 10, pp. 1191–1196.
- Radchenko E. E. Cereal aphids // In: The study of the genetic resources of cereal crops for

- resistance to harmful organisms. Moscow: Rosselchoz-akademia, 2008, pp. 214–257 [in Russian] (*Радченко Е. Е.* Злаковые тли // В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. М.: Россельхозакадемия, 2008. С. 214–257).
- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L.* Polymorphism of the Krasnodar greenbug population for virulence to host plants. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2009, vol. 166, pp. 214–220 [in Russian] (*Радченко Е. Е., Кузнецова Т. Л.* Полиморфизм краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли по вирулентности к растениям-хозяевам // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 166. С. 214–220).
- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L., Zubov A. A.* Long-term seasonal polymorphism of the Krasnodar greenbug population for virulence to sorghum varieties carrying different resistance genes // *Russ. J. Ecology*, 2012, vol. 43, no. 3, pp. 204–209. DOI: 10.1134/S1067413612030137.
- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L., Zveinek I. A., Kovaleva O. N.* Greenbug resistance in barley accessions from East and South Asia // *Russ. Agric. Sci.*, 2014, vol. 40, no. 2, pp. 117–120. DOI:10.3103/S1068367414020177.
- Radchenko E. E., Yakshin G. V.* Sorghum accessions resistant to greenbug // *Sel. Semenovod.*, 1990, no. 1, pp. 26–27. [in Russian] (*Радченко Е. Е., Якшин Г. В.* Устойчивые к обыкновенной злаковой тле образцы сорго // Селекция и семеноводство. 1990. № 1. С. 26–27).
- Radchenko E. E., Zubov A. A.* Genetic diversity of sorghum in greenbug resistance // *Russ. Agric. Sci.*, 2007, vol. 33, no. 4, pp. 223–225. DOI:10.3103/S1068367407040039.
- Radchenko E. E., Zubov A. A., Berim M. N.* Effect of virulence genes complementary to the effective resistance genes in sorghum on fitness of the greenbug, *Schizaphis graminum* Rondani (Homoptera, Aphididae) // *Entomological Review*, 2007, vol. 87, no. 9, pp. 1174–1179. DOI: 10.1134/S0013873807090072.
- Weng Y., Perumal A., Burd J. D., Rudd J. C.* Biotypic diversity in greenbug (Hemiptera: Aphididae): microsatellite-based regional divergence and host-adapted differentiation // *J. Econ. Entomol.*, 2010, vol. 103, no 4, pp. 1454–1463. DOI: 10.1603/EC09291.
- Zhivotovsky L. A.* Indices of population variation in polymorphic characters // In: *Fenetika populyatsii (Phenetics of Populations)*. Moscow: Nauka, 1982, pp. 38–44. [in Russian] (*Животовский Л. А.* Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // В кн.: Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 38–44).

DOI  
10.30901/2227-8834-2018-1-114-125

УДК: 58.575.635

**Г. А. Теханович**

Филиал Кубанская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР)  
Россия 352183, Краснодарский край, п. Ботаника,  
e-mail: kos-vir@yandex.ru

**Ключевые слова:**

*Пангало К. И., Вавилов Н. И., бахчевые культуры, коллекция, селекция, арбуз, дыня, тыква, изучение, исследование*

**Поступление:**

4.10.2017

**Принято:**

21.03.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ К. И. ПАНГАЛО И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ ИДЕЙ Н. И. ВАВИЛОВА В ИЗУЧЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СЕЛЕКЦИИ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР**

Статья посвящена К. И. Пангало – известному ученому, другу и соратнику Н. И. Вавилова. В ней отражена жизнь и научная деятельность ученого, его достижения в изучении мировой коллекции бахчевых (тыквенных) культур, разработке теоретических и практических основ селекции. Научная деятельность К. И. Пангало была тесно связана с именем Н. И. Вавилова, который оказал огромное влияние на формирование его научных взглядов. Об этом свидетельствуют письма Н. И. Вавилова к К. И. Пангало; некоторые из них приведены в статье. Н. И. Вавилов отметил, что «...профессор Пангало является крупнейшим нашим специалистом по бахчевым культурам, автором многих и самых лучших мировых работ в этой области...».

DOI

10.30901/2227-8834-2018-1-114-125

ORIGINAL ARTICLE

**G. A. Tekhanovich**

Kuban Experiment Station, Branch  
of the N.I. Vavilov All-Russian  
Institute of Plant Genetic  
Resources (VIR),  
Botanika, Krasnodar Region,  
352183, Russia  
e-mail: kos-vir@yandex.ru

**Key words:**

*K.I. Pangalo, N.I. Vavilov,  
cucurbitaceous crops,  
collection, breeding,  
watermelon, melon, pumpkin,  
studying, research*

**Received:**

4.10.2017

**Accepted:**

21.03.2018

**K.I. PANGALO'S SCIENTIFIC HERITAGE AND HIS ROLE IN  
THE DEVELOPMENT OF N.I. VAVILOV'S IDEAS IN  
STUDYING AND USING THE WORLD COLLECTION OF  
CUCURBITACEOUS CROPS IN BREEDING**

The article is dedicated to K.I. Pangalo, a scientist famous for his research on cucurbitaceous crops, a friend and companion of N. I. Vavilov. It shows the researcher's life and scientific activities, his achievements in studying the world collection and working out theoretical and practical fundamentals of breeding. Scientific activities of K. I. Pangalo have been closely connected with the name of N. I. Vavilov who exerted great influence on the formation of his scientific views. It is testified by N. I. Vavilov's letters to K. I. Pangalo. Some of them are included in the article. N. I. Vavilov marked that "...Prof. Pangalo is our greatest expert in the field of cucurbitaceous crops, and the author of numerous and the world's best works in this sphere...".

В изучении коллекции и селекции бахчевых культур огромная роль принадлежит выдающемуся ученому, другу и соратнику Н. И. Вавилова Константину Ивановичу Пангалю.

Его работы посвящены всестороннему изучению обширной коллекции культурных и диких видов бахчевых культур, собранных экспедициями ВИР во многих странах мира. В них отражена история бахчеводства в России, происхождение и эволюция бахчевых культур, систематика, география их распространения, методы селекции и семеноводства, основные направления в практической селекции и ее результаты.

Жизнь и научная деятельность К. И. Пангалю неразрывно связана с именем Н. И. Вавилова – великого ученого, талантливого организатора науки. Многогранная деятельность Н. И. Вавилова оказала огромное влияние на формирование научных взглядов К. И. Пангалю. Они естественным образом дополняли друг друга. Об этом свидетельствует их переписка, затрагивающая вопросы, связанные с изучением бахчевых культур. В одном из писем к К. И. Пангалю от 25 января 1923 года Н. И. Вавилов пишет: «Бахчевые меня очень интересуют и хотелось бы последить за изучением их, тем более что в Африке, куда, как известно, мне придется рано или поздно уехать, придется уделить особое внимание. <...> «на «кукурбита моската» [(тыква мускатная – *Cucurbita moschata* Duch. ex Poir) – автор] обратите исключительное внимание, это действительно то, над чем стоит позаниматься и где самый небольшой материал выясняет суть дела. Необходимо поизучать материал по бахчевым из Афганистана, Хивы и Бухары, Белуджистана и Индии. Поимейте это в виду» (*Scientific heritage...*, 1980, p. 94, 95).

Переписка между великими учеными не прекращалась долгие годы. Они

постоянно обменивались результатами их творческой деятельности, высказывали идеи расширения исследований в новых направлениях, имеющих теоретическое и практическое значение.

В письме к К. И. Пангалю от 17 ноября 1925 года Н. И. Вавилов интересуется: «Как подвигается Ваше бахчеводство? Нас оно очень интересует. Не упустите новейших материалов. Теперь печатается много, иногда интересный материал... Очень бы интересно дать статистический обзор и экономику бахчеводства, районы. Этим, как Вы знаете, никто не занимался...» (*Scientific heritage...*, 1980, p. 238).

Интересно письмо Н. И. Вавилова к К. И. Пангалю, написанное в 1939 году: «Дорогой Константин Иванович! Работайте спокойно. Уделите сугубое внимание подытоживанию Вашей большой работы по бахчевым, в смысле капитальной монографии. Нодэн, вероятно, работал побыстрее Вас – надо его догнать и перегнать! Второе: колоцинтовые дела [арбуз дикорастущий (колоцинт) *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. – автор] удивительно интересны теоретически и практически, и их продолжайте упорно. <...> Эколого-географическая классификация, несомненно, есть большое дело, и нужно довести его до конца, и Вам тоже нужно в него включиться! Возьмите-ка на себя в этом году задачу дать набросок эколого-географической классификации бахчевых культур. Скажем спасибо» (*Scientific heritage...*, 1987, p. 417).

Обращают на себя внимание строки из письма «Работайте спокойно». Оно не случайно и связано с изменившейся обстановкой в ВИРе и резкими переменами, возникшими в работе. Это было трудное и беспокойное время, когда обрушились гонения на ученых, занимавшихся классической генетикой.

Несмотря на это, Н. И. Вавилов вдохновлял К. И. Пангало и побуждал на дальнейшее развитие исследований. Переписка между ними продолжалась до ареста Н. И. Вавилова. Она непредсказуемо оборвалась.

Описывая постоянную переписку между ними, затрагивающую научные вопросы, следует привести некоторые сведения о жизни и творчестве К. И. Пангало.

Жизненный путь и научная деятельность К. И. Пангало включала несколько основных периодов:

1. Учеба в Московском сельскохозяйственном институте;
2. Московский период работы и стажировка за границей;
3. Среднеазиатский период и работа в ВИРе;
4. Молдавский период работы.

В 1908 г. он окончил Московский сельскохозяйственный институт, затем работал ассистентом в Донском политехническом институте, а с 1910 г. – на селекционной станции Московского сельскохозяйственного института, которую основал и возглавил видный селекционер, профессор этого же института Рудзинкас (Рудзинский) Дионисий Леопольдович. В 1911 г. К. И. Пангало был командирован за границу для изучения и постановки опытного дела по селекции и семеноводству в научных учреждениях Германии, Швеции, Дании, Австро-Венгрии.

В Московский период его деятельности, который был очень плодотворный, он организовал в 1912 г. контрольно-семенную станцию Московского общества сельского хозяйства, которой руководил до 1920 г., развернул исследования по семенному делу. Были разработаны методики по селекции и семеноводству, опубликовано около 20 работ по семенному делу и семеноводству различных сельскохозяйственных культур. Изданы первые его книги «Введение в селекцию» (Pangalo, 1920) и «Введение в сортоводство» (Pangalo, 1922).

В Московский период судьба К. И. Пангало сложилась непросто. В связи с трагическим событием, случившимся в конце 1918 г., в результате несчастного случая он попал под трамвай и лишился левой ноги и вынужден был пользоваться протезом. Некоторое время его тяготило моральное состояние, которое было сломлено и, по его выражению, с мыслью о самоубийстве, даже не хотелось жить. Но помог случай, который вернул его к жизни. К. И. Пангало вспоминал эти события: «Все мои страстные стремления к большему, значительному в науке разом рухнули, и я чувствовал себя выброшенным из жизни. Это настроение еще усиливалось при встречах с людьми. Каждый с печальным видом, пожимая мне руку, высказывал свое соболезнование, и такое участие только увеличивало мое отчаяние.

Но вот однажды в моем служебном кабинете появился Николай Иванович. Он вошел, как всегда, бодро, весело, поздоровался и, усевшись в кресло обратился ко мне со своей широкой, милой улыбкой. На вопрос «...как дела, что нового?» горестно ответил «...сами видите, Николай Иванович, калекой стал, выбыл из строя...». – На это добродушно усмехнулся Николай Иванович сказав – «...Ногу потерял, так уж и из строя вышел! Пустяки какие! Автомобили на что?» – и внушил, что не надо отчаиваться. Он рассказал о начатых им в Саратове исследованиях, о новых интересных фактах параллелизма признаков у разных возделываемых видов и родов, об экспедиции по изучению культурной флоры Поволжья и еще о многом-многом другом, а на прощание пригласил приехать в Саратов» (Dzenzelevskaya et al., 1988, p. 20, 21). В 1920 г. К. И. Пангало принял участие в III Всероссийском съезде в Саратове, на котором Н. И. Вавилов выступил с «Законом гомологических рядов в наследственной изменчивости» В книге Н. П. Гончарова (Goncharov, 2014) «Николай Иванович Вавилов»

помещена фотография (г. Саратов, 1920 год) участников III Всероссийского съезда по селекции и семеноводству, на которой среди участников съезда есть К. И. Пангало, приведена из книги В. И. Стукова и др (Stukov et al., 2012).

Далее К. И. Пангало вспоминал: «Когда он ушел, я с удивлением почувствовал себя совсем другим человеком. На мою инвалидность нуль внимания, даже усмехнулся, даже пошутил. Значит это действительно не такое уж несчастье, как я себе представлял! <...> Стало быть, все по-прежнему, стало быть, я не выбывал из жизни?!» (Dzenzelevskaya et al., 1988, p. 21). Ободренный состоявшимся разговором, К. И. Пангало продолжил исследования и опубликовал несколько работ по семеноводству льна-долгунца.

Следующий период с 1920 года был связан с участием в организации Туркестанского университета в Ташкенте. В университете К. И. Пангало был избран профессором и до 1925 г. занимал должность заведующего кафедрой селекции сельскохозяйственного факультета. Находясь на преподавательской работе, он читал курсы лекций по биологии, генетике и селекции растений, разработал практические пособия, написал учебник «Введение в селекцию» (Pangalo, 1922).

Н. И. Вавилова все больше привлекали исследования К. И. Пангало, он постоянно интересовался его работами, следил за его успехами и, в 1922 году К. И. Пангало был приглашен на должность заведующего Туркестанским отделением Отдела прикладной ботаники и селекции Государственного института опытной агрономии (Fursa, 1994, p. 419–421).

Работая в Средней Азии, К. И. Пангало заинтересовало огромное разнообразие возделываемых дынь, которые все больше привлекали внимание и были предметом его изучения. Собрав и всесторонне изучив многообразие дынь, он опубликовал в 1925 г. первое исследование по тыквенным «О Туркестанских дынях»

(Pangalo, 1925), в котором описал значение культуры для региона, дал ботаническое описание, сведения об их происхождении, способы выращивания.

Постоянно поддерживая между собой творческие связи, Н. И. Вавилов и К. И. Пангало продолжали затрагивать вопросы, касающиеся изучения бахчевых культур, о чем свидетельствует их переписка.

В письме к К. И. Пангало от 3 ноября 1923 года Н. И. Вавилов пишет: «Очень интересуюсь Вашими работами с бахчевыми культурами. По-прежнему не равнодушен к дыням, тыквам, арбузам. Что дал Вам нынешний год по части гибридизации, по части сортового изучения. Действительно ли *Cucurbita moschata* разнообразна в Туркестане? Это было бы крайне любопытно. Что представляют из себя дикие дыни Туркестана, в какую систему укладываются туркестанские дыни культурные? Будем чрезвычайно рады, если Вы пришлете для «Трудов» коротенький этюд о дынях и тыквах Туркестана» (Scientific heritage..., 1980, p. 133).

Накопленный опыт в работе в Средней Азии и полученный обширный материал при изучении бахчевых, побудил Н. И. Вавилова пригласить К. И. Пангало на работу в Ленинград в должности заведующего секцией бахчевых культур Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур. Эту должность он занимал с 1926 до 1950-го года. Хотя К. И. Пангало был зачислен на работу в институте, его среднеазиатский период в работе с бахчевыми не прекращался, он ежегодно на период проведения опытов выезжал в Ташкент. К этому времени коллекция бахчевых культур, собранная экспедициями ВИР во многих странах мира, насчитывала около 3000 образцов и была представлена культурными и дикими видами. По мере расширения экспедиционных сборов коллекция постоянно пополнялась новыми образцами.

К. И. Пангало принимал непосредственное участие не только в изучении коллекции, но и в ее обогащении как местными, так и зарубежными образцами, хотя лично в экспедициях института по инвалидности участвовать не мог, так как возможности передвижения были, естественно, ограничены. Его кипучая энергия, ум и талант были направлены на исследования, организацию работы с коллекцией, подготовку научных статей, изучение мирового опыта. В его исследованиях ярко проявлялось сочетание теоретических вопросов с решением практических задач.

Надо отметить, что исследования с коллекцией бахчевых культур проводили на Среднеазиатском отделении (официальное название, изложенное в работе К.И. Пангало «Как создан и как работает Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур») все сотрудники секции, куда они вместе с заведующим выезжали в Ташкент и находились там от посева до завершения уборки образцов. За сравнительно короткий период исследований К. И. Пангало подготовил и опубликовал важнейшие работы по бахчевым культурам. По результатам изучения коллекции уже в 1927 г. вышла монография «Арбузы» (Pangalo, 1927). В ней отражены сведения по истории культуры арбуза, о диких его сородичах. Дано подробное ботаническое описание, разнообразие сортов и их распределение.

В 1928 году вышла монография «Дыни» (Pangalo, 1928), в которой он привел новые сведения о происхождении культурных дынь, пересмотрел систему классификации дыни Шарля Нодена, построенную на основе результатов изучения ботанического состава мирового разнообразия коллекции дыни.

Многоплановая деятельность К. И. Пангало не ограничивалась работой с коллекцией. По просьбе Н. И. Вавилова он написал интересную брошюру о работе ВИР: «Как создан и

как работает Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур» (Pangalo, 1925b). В ней изложена история института, его структура, цели и задачи, краткие итоги деятельности опытных станций и отделений, входящих в состав института.

Следует отметить, что Вировский период его научной работы был особенно плодотворным, как в плане всестороннего изучения коллекции бахчевых культур, так и публикации результатов исследований. Он и его сотрудники по заданию Н. И. Вавилова опубликовали специальный том «Трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции» (Bulletin of Applied..., 1930, vol. 23, iss. 3) по бахчевым культурам, посвященный одному из первых монографов семейства тыквенных Шарлю Нодену. В нем отражены исследования в статьях К. И. Пангало: «Бахчеводство СССР и мировой сортимент бахчевых культур», «Сорта Русских дынь, их состав и происхождение», «Дыни – канталупы, их история и новые перспективы улучшения», «Сорно-полевые дыни», «Арбузы Северного полушария», «Новый вид культурной тыквы» (Pangalo, 1930a, b, c, d, i, f.).

В этом томе трудов представляют интерес обзорная статья Г. В. Ковалевского «К истории культуры арбуза и дыни в европейской части СССР» (Kovalevskij, 1930), Л. П. Бордакова «Основные сорта арбузов Украины и районы их возделывания» (Bordakov, 1930), Н. Е. Житенева «Обзор основной литературы по систематике тыквы», «Мировой сортимент культурных тыкв» (Zhitenevaj, 1930a, b).

О результативности работы К. И. Пангало и его дальнейших планах свидетельствует его письмо Дионисию Леопольдовичу Рудзинскому от 12 сентября 1930 г. Он пишет: «Теперь у меня начинается генетика бахчевых; тем масса и одна интереснее другой, но на первом месте стоят вопросы разделения и унаследования полов. <...> Селекция

бахчевых ведется мною с момента начала работ с ними и в этом году я имею уже урожай с первых полей размножения, который поступает в дальнейшее размножение на поля Семеноводтреста; выпускаю я в среднем сортов 25 дынь и арбузов; дыни все оригинальные, не бывшие никогда в европейской культуре» (Dzenzelevskaya et al., 1988, p. 177, 178).

В последующем издательская деятельность коллектива секции бахчевых культур, руководимой К. И. Пангалом, приобрела еще больший размах благодаря накоплению обширного материала в исследованиях при изучении мировой коллекции. В письме к Д. Л. Рудзинскому от 21 апреля 1933 г. К. И. Пангало пишет: «Я работаю по селекции уже 20 лет и всегда с удовольствием и благодарностью вспоминаю моего первого учителя – Вас, дорогой Дионисий Леопольдович. Спасибо Вам за те семена, которые Вы посеяли в душе моей, они дали всходы и плодоносят. <...> Культуры мои очень интересны, особенно генетика их, которой я сейчас отдаю много времени» (Dzenzelevskaya et al., 1988, p. 182, 183).

В этой связи следует обратить внимание на результаты исследований, изложенные в книге «Бахчеводство СССР» (Pangalo, 1934), а также оформленные в фундаментальном издании «Теоретические основы селекции растений», в которой опубликована капитальная работа К. И. Пангалом «Селекция бахчевых культур» (Pangalo, 1937). В ней впервые освещены теоретические основы селекции бахчевых культур, которые, как отмечает автор «...были почти не исследованы по причине их громоздкости...» (Pangalo, 1937, p. 135). Он приводит основные разделы из которых складывается селекция, а именно:

- дробная систематика и география сортов;
- фенотипическая и генотипическая изменчивость и подбор пар;

- биология цветения, выраженность пола, опыление, инцухт;

- селекционный процесс и главные направления в селекции;

- методы учета и оценки признаков, включая качественные.

В исследовании наглядно приведена сравнительная морфология семейства тыквенных, которая отражает изменчивость 170 признаков у 19 видов, принадлежащих к различным родам (*Cucumis* L., *Citrullus* Schrad., *Cucurbita* L., *Luffa* Adans., *Lagenaria* Ser.). Сравнительная оценка морфологии признаков в полной мере отражает закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, который К. И. Пангало в процессе своей работы неоднократно использовал в своих исследованиях. Помимо качественных (морфологических) признаков дано разнообразие количественных (по длине листовой пластинки и стебля, длине плода и вкусу, длине вегетационного периода) у 10 видов, представленных родами *Cucurbita*, *Citrullus*, *Cucumis*.

Интересно изложена систематика основных бахчевых культур с учетом их географического распространения и наличия тех или иных хозяйственно ценных признаков, необходимых для использования в разных направлениях селекции.

К. И. Пангало уделял большое внимание проблеме пола у тыквенных растений. Его статьи «Пол и цветение у возделываемых Cucurbitaceae» (Pangalo, 1943), «О многообразии проявления пола у растений на примере тыквенных» (Pangalo, 1936a), «О генах, определяющих половые различия у растений на примере тыквенных» (Pangalo, 1936b) сыграли важную роль в изучении проблемы эволюции, установлении закономерности формирования пола у тыквенных. Эти работы легли в основу исследований по изучению генетики пола, сортового семеноводству и гетерозисной селекции.

С точки зрения практической селекции он придавал важное значение методам отбора. Среди не

разработанных популяций, он предложил упрощенный прием формирования популяций, а именно, «...о простом выделении ярко, прямо в глаза бросающихся ценнейших форм с последующим размножением без каких-либо дальнейших манипуляций...» (Pangalo, 1937, p. 177). Так, при изучении мировых коллекций были выведены сорта среднеазиатских и малоазиатских дынь: 'Чогаре', 'Ич-кзыл', 'Шакарпалак', 'Ак-урук', 'Кызыл-урук', 'Койбаш', 'Ассан-бей', 'Кассаба Жуковского', арбуз 'Узбекский' и многое другое.

Другая категория популяций, морфологически достаточно выравненная и распространенная в СССР и США, представляет интерес для так называемого «сортотулучшающего отбора» для выделения линий с повышенными качествами, с повышенной урожайностью, лежкостью и так далее. При селекционной разработке этих популяций применяется, главным образом, метод индивидуального отбора с посевом контрольных половинок.

Значительное внимание уделено главнейшим направлениям в селекции: селекция на иммунитет к основным болезням, на вкус, на лежкость и транспортабельность, на химический состав. При этом особо выделяются методы качественной оценки плодов, учитывая размер плодов, особенности мякоти плодов («мясо плодов»). По его выражению «Центральным пунктом оценки качества плодов бахчевых является оценка особенностей мяса их» (Pangalo, 1937, p. 189), которая определяется сахаристостью и сладостью, волокнистостью, количеством сухого вещества в соке, дегустацией.

В середине 1930-х гг. развитие передовых исследований в нашей стране было нарушено. Н. И. Вавилов и его сотрудники вели дискуссии по проблемам генетики и селекции. В ходе этих дискуссий оппоненты все больше прибегали к ненаучным аргументам и методам. К концу 1930-х гг. творческая

обстановка в ВИР резко изменилась. Многих сотрудников, занимавшихся классической генетикой, упрекали в менделизме и морганизме и, практически, запрещали проводить генетические исследования. Предъявлявшиеся к генетикам обвинения в оторванности от практики по отношению к Н. И. Вавилову и его соратникам, были нелепые и свелись к травле ученых. После ареста Н. И. Вавилова, большого друга К. И. Пангало, сложилось негативное отношение к его работе, что подтверждается одной из научно-производственных характеристик, в которой подчеркивалось, что «...в научных взглядах К. И. Пангало стоит на позициях формальной генетики...». Предвзятое отношение к нему, его исследованиям побудили К. И. Пангало сменить место работы и переехать в 1946 г. в Молдавию. Он был приглашен на должность заведующего отделом бахчевых культур Овощекартофельной оросительной опытной станции (в дальнейшем Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства (в настоящее время Приднестровский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства)).

Возглавив в Молдавии работу с бахчевыми культурами, он, прежде всего, уделил особое внимание состоянию отрасли бахчеводства в республике, сортименту бахчевых, возможным перспективам сортового обновления на основе развития селекции и семеноводства. Поэтому в план исследований была предложена тема: «Обновление и устройство бахчеводства Молдавии» (Dzenzelevskay et al., 1988, p. 49).

Наряду с изучением Вировской коллекции и гибридов, привезенных из Средней Азии, были развернуты исследования по созданию скороспелых высококачественных сортов арбуза и дыни, производству семян элиты районированных и перспективных сортов. Большое внимание уделялось созданию кустовых и короткоплетистых

сортов дынь с целью упрощения междурядных обработок.

В результате были выделены перспективные образцы для различных направлений селекции. На базе коллекции выведены многие отечественные сорта столового арбуза: 'Многоплодный', 'Северный', 'Си-гув', 'Кубинец', 'Мраморный', 'Чугунок', 'Пионер пустыни'; кормового арбуза: 'Пектинный', 'Родезиец'. Они характеризуются высокой продуктивностью и качеством, адаптивностью к различным условиям выращивания. Работая в Молдавии, К. И. Пангало создал ряд перспективных сортов дыни, отличающихся скороспелостью, высоким качеством, приспособленностью к условиям внешней среды, устойчивостью к бактериозу и фузариозу. Среди них следует выделить сорта: 'Тираспольская', 'Молдаванка', 'Молдавская осенняя', 'Сюрприз осени'. Последние два сорта имели вкусовые качества среднеазиатских дынь и обладали высокой лежкостью.

Нельзя не отметить тот факт, что значительную работу по изучению коллекции и селекции выполняла Маргарита Константиновна Гольдгаузен, жизнь и деятельность которой неразрывно связана с К. И. Пангало. На протяжении их жизненного пути они гармонично дополняли друг друга. Закончив в 1924 г. Ленинградский сельскохозяйственный институт, М. К. Гольдгаузен в 1927 г. поступила на работу в ВИР на скромную должность техника-кладовщика по упорядочению десятков тысяч образцов, поступивших в отдел интродукции из различных стран мира.

Ее интересовали интересные рассказы сотрудников, особенно Н. И. Вавилова, об экспедициях, о новых культурах, их происхождении, значении в растениеводстве. Вспоминая, Маргарита Константиновна отмечает, что «...импровизированные рассказы и беседы Николая Ивановича являлись не только обучением, ярче всяких лекций и книг, но и пропагандой науки, чарующе

привлекательной и формирующей молодое сознание...» (Dzenzelevskaya et al., 1988, p. 76).

В 1935 г. Маргарита Константиновна, по рекомендации Н. И. Вавилова, переходит на работу в секцию бахчевых культур ВИР, которую возглавлял К. И. Пангало. С этого времени и на протяжении всей ее жизни научная работа неразрывно была связана с бахчевыми культурами и с жизнью и научной деятельностью Константина Ивановича Пангало. Основной темой ее исследований становится всестороннее изучение коллекции арбуза (род *Citrullus*), а также селекция этой культуры.

Исследования, проведенные Маргаритой Константиновной в Вировский и Молдавский периоды ее работы, характерны основательностью и полнотой охвата изучаемого коллекционного материала. Это подтверждается значительными работами, опубликованными по результатам ее научной деятельности. Среди них заслуживает внимания статья, напечатанная в 1941 году в Докладах ВАСХНИЛ «Американские сорта столовых арбузов и их значение для бахчеводства СССР» (Goldgauzen, 1941). Статья содержит интересный материал и является хорошим пособием для селекционеров. Важные исследования, проведенные в Молдавии, отражены в работах «Вегетационный период арбузов и дынь» (Goldgauzen, 1952), «Межвидовая гибридизация арбузов» (Goldgauzen, 1959), «Об изменчивости андроеца в обоеполюх цветках» (Goldgauzen, 1960), «Из истории арбуза как культурного растения» (Goldgauzen, 1962) и других.

Следует отметить тесное содружество Константина Ивановича и Маргариты Константиновны, верного его друга и помощника. Они совместно обсуждали многие вопросы, касающиеся исследований с бахчевыми культурами, включая направления селекционной работы. Маргарита Константиновна была надежной опорой, преданным единомышленником, прошедшим с

Константином Ивановичем долгий жизненный путь.

Совместная работа К. И. Пангало и М. К. Гольдгаузен по общим вопросам бахчеводства давала конкретные практические результаты. В частности, были предложены сорта и организовано выращивание бахчевых на Балхаше, в условиях засоленной пустыни, где ранее бахчевые не возделывались. Были разработаны основы возделывания бахчевых культур в Молдавии и рекомендованы выведенные ими сорта арбузов, дынь, тыкв и кабачков.

К. И. Пангало и М. К. Гольдгаузен уделяли много внимания обучению молодых кадров. Под их непосредственным руководством проводили исследования с бахчевыми культурами Н. И. Пантелеева (по зимним среднеазиатским дыням зард в условиях Молдавии), А. Н. Снегирева (по культуре арбуза), М. Д. Дзензелевская (по агротехнике арбуза), И. В. Анюховская (по селекции столового арбуза на скороспелость), Е. М. Ершов (по селекции и семеноводству столового и кормового арбуза), позднее подробно описали тот период времени в книге «К. И. Пангало» (Dzenzelevskaya et al, 1988).

Уделяя внимание подготовке молодых кадров, их творческому росту,

К. И. Пангало старался привить им вкус к работе исследователя, научить правильно вести исследовательскую работу, нацеливая их на понимание сущности научной, творческой работы и обращал внимание на то, что наука есть такое же творчество, как живопись, музыка, литература. Прививал интерес к науке и умение применить ее результаты в практических делах.

Жизнь и творческий путь К. И. Пангало вошел в историю науки как выдающегося исследователя тыквенных культур (кукурбитолога) и виднейшего селекционера бахчевых. Будучи другом и соратником Н. И. Вавилова, он под влиянием его идей внес весомый вклад в разработку систематики и эволюции семейства тыквенных, теоретических основ и практических результатов в селекции бахчевых культур.

Выразив свое мнение о нем, Н. И. Вавилов отметил: «...профессор Пангало является крупнейшим нашим специалистом по бахчевым культурам, автором многих и самых лучших мировых работ в этой области за последнее десятилетие. Кроме того, это прекрасный педагог, у которого приходится обычно многому учиться» (Scientific heritage..., 1987, p. 276, 277).

## References/Литература

- Bordakov L. P.* The chief varieties of watermelons in Ukraine and their distribution // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930, vol. 23, no. 3, pp. 85–94 [in Russian] (*Бордаков Л. П.* Основные сорта арбузов Украины и районы их возделывания // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930. Т. 23, вып. 3. С. 85–94).
- Goldgauzen M. K.* American varieties dinering watermelons and their significance for field-melon of the USSR // Doklady VASHNIL, 1943, no. 8, pp. 16–21 [in Russian] (*Гольдгаузен М. К.* Американские сорта столовых арбузов и их значение для бахчеводства СССР // Доклады ВАСХНИЛ. 1941. Вып. 8. С. 16–21).
- Goldgauzen M. K.* Growing season of watermelons and melons // Reports of Moldavian Academy of Sciences, 1952, no. 4–5 [in Russian] (*Гольдгаузен М. К.* Вегетационный период арбузов и дынь // Изв. Молд. фил. АН СССР, 1952. № 4–5).
- Goldgauzen M. K.* Interspecific hybridization of watermelons // Reports of Moldavian Research Institute irrigated agriculture and vegetable industry, 1959, vol. 1, pp. 131–156 [in Russian] (*Гольдгаузен М. К.* Межвидовая гибридизация арбузов // Труды Молд.НИИ орошаемого

- земледелия и овощеводства. Кишинев, 1959. Т. 1. С. 131–156).
- Goldgauzen M. K.* About variability of androceous in hermaphroditic flowers // Reports of Moldavian Research Institute irrigated agriculture and vegetable industry, 1960, no. 2 [in Russian] (*Гольдгаузен М. К.* Об изменчивости андроцея в обоеполюх цветках арбуза // Труды Молд.НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. Кишинев, 1960. № 2).
- Goldgauzen M. K.* From history of watermelon as a cultivated plant // Reports of Moldavian Research Institute irrigated agriculture and vegetable industry, 1962, vol. 4, no. 1 [in Russian] (*Гольдгаузен М. К.* Из истории арбуза как культурного растения // Труды Молд.НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. Кишинев, 1962. Т. 4, вып. 1).
- Goncharov N. P.* Nikolay Ivanovich Vavilov. Novosibirsk, 2014, 292 p. [in Russian] Гончаров Н.П. Николай Иванович Вавилов. Новосибирск, 2014. 292 с.).
- Dzenzelevskaya M. D., Panteleeva N. I., Anyuhovskaya I. V.* K. I. Pangalo. Pages of live and creative works. Kishinev, 1988, 334 p. [in Russian] (*Дзензелевская М. Д., Пантелеева Н. И., Ануховская И. В.* Константин Иванович Пангало. Страницы жизни и творчества. Кишинев, 1988. 334 с.).
- Kovalevsky G.V.* The history of cultivation of watermelon and melon in European USSR // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930, vol. 23, no. 3, pp. 329–341 [in Russian] (*Ковалевский Г. В.* К истории культуры арбуза и дыни в Европейской части СССР // Тр. по прикладной ботанике и селекции. 1929-1930. Т. 23, вып. 3. С. 329–341).
- Pangalo K. I.* Introduction in breeding. Gosizdat, 1920 [in Russian] (*Пангало К. И.* Введение в селекцию. Госиздат, 1920).
- Pangalo K. I.* Introduction in varieties production. Tashkent, 1922 [in Russian] (*Пангало К. И.* Введение в сортоводство. Ташкент, 1922).
- Pangalo K. I.* Turkestan melons // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1924-1925, vol. 14, no. 2, pp. 37–70 [in Russian] (*Пангало К. И.* О Туркестанских дынях // Тр. по прикл. бот. и сел. 1924-1925. Т. 14, вып. 2. С. 37–70).
- Pangalo K. I.* How created and how works All-Union Institute of Applied Botany. Leningrad : Publisher of All-Union Institute of Applied Botany. 1925, 32 p. [in Russian] (*Пангало К. И.* Как создан и как работает Всесоюзный институт прикладной ботаники. Л. : Издательство Всесоюзного института прикладной ботаники, 1925, 32 с.).
- Pangalo K. I.* Watermelons. Leningrad: Publisher off All-Union Institute of plant industry. 1927 [in Russian] (*Пангало К. И.* Арбузы. Л. : Издательство Всесоюзного института растениеводства, 1927).
- Pangalo K. I.* Muskmelons. Leningrad: Publisher off All-Union Institute of plant industry. 1928, pp. 94 [in Russian] (*Пангало К. И.* Дыни. Л. : Издательство ВИР, 1928. С. 94).
- Pangalo K. I.* Field-melon in USSR and the world's assortment of melon cultures. // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930a, vol. 23, no. 3, pp. 7–18 [in Russian] (*Пангало К. И.* Бахчеводство СССР и мировой сортимент бахчевых культур // Тр. по прикладной ботанике и селекции. 1929-1930a. Т. 23, вып. 3. С. 7–18).
- Pangalo K. I.* Varieties of russian melons // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930b, vol. 23, no. 3, pp. 18–40 [in Russian] (*Пангало К. И.* Сорта Русских дынь, их состав и происхождение // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930b. Т. 23, вып. 3. С. 18–40).
- Pangalo K. I.* Cantaloupe melons and their history // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930c, vol. 23, no. 3, pp. 209–228 [in Russian] (*Пангало К. И.* Дыни канталупы, их история и новые перспективы улучшения // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930c. Т. 23, вып. 3. С. 209–228).
- Pangalo K. I.* Wild melons // Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding. 1929-1930d, vol. 23, no. 3, pp. 229–252 [in Russian] (*Пангало К. И.* Сорно-полевые дыни // Тр. по прикл. бот. и

- сел. 1929-1930d. Т. 23, вып. 3. С. 229–252).
- Pangalo K. I.* Watermelon of the northern hemisphere // *Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding*. 1929-1930i, vol. 23, no. 3, p. 41–84 [in Russian] (*Пангало К. И.* Арбузы Северного полушария // Тр. по прикл. ботан., ген. и сел. 1929-1930i, Т. 23, вып. 3. С. 41–84).
- Pangalo K. I.* A new species of cultivated pumpkins // *Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding*. 1929-1930f, vol. 23, no. 3, pp. 253–265 [in Russian] Новый вид культурной тыквы // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930f. Т. 23, вып. 3. С. 253–265).
- Pangalo K. I.* Field-melon of the USSR. Moscow ; Leningrad, 1934, 224 p. [in Russian] (*Пангало К. И.* Бахчеводство СССР. М. ; Л., 1934, 224 с.).
- Pangalo K. I.* Breeding of melon cultures // *Theoretical basies of plants breeding*. Moscow ; Leningrad, 1937, vol. 3, pp. 135–194 [in Russian] (*Пангало К. И.* Селекция бахчевых культур // Теоретические основы селекции растений. М. ; Л., 1937. Т. 3. С. 135–194).
- Pangalo K. I.* The sex and flowering in cultivated Cucurbitaceae // *Botanical magazine*, 1943, vol. 28, no. 1, p. 10–23 [in Russian] (*Пангало К. И.* Пол и цветение у возделываемых Cucurbitaceae // Ботан. журн. 1943. Т. 28, вып. 1. С. 10–23).
- Pangalo K. I.* About of numerous expression of the sex in plants at the example cucurbit crops // *Doklady VASHNIL*, 1936a, vol. 3, no. 2 [in Russian] (*Пангало К. И.* О многообразии проявления пола у растений на примере тыквенных // Доклады АН СССР. 1936а. Т. 3, № 2).
- Pangalo K. I.* About genus determing sexual deversis in plants at the example cucurbits crops. // *Doklady VASHNIL*, 1936b, vol. 3, no. 2, p. 83–85 [in Russian] (*Пангало К. И.* О генах, определяющих половые различия у растений на примере тыквенных // Доклады АН СССР. 1936б. Т. 3, № 2. С. 83–85).
- Pangalo K. I.* Muskmelos. Kichinev : Moldgiz, 1958, 298 p. [in Russian] (*Пангало К. И.* Дыни. Кишинев : Молдгиз, 1958. 298 с.).
- Stukov V. I., Shishkina M. N., Ryzantseva N. V.* N.I. Vavilov in Saratov. For have not published materials memories contemporaries. *Izvestia TSHA*, 2012, iss. 4, pp. 61–70 [in Russian] (*Стуков В. И., Шишкина М. Н., Рязанцев Н. В.* Н. И. Вавилов в Саратове. По материалам неизданных воспоминаний современников // Изв. ТСХА. 2012. Вып. 4. С. 61–70).
- Scientific heritage*. Vol. 5 : Nikolay Ivanovich Vavilov. Vavilov's letters 1911-1928. (Nauchnoe nasledstvo. Tom 5 : Nikolay Ivanovich Vaviliv. Iz e`pistolyamogo naslediya). Moscow : Nauka, 1980, 428 p. [in Russian] (*Научное наследство. Т. 5 : Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1911-1928. М. : Наука, 1980. 428 с.*).
- Scientific heritage*. Vol. 5 : Nikolay Ivanovich Vavilov. Vavilov's letters 1929-1940. (Nauchnoe nasledstvo. Tom 5 : Nikolay Ivanovich Vaviliv. Iz e`pistolyamogo naslediya 1929-1940). Moscow : Nauka, 1980, 496 p. [in Russian] (*Научное наследство. Т. 5 : Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1929-1940. М. : Наука, 1987. 496 с.*).
- Zhiteneva N. E.* The world's assortment of pumpkins // *Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding*. 1929-1930a, vol. 23, no. 3, pp. 157–207 [in Russian] (*Житенева Н. Е.* Мировой сортимент культурных тыкв // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930а. Т. 23, вып. 3. С. 157–207).
- Zhiteneva N. E.* Survey of the principal literature on the systematics of pumpkins and squashes // *Bulletin of Applied Botany and Plant-Breeding*. 1929-1930b, vol. 23, no. 3, pp. 343–356 [in Russian] (*Житенева Н. Е.* Обзор основной литературы по систематике тыквы // Тр. по прикл. бот. и сел. 1929-1930б. Т. 23, вып. 3. С. 345–356).
- Fursa T. B.* Konstantin Ivanovich Pangalo // Nikolai Ivanovich Vavilov's associates, Researches of Plant Gene Pool. St. Petersburg, 1994, pp. 418–426 [in Russian] (*Фурса Т. Б.* Константин Иванович Пангало // Сопратники Николая Ивановича Вавилова. Исследователи генофонда растений. СПб., 1994. С. 418–426).



**1-ая международная конференция  
Генетические ресурсы растений и здоровое питание:  
потенциал зерновых культур**

18-20 апреля 2018 г.  
Россия

Санкт-Петербург

Информационное письмо

**Уважаемые коллеги!**

Проблема сохранения и использования генетических ресурсов растений для повышения качества питания, а, следовательно, и повышения качества жизни людей, с каждым десятилетием становится всё более актуальной и ставит перед исследователями новые теоретические и прикладные задачи:

- комплексная оценка генетического разнообразия культурных растений и их диких родичей как источника компонентов здорового, диетического и лечебного питания;
- формирование инновационных технологий производства продуктов питания на основе интеграции естественных технологий живых систем и производственных технологий;
- развитие медико-биологических аспектов концепции функционального питания;
- разработка диетических и ортомолекулярных стратегий профилактики и терапии алиментарно-зависимых заболеваний, основанных на пищевых продуктах функционального и специализированного назначения.

Решение этих задач может быть реализовано только в рамках междисциплинарного подхода: системной биологии, нутрициологии, гастроэнтерологии, микробиологии, экологии, биотехнологии, пищевой инженерии, селекции, аграрного производства и других научно-технических дисциплин.

С целью формирования творческого консенсуса специалистов естественных, медицинских, технических и социальных наук для решения комплексной проблемы повышения качества жизни людей планируется провести серию научно-практических конференций под общим названием **«Генетические ресурсы растений и здоровое питание»**.

Первая конференции этой серии - **«Потенциал зерновых культур»**, посвящена обсуждению современных возможностей использования генетических ресурсов зерновых культур для производства продуктов питания, улучшающих качество жизни людей.

**Тематика конференции:**

- Органическое земледелие как стратегическое направление в производстве пищевого зерна;
- Селекция зерновых культур на повышенное содержание энергетических, пластических и биологически-активных нутриентов для производства функциональных продуктов питания;
- Проблемы и перспективы промышленной переработки зерна;

- Актуальные проблемы пищевой биотехнологии, нутрициологии и диетологии;
- Инновационные технологии производства продуктов питания на основе интеграции естественных технологий живых систем и производственных технологий;
- Современные технологии производства продуктов питания функционального и специализированного назначения на основе зерновых;
- Пищевые свойства зерновых культур и их использование в питании различных этносов;

**Организаторы:**

- ФГБУН «ФИЦ генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург;
- ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва;
- ФГАОУВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Университет ИТМО, мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем, Санкт-Петербург;
- ФГАОУВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий», Санкт-Петербург;
- ФГБОУВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург;

**Партнёры:**

- International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM), Германия;
- Kamut International, USA;
- Союз производителей пищевых ингредиентов, Москва.

**Информационная поддержка:**

- журнал «Аграрная Россия»;
- журнал «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции»;
- журнал «Известия вузов. Пищевая технология»;
- журнал «Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология»;
- Cereal Chemistry Journal (AACC International, USA)
- научно-технический журнал «Вестник международной академии холода»;
- журнал «Питание».

**Сроки конференции**

18-20 апреля 2018 года.

**Место проведения**

- ФГАОУВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Университет информационных технологий, механики и оптики», мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем, 191002, Санкт-Петербург, ул.Ломоносова, д.9.

**Публикации**

Формы участия: устный доклад и публикация; стендовый доклад и публикация. Языки конференции - русский и английский. Рабочие материалы конференции будут опубликованы в виде сборника тезисов докладов с регистрацией номера ISBN.

**Сайт конференции:**

Подробная информация о порядке регистрации участников и правилах подачи тезисов докладов доступна на сайте конференции: [www.foodlife2018.org](http://www.foodlife2018.org)

**Оргкомитет конференции:** [r.loc@foodlife2018.org](mailto:r.loc@foodlife2018.org)

**1<sup>ST</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON WHEAT LANDRACES  
FOR HEALTHY FOOD SYSTEMS**

**13 - 15 JUNE 2018 – UNIVERSITY OF BOLOGNA, ITALY**

**<https://wheat-landraces.ifoam.bio>**

Since the early 1950's there has been a great effort to breed and select new varieties of wheat that will increase yields in production as well as efficiency and quality in food processing. A significant amount of research has now been done on landraces including ancient and heritage wheat as well as modern wheat populations with a focus on health and nutrition. Still others are attempting to find wheat that is better adapted for regenerative organic systems as opposed to expensive hi-input chemically dependent systems. Many of these scientists work independently of one another and often face ridicule and lack of support from their institution and peers.

With the aim to bring together like-minded scientists to discuss the topics of landraces, including modern populations, ancient and heritage wheat with a focus on health and nutrition, the **1<sup>st</sup> International Conference on Wheat Landraces for Healthy Food Systems** will be held in Bologna (Italy), on June 13-15, 2018 (further information at <https://wheat-landraces.ifoam.bio>).

This will be a problem-solving conference to help and to encourage those working in this area by exchanging ideas, debating theories and developing new hypotheses to examine. To the basic discussion of wheat, might also be added similar discussions of other cereal grains. Innovative and forward-looking food company executives, leaders in agriculture and government officials, especially agriculture and health policy makers, are also welcome to be a part of discussing the following subjects:

**Conference Session Subjects:**

1. Types of wheat – selection and breeding;
2. Wheat production systems;
3. Wheat processing systems;
4. Effect of wheat on nutrition and health as well as meeting the challenge to feed the world;
5. Economic, environmental and climate change challenges affecting wheat production, processing and marketing;
6. Other cereal grains of interest.

**Topics to be Addressed in Each Session.**

1. Historic perspective;
2. Changes with the situation today;
3. Possible solutions to those challenges including new models or modifications of existing and former models as well as possibilities to fund research to study these new or modified models.

Hoping you can accept our invitation, we kindly ask you for confirming it within February 2018. In this case, we recommend you to send us the exact title of your presentation as well as your precise affiliation, in order to complete the program of the conference.

The Scientific Committee is planning to publish selected papers in the Journal of the Science of Food and Agriculture and in other selected scientific journals.

**Organizers:**

IFOAM - Organics International – Bonn, Germany – International Organizer  
Kamut International – Missoula, MT (USA) and Kamut Enterprises of Europe –  
Oudenaarde, Belgium – Organizer  
Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Department of Agricultural and Food  
Sciences – Local Organizer

**The Scientific Committee:**

Prof. Giovanni Dinelli – (IT) Scientific Committee Chair (full professor in Agronomy  
- University of Bologna)  
Emanuela Simonetti – (IT) Scientific Committee Coordinator (Research Director -  
Kamut Enterprises of Europe)  
Prof. Stephen Jones – (USA) (wheat researcher – Washington State University)  
Prof. Valery N. Krasilnikov – (Russia) (Director General, Protein Plus Co Ltd.)  
Dr. Bruce Pearce – (UK) (Landrace developer, Organic Research Centre)  
Dr. Robert M. Quinn – (USA) Conference Chair – ex-official member of scientific  
committee (President - Kamut International)

УДК 581.9:631.526:571.61

А. М. Артемьева, С. С. Абремская. МОБИЛИЗАЦИЯ МЕСТНЫХ ОБРАЗЦОВ ОВОЩНЫХ, БАХЧЕВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ХОДЕ ЭКСПЕДИЦИИ ПО РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ В 2017 ГОДУ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 5–12. Библ. 5.

В 2017 году в ходе экспедиции по Республике Армения собраны местные образцы овощных, бахчевых и зернобобовых культур; изучен ассортимент и сортимент рынков, сельскохозяйственных магазинов, фермерских полей; обследована территория ряда районов Республики в соответствии с разработанным маршрутом. Выяснено, что большой популярностью у местного населения пользуются такие культуры, как фасоль, томат, лук репчатый, перец сладкий и острый, пряно-вкусовые и бахчевые. У фермеров отмечено большое разнообразие сортов, получаемых из собственных семян. Собрано и доставлено в ВИР 415 образцов, в том числе 280 образцов овощных культур (томат, лук репчатый, кориандр, укроп, базилик, редис, огурец, перец сладкий и др.), в том числе зернобобовых (фасоль и др.) – 70, бахчевых – 37, масличных и прядильных – 14, диких видов – 12, люцерны – 2 (один из них дикий). Среди плодовых овощных и бахчевых культур обнаружены декоративные, продуктивные, устойчивые к абиотическим и биотическим стрессорам образцы, адаптированные к сложным климатическим условиям Армении.

Ключевые слова: мобилизация, Республика Армения, местные образцы, овощные и бахчевые культуры, зернобобовые культуры

A. M. Artemyeva, S. S. Abremskaya. MOBILIZATION OF LOCAL SAMPLES OF VEGETABLE CROPS, CUCURBITS AND LEGUMINOUS CROPS DURING THE EXPEDITION TO THE REPUBLIC OF ARMENIA IN 2017. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 6–12. Bibl. 5.

In 2017, an expedition was conducted in the Republic of Armenia. Its purpose was to collect local samples of vegetable crops, cucurbits and leguminous crops. The mission of the expedition was to study the seed assortment in markets, agricultural stores, farm fields, and a territorial survey of a number of districts in the Republic in accordance with the developed route. It was found out that common bean, tomato, onion, sweet pepper and hot pepper, spicy-flavored crops and cucurbits are widely used by the local population. Farmers were observed to have a wide diversity of crop varieties derived from their own seeds. As a result, 415 samples were collected and delivered to VIR, including 280 samples of vegetable crops (tomato, onion, coriander, dill, basil, radish, cucumber, sweet pepper, etc.), 70 of leguminous crops (common bean, etc.), 37 of cucurbits, 14 of oil and fiber crops, 12 of wild species, and 2 of alfalfa (one of them wild). Among fruit-bearing vegetable crops and cucurbits there are sources of valuable traits, such as ornamentality, productivity, resistance to abiotic and biotic stressors in the challenging climate conditions of the Republic of Armenia.

УДК 581.9:631.526:571.61

А. Б. Курина, Д. Л. Корнюхин, П. А. Чебукин. ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО И ХАБАРОВСКОГО КРАЕВ РФ В ЦЕЛЯХ МОБИЛИЗАЦИИ ДИКИХ ВИДОВ РОДА *LACTUCA* L., ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В 2017 ГОДУ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 13–22. Библ. 19.

В 2017 году проведена экспедиция по территории Приморского края. В задачи экспедиции входили сбор семян местных дикорастущих представителей рода *Lactuca* L. и сбор образцов овощных и бахчевых культур, а также их диких родичей. В результате в природных растительных сообществах было собрано 453 образца салата, относящихся к восьми видам. На обследованной территории салаты произрастают повсеместно, однако, представители разных видов приурочены к определенным местам. Отмечены точки сбора всех найденных на обследованной территории образцов, определены координаты местонахождений. На рынках приобретено 243 образца овощных, бахчевых и других культур, собрано в природе 94 образца дикорастущих родичей культурных растений.

Ключевые слова: род *Lactuca* L., овощные растения, мобилизация, дикие родичи культурных растений.

A. B. Kurina D. L. Kornukhin, P. A. Chebukin. EXPLORATION AND COLLECTING OF WILD *LACTUCA* L. SPECIES, VEGETABLE AND CUCURBIT CROP GENETIC RESOURCES IN PRIMORSKY AND KHABAROVSK REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN 2017. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P.14–22. Bibl. 19.

A collecting mission was carried out over the territory of Primorsky and Khabarovsk Regions in 2017. The goal of this mission was searching for wild species of the genus *Lactuca* L., and collecting samples of those species. Also, collecting of vegetable crops and cucurbits as well as wild relatives of such crops was important. Finally, 453 wild samples belonging to 8 species of *Lactuca* L., were collected in their native habitats. In the explored area, *Lactuca* spp. were found growing almost everywhere, but each species had its own preferable ecotype. The dataset of all collecting spots of the gathered *Lactuca* species including geographical coordinates of each point was developed. Besides, 243 samples of vegetable crops and cucurbits were purchased at the local markets, and 94 samples of crops wild relatives were collected in wild nature.

Key words: *Lactuca* L., vegetable crops, collecting, crop wild relatives.

УДК 634.22:58.055:547.56

О. А. Гребенникова, А. А. Рихтер, В. М. Горина. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ АНТОЦИАНОВ В ПЛОДАХ СОРТОВ АЛЫЧИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 23–31. Библ. 13.

В статье представлены данные многолетнего изучения влияния температуры воздуха и продолжительности солнечного освещения на увеличение содержания антоцианов в плодах сортов алычи разных сроков созревания и степени окраски. Показано, что продолжительность солнечного освещения с аккумуляцией антоцианов связана отрицательной зависимостью, что указывает на возможность биосинтеза данных пигментов при пониженной освещенности. Корреляции между накоплением антоцианов и дневной, ночной и суммарной температурами воздуха отсутствовали.

Ключевые слова: антоцианы, сорта алычи, продолжительность солнечного освещения, дневные и ночные температуры воздуха

O. A. Grebennikova, A. A. Richter, V. M. Gorina. THE EFFECT OF AIR TEMPERATURE AND DURATION OF SOLAR ILLUMINATION ON ANTHOCYANIN ACCUMULATION IN CHERRY PLUM FRUITS WITH VARIOUS MATURATION PERIODS. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 24–31. Bibl. 13.

The article presents the data of a long-term research on the effect of air temperature and sunshine duration on the increase in anthocyanin content in the fruits of cherry plum varieties with different maturation periods and on their coloration degree. It is shown that the duration of sunshine is inversely associated with anthocyanin accumulation, which indicates the possibility of biosynthesis of these pigments under reduced illumination. Correlations between the accumulation of anthocyanins and daytime, night, and total air temperatures were absent.

Key words: anthocyanins, cherry plum varieties, duration of sunlight, day and night air temperatures.

УДК 633.13:575.22

Р. Манзали, А. Дуаик, М. Буксаим, Г. Ладзинский, Н. Саиди. ОЦЕНКА ВАЖНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОВЫХ МАРОККАНСКИХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ТЕТРАПЛОИДНОГО ОВСА *AVENA MAGNA*. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 32–42. Библ. 25.

Десять полученных тетраплоидных культурных линий овса с *Avena magna* Murph. et Terr. были изучены по большому числу биохимических признаков. Были проведены биохимические анализы, включая определение зольных элементов, белка, фракций волокон, липидов, углеводов и минеральных элементов. Статистический анализ выявил значительные различия в химическом составе изученных линий.

Ключевые слова овес, химический состав, минералы, белки, жиры, углеводы, энергетическая ценность

R. Manzali, A. Douaik, M. Bouksaim, G. Ladizinsky, N. Saidi. ASSESSMENT OF IMPORTANT TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF NEW MOROCCAN DOMESTICATED TETRAPLOID OAT LINES OF *AVENA MAGNA*. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 33–42. Bibl. 25.

Results of studying the oat collection of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources are presented. Field and Nine tetraploid oat lines of *Avena magna* Murph. et Terr. were assessed for their technological performance. Physicochemical analyses were performed, including moisture, ash, proteins, fibre fractions, lipids, carbohydrates, and minerals. Statistical analysis revealed noteworthy differences in the chemical composition between the cultivars.

Keywords Oat grains, chemical composition, minerals, proteins, fats, carbohydrates, energy value.

УДК 582.998:581.5(477.75)

С. И. Тукач, З. К. Клименко. АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ZINNIA* L. В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КРЫМА. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 43–53. Библ. 10.

Проведено изучение анатомо-морфологических и физиологических особенностей представителей рода *Zinnia* L. в климатических условиях предгорной зоны Крыма. Выявлены ксероморфные признаки в анатомическом строении стебля и листа видов *Zinnia peruviana* L., *Zinnia violacea* Cav., *Zinnia haageana* Regel. Сравнительный анализ представителей рода *Zinnia* L. показал, что виды различаются по степени одревеснения тканей и интенсивности опушения. По показателю водного дефицита установлен более засухоустойчивый вид – *Z. violacea* Cav. (4,6%).

Ключевые слова: род *Zinnia* L., *Z. peruviana* L., *Z. violacea* Cav., *Z. haageana* Regel., анатомо-морфологическое строение, анатомия листа, анатомия стебля, водный дефицит, засухоустойчивость

S. I. Tukach, Z. K. Klimentko. OAT ADAPTIVE POSSIBILITIES IN SOME SPECIES OF THE GENUS *ZINNIA* IN THE CLIMATIC ENVIRONMENTS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE CRIMEA. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 44–53. Bibl. 10.

Anatomic, morphological and physiological characteristics of the genus *Zinnia* L. have been studied in the climatic environments of the foothill zone of the Crimea. Xeromorphic features have been identified in the anatomical structure of the stem and leaf in the species *Zinnia peruviana* L., *Z. violacea* Cav., and *Z. haageana* Regel. Comparative analysis of the genus *Zinnia* L. has shown that its species differ in the degree of lignification of their tissues and the intensity of pubescence. As for water scarcity, the most drought-resistant species has been found: *Z. violacea* Cav. (4.6%).

Key words: *Z. peruviana* L., *Z. violacea* Cav., *Z. haageana* Regel., the genus *Zinnia* L., anatomic and morphological structure, anatomy of the leaf, anatomy of the stem, water scarcity, drought resistance

УДК 664.64.01

К. Г. Барыльник, Л. И. Кузнецова, Н. С., Лаврентьева, Н. Н. Чикида, Л. П. Бекиш, Н. М. Комаров. ОЦЕНКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ МУКИ ИЗ ТРИТИКАЛЕ СТАНДАРТНЫМ И АЛЬТЕРНАТИВНЫМ МЕТОДАМИ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 54–62. Библ. 6.

Исследованы хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале селекционных линий Л-30 и МХ Аламо селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» и сортов с преобладанием ржаного и пшеничного генотипа – ‘Квазар’ и ‘Мамучар’ селекции Северо-Кавказского ФНАЦ. Проводилось сравнение зерна, муки односортового помола и пробных выпечек двумя методами. Лабораторные выпечки проводились по стандартизированной методике ГОСТ 27669-88 для пшеничной муки и по методике СПбФ ФГАНУ НИИХП на закваске, разработанной для ржаной муки. Метод пробной выпечки на закваске предпочтителен для оценки тритикале со слабой клейковиной.

Ключевые слова: тритикале, мука, хлеб, закваска, пробная лабораторная выпечка, Л-30, МХ Аламо, ‘Квазар’, ‘Мамучар’.

K. G. Barylnik, L. I. Kuznetsova, N. S. Lavrenteva, N. N. Chikida, L. P. Bekish, N. M. Komarov. EVALUATING BAKING PROPERTIES OF THE FLOUR FROM TRITICALE BY STANDARD AND ALTERNATIVE METHODS. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 55–62. Bibl. 6.

Baking properties of flour made from triticale grain were studied employing the improved triticale lines L-30 and MH Alamo bred at the Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka" and the cultivars ‘Quasar’ and ‘Mamuchar’ with a predominance of rye and wheat genotypes developed at the North Caucasian Federal Agricultural Research Center. Grain, flour of single-grade grinding, and test baking products were compared using two methods. Laboratory baking was carried out according to the standard method GOST 27669-88 for wheat flour and by the method of St. Petersburg Branch of the Baking Industry Research Institute with the leaven developed for rye flour. The method of test baking with leaven is preferred for evaluation of triticale with weak gluten.

Key words: triticale, flour, bread, leaven, test laboratory baking, L-30, MH Alamo, ‘Quasar’, ‘Mamuchar’.

УДК 633.34: 631.527 (574.42)

С. В. Дидоренко, Ю. Н. Спрягайлова, А. И. Абугалиева. СЕЛЕКЦИЯ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ НА ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 63–77. Библ. 20.

На базе Восточно-Казахстанского НИИ сельского хозяйства с 2001 г. проводится работа по созданию и изучению коллекции ультраскороспелых и скороспелых образцов сои с целью получения новых скороспелых и высокоурожайных сортов, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Восточно-Казахстанской области. В результате селекционной работы по полной схеме от гибридизации, индивидуального отбора до контрольного и конкурсного сортоиспытания на Государственное сортоиспытание Республики Казахстан переданы новые, более скороспелые и урожайные по сравнению со стандартными, сорта сои ‘Бірлік КВ’ (2014 г.) и ‘Восточная красавица’ (2016 г.). Сорт ‘Бірлік КВ’ в 2017 г. допущен к использованию в Восточно-Казахстанской области.

Ключевые слова: соя, раннеспелость, сорта, урожайность, протеин

S. V. Didorenko, Yu. N. Spryagaylova, A. I. Abugaliev. BREEDING OF EARLY MATURING SOYBEAN VARIETIES IN EAST KAZAKHSTAN. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 64–77. Bibl. 20. Since 2001, the East Kazakhstan Research Institute of Agriculture has been conducting the work aimed at the development and study of the collection of ultra-early and early soybean accessions in order to obtain new early-maturing and high-yielding cultivars adapted to the soil and climate environment of East Kazakhstan Region. As a result of breeding efforts embracing the whole scheme from hybridization and individual selection to routine and competitive trials, the new soybean cultivars ‘Birlik KV’ (2014) and ‘Vostochnaya Krasavitsa’ (2016), with earlier maturity and higher yield than the references, were submitted for State Variety Trials of the Republic of Kazakhstan. In 2017, the cultivar ‘Birlik KV’ was approved for cultivation in East Kazakhstan Region.

Key words: soybean, early maturity, varieties, yield, protein

УДК: 633.13

Н. А. Сури́н, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин. РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ Н.И. ВАВИЛОВА В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНИ В СИБИРИ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 78–88. Библ. 10.

В своих работах Н. И. Вавилов неоднократно обращал внимание на необходимость использования местного исходного материала в селекции зерновых культур, указав на ценность восточносибирского сортимента, прошедшего длительную эволюцию в условиях экстремального климата. Эта идея Н. И. Вавилова нашла подтверждение при создании сортов ячменя в Сибири.

В северных подтаежных и таежных районах Сибири предпочтительны сорта шестирядного ячменя. От скрещивания сорта ‘Червонец’ с сортами североамериканской селекции создано 10 сортов. В лесостепной зоне преимущество имеют двурядные ячмени. С участием сортов ‘Винер’ и ‘Омский 13709’ создан 21 сорт ячменя. Разработана и реализуется программа создания сортов, устойчивых к комплексу экстремальных условий.

Ключевые слова: ячмень, селекция, местный исходный материал, шестирядный ячмень, двурядный ячмень

N. A. Surin, N. E. Lyakhova, S. A. Gerasimov, A. G. Lipshin. REALIZATION OF IDEAS N. I. VAVILOV'S IDEAS IN THE BARLEY BREEDING IN SIBERIA. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 79–88. Bibl. 10.

In his publications, N. I. Vavilov used to emphasize the need to use local source material in cereal crop breeding, marking out the value of East Siberian varieties with their long evolutionary background in extreme climate environments. This idea of N. I. Vavilov was proven by the development of barley cultivars in Siberia. In the northern subtaiga and taiga regions of Siberia, six-row barley cultivars are preferred. Crosses between the cultivar ‘Chervonets’ and barley varieties developed in North America resulted in releasing 10 cultivars. In the forest-steppe zone, preference is given to two-row barleys. ‘Viner’ and ‘Omsky 13709’ cultivars participated in the development of 21 new barley cultivars. A breeding program has been worked out and launched to release varieties resistant to a complex of extreme environments.

Key words: barley, breeding, local source material, six-row barley, two-row barley

УДК 58.001; 581.6

А. А. Синюшин. К УНИФИКАЦИИ ОПИСАТЕЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ БОБОВЫХ. СОЦВЕТИЕ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 89–102. Библ. 27.

В работе предложен терминологический аппарат для унифицированного описания соцветий у культивируемых Бобовых. Данные термины могут быть использованы для характеристики цветорасположения как у нормальных, так и у мутантных растений. Приведена классификация типов строения синфлоресценций у бобовых культур России и сопредельных стран по признаку флоральной единицы.

Ключевые слова: бобовые культуры, морфология, соцветие, синфлоресценция, паракладий, ветвление, флоральная единица

A. A. Sinjushin. ON UNIFICATION OF DESCRIPTIVE NOMENCLATURE OF INFLORESCENCE MORPHOLOGY FOR BREEDING OF LEGUMES. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 90–102. Bibl. 27.

A nomenclature for the unified description of inflorescences in cultivated legumes is proposed. The given terms may be applied for characterization of inflorescence morphology both in normal and mutant plants. We give a simplified classification of synflorescence types in legume crops of Russia and bordering countries basing on the features of a floral unit.

Key words: legume crops, morphology, inflorescence, synflorescence, paracladium, branching, floral unit

УДК 575.11:633.1:581.573.4

Е. Е. Радченко, Т. Л. Кузнецова. ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ КРАСНОДАРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛИ *SCHIZAPHIS GRAMINUM* RONDANI (НОМОПТЕРА, АРНИДИДАЕ). Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 103–113. Библ. 16.

В результате изучения краснодарской популяции *Schizaphis graminum* Rondani выявлена высокая общая и сезонная изменчивость насекомого по вирулентности к генам устойчивости сорго. Установлено, что в период питания на сорго популяция обыкновенной злаковой тли лабильна и по вирулентности к образцам ячменя. Наблюдали отбор из популяции генотипов *S. graminum*, специфически приспособленных к виду растения-хозяина. При размножении на ячмене преимущество в конкуренции имели особи, не обладающие «лишними» генами вирулентности к сорго. Смена хозяина приводила к накоплению клонов, вирулентных к генам устойчивости сорго *Sgr1* – *Sgr4* и *Sgr12*.

Ключевые слова: *Schizaphis graminum* Rondani, сорго, ячмень, гены устойчивости, вирулентность, структура популяций.

E. E. Radchenko, T. L. Kuznetsova. THE EFFECT OF HOST PLANT REPLACEMENT ON THE GENETIC STRUCTURE OF THE KRASNODAR GREENBUG *SCHIZAPHIS GRAMINUM* RONDANI (НОМОПТЕРА, АРНИДИДАЕ) POPULATION. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 103–113. Bibl. 16.

Characteristics of the new malting spring barley cultivar ‘Omsky 100’ are presented. This cultivar, bred at the Siberian Research As a result of studying the Krasnodar *Schizaphis graminum* population, a high level of the insect’s overall and seasonal variability in its virulence to sorghum resistance genes was detected. The greenbug population feeding on sorghum was shown to be labile in virulence to barley accessions as well. The selection of *S. graminum* genotypes specifically adapted to host plant species was observed. During the reproduction of the insect on barley plants, the individuals without “redundant” genes of virulence to sorghum had an advantage in competition. Replacement of the host led to rapid accumulation of clones virulent to the sorghum resistance genes *Sgr1* – *Sgr4* and *Sgr12*.

Key words *Schizaphis graminum* Rondani, sorghum, barley, resistance genes, virulence, structure of populations.

УДК: 58.575.635

Г. А. Теханович. НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ К. И. ПАНГАЛО И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ ИДЕЙ Н. И. ВАВИЛОВА В ИЗУЧЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СЕЛЕКЦИИ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 179. Вып. 1. СПб., 2018. С. 114–125. Библи. 33.

Приводятся сведения о жизни и научной деятельности Константина Ивановича Пангало – известного ученого, занимавшегося изучением бахчевых (тыквенных) культур, друга и соратника Н. И. Вавилова.

Ключевые слова Пангало К. И., Вавилов Н. И., бахчевые культуры, коллекция, селекция, арбуз, дыня, тыква, изучение, исследование.

G. A. Tekhanovich. K.I. PANGALO'S SCIENTIFIC HERITAGE AND HIS ROLE IN THE DEVELOPMENT OF N.I. VAVILOV'S IDEAS IN STUDYING AND USING THE WORLD COLLECTION OF CUCURBITACEOUS CROPS IN BREEDING Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 179. Iss. 1. SPb.: VIR, 2018. P. 115–125. Bibl. 33.

Presented here is the information about the life and scientific activities of K.I. Pangalo, a scientist famous for his research on cucurbitaceous crops, a friend and companion of N.I. Vavilov.

Key words: K.I. Pangalo, N.I. Vavilov, cucurbitaceous crops, collection, breeding, watermelon, melon, pumpkin, studying, research.

## СОДЕРЖАНИЕ

### МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

- Артемьева А. М., Абремская С. С. Мобилизация местных образцов овощных, бахчевых и зернобобовых культур в ходе экспедиции по Республике Армения в 2017 году..... 5
- Курина А. Б., Корнюхин Д. Л., Чебукин П. А. Экспедиционное обследование территории Приморского и Хабаровского краев РФ в целях мобилизации диких видов рода *lactuca* L., овощных и бахчевых культур в 2017 году ..... 13

### ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

- Гребенникова О. А., Рихтер А. А., Горина В. М. Влияние температуры воздуха и продолжительности солнечного освещения на накопление антоцианов в плодах сортов алычи различных сроков созревания..... 23
- Манзали Р., Дуаик А., Буксаим М., Ладзинский Г., Саиди Н. Оценка важных биохимических параметров новых марокканских селекционных линий тетраплоидного овса *Avena magna*.... 32
- Тукач С. И., Клименко З. К. Адаптационные возможности некоторых видов рода *Zinnia* L. в климатических условиях предгорной зоны Крыма..... 43

### КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

- Барыльник К. Г., Кузнецова Л. И., Лаврентьева Н. С., Чикида Н. Н., Бекиш Л. П., Комаров Н. М. Оценка хлебопекарных свойств муки из тритикале стандартным и альтернативным методами ..... 54

### УСПЕХИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

- Дидоренко С. В., Спрягайлова Ю. Н., Аbugалиева А. И. Селекция скороспелых сортов сои на востоке Казахстана..... 63
- Сурич Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Реализация идей Н.И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири..... 78

### СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

- Синюшин А. А. К унификации описательной терминологии в селекции бобовых. Соцветие..... 89

### ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

- Радченко Е. Е., Кузнецова Т. Л. Влияние смены растения-хозяина на генетическую структуру краснодарской популяции Обыкновенной злаковой тли *Schizaphis graminum* Rondani (Homoptera, Aphididae)..... 103

### ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА

- Теханович Г. А. Научное наследие К. И. Пангалло и его роль в развитии идей Н. И. Вавилова в изучении и использовании в селекции мировой коллекции бахчевых культур..... 114

## CONTENTS

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

- Artemyeva A. M., Abremskaya S. S.** Mobilization of local samples of vegetable crops, cucurbits and leguminous crops during the expedition to the Republic of Armenia in 2017..... 6
- Kurina A. B., Kornukhin D. L., Chebukin P. A.** Exploration and collecting of wild *lactuca* l. species, vegetable and cucurbit crop genetic resources in Primorsky and Khabarovsk Regions of the Russian Federation in 2017..... 14

### STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

- Grebennikova O. A., Richter A. A., Gorina V. M.** The effect of air temperature and duration of solar illumination on anthocyanin accumulation in cherry plum fruits with various maturation periods. 24
- Manzali R., Douaik A., Bouksaim M., Ladizinsky G., Saidi N.** Assessment of important technological parameters of new moroccan domesticated tetraploid oat lines of *Avena magna*..... 33
- Tukach S. I., Klimenko Z. K.** Oat adaptive possibilities in some species of the genus *Zinnia* in the climatic environments of the foothill zone of the Crimea..... 44

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

- Barylnik K. G., Kuznetsova L. I., Lavrenteva N. S., Chikida N. N., Bekish L. P., Komarov N. M.** Evaluating baking properties of the flour from triticale by standard and alternative methods..... 55

### PROGRESS IN DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

- Didorenko S. V., Spryagaylova Yu. N., Abugalieva A. I.** Breeding of early maturing soybean varieties in east Kazakhstan..... 64
- Surin N. A., Lyakhova N. E., Gerasimov S. A., Lipshin A. G.** Realization of ideas N. I. Vavilov's ideas in the barley breeding in Siberia..... 79

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

- Sinjushin A. A.** On unification of descriptive nomenclature of inflorescence morphology for breeding of legumes..... 90

### IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L.** The effect of host plant replacement on the genetic structure of the krasnodar greenbug *Schizaphis graminum* Rondani (Homoptera, Aphididae) population..... 103

### HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR. NAMES OF RENOWN

- Tekhanovich G. A.** K.I. Pangalo's scientific heritage and his role in the development of N.I. Vavilov's ideas in studying and using the world collection of cucurbitaceous crops in breeding..... 114

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,  
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 179, ВЫПУСК 1**

Выпускающий редактор *Е. К. Потокينا*  
Научный редактор *Е. А. Соколова*  
Компьютерная верстка *Н.И. Летюка*  
Корректор *Ю. С. Чепель-Малая*

---

Подписано в печать 12.04.2018. Формат бумаги 70×100 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная. Печать офсетная  
Печ. л. 17. Тираж 300 экз. Зак.1204/18

Сектор редакционно-издательской деятельности ВИР  
190000, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 42, 44

---

ООО «Р – КОПИ»  
Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 6<sup>Б</sup>