

Письма

в

ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ  
ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding

2024  
А П Р Е Л Ь

Генофонд и селекция растений • 7-я Международная конференция,  
посвященная 95-летию академика П. Л. Гончарова (СРВ 2024)

Том 10  
№1

PISMAVAVILOV@BIONET.NSC.RU

ПИСЬМА В ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

# Генофонд и селекция растений

7-я Международная конференция, посвященная  
95-летию академика РАН П. Л. Гончарова (GRV 2024)

Новосибирск, Россия, 10–12 апреля 2024 г.



7-я Международная конференция «Генофонд и селекция растений» посвящена 95-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, академика ВАСХНИЛ (1978), академика РАН (2013) **Петра Лазаревича Гончарова** – выдающегося ученого в области селекции и семеноводства возделываемых растений и организатора аграрной науки Сибири.

Сетевое издание  
*Лисьма*



# ВАВИЛОВСКИЙ ЖУРНАЛ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Основано в 2015 году  
Периодичность четыре выпуска в год  
DOI10.18699/letvjgb-2024-10-1

## Учредитель

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

## Главный редактор

*А.В. Кочетов* – академик РАН, д-р биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

## Заместители главного редактора

*Н.П. Гончаров* – академик РАН, д-р биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*Е.А. Салина* – д-р биол. наук, профессор (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

## Ответственный секретарь

*О.Ю. Шоева* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

## Редакционная коллегия

*О.С. Афанасенко* – академик РАН, д-р биол. наук, профессор (Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия)

*О.В. Ваулин* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*М.А. Вишнякова* – д-р биол. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия)

*Т.А. Гавриленко* – д-р биол. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия)

*Ю.Э. Гербек* – канд. биол. наук (Еврейский университет в Иерусалиме, Реховот, Израиль)

*И.М. Горобей* – д-р с.-х. наук, профессор РАН (СО РАН, Новосибирск, Россия)

*Е.И. Гультияева* – д-р биол. наук (Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия)

*Н.И. Дубовец* – чл.-кор. НАН Беларуси, д-р биол. наук, доцент (Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь)

*И.К. Захаров* – д-р биол. наук, профессор (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*К.В. Крутовский* – канд. биол. наук, профессор (Гёттингенский университет им. Георга-Августа, Гёттинген, Германия)

*А.М. Кудрявцев* – чл.-кор. РАН, д-р биол. наук (Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия)

*С.А. Лашин* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*А.Ю. Летягин* – д-р мед. наук, профессор (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*П.Н. Мальчиков* – д-р с.-х. наук (Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова, пос. Безенчук, Россия)

*Е.А. Орлова* – канд. с.-х. наук (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*А.С. Пилипенко* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*Ю.И. Рагино* – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор (НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*И.Д. Рашаль* – академик АН Латвии, д-р биол. наук, профессор (Институт биологии Латвийского университета, Саласпилс, Латвия)

*Р.Р. Садоян* – д-р биол. наук, профессор (Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна, Ереван, Армения)

*А.А. Соловьев* – д-р биол. наук, профессор РАН, профессор (Всероссийский центр карантина растений, Москва, Россия)

*Н.А. Сурин* – академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор (Федеральный исследовательский центр КНЦ СО РАН – обособленное подразделение Красноярский НИИ сельского хозяйства, Красноярск, Россия)

*В.А. Трифонов* – д-р биол. наук, профессор (Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Новосибирск, Россия)

*В.С. Фишман* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

*С.В. Шеховцов* – канд. биол. наук (ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия)

Online edition

# Letters

to **VAVILOV JOURNAL  
OF GENETICS AND BREEDING**

Founded in 2015  
Published four issues per year  
DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-1

## Founder

Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ICG SB RAS), Novosibirsk, Russia

## Editor-in-Chief

*A.V. Kochetov* – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

## Deputy Editors-in-Chief

*N.I. Goncharov* – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*E.A. Salina* – Professor, Dr. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

## Executive Secretary

*O.Yu. Shoeva* – Cand. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

## Editorial board

*O.S. Afanassenko* – Full Member of the RAS, Professor, Dr. Sci. (Biology) (All-Russia Research Institute for Plant Protection, St. Petersburg, Russia)

*N.I. Dubovets* – Corr. Member of the NAS of Belarus, Associate Professor, Dr. Sci. (Biology) (Institute of Genetics and Cytology, NASB, Minsk, Belarus)

*V.S. Fishman* – Cand. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*T.A. Gavrilenko* – Professor, Dr. Sci. (Biology) (N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia)

*I.M. Gorobei* – Dr. Sci. (Biology) (Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia)

*E.I. Gulyaeva* – Dr. Sci. (Biology) (All-Russia Research Institute for Plant Protection, Saint Petersburg, Pushkin, Russia)

*Yu.E. Herbeck* – Cand. Sci. (Biology) (The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel)

*K.V. Krutovsky* – Professor, Cand. Sci. (Biology) (Georg-August University of Göttingen, Göttingen, Germany)

*A.M. Kudryavtsev* – Corr. Member of the RAS, Dr. Sci. (Biology) (Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia)

*S.A. Lashin* – Cand. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*A.Y. Letyagin* – Professor, Dr. Sci. (Medicine) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*P.N. Malchikov* – Dr. Sci. (Agricul.) (Tulaikov Research Institute of Agriculture, Russian Agricultural Academy, Bezenchuk, Samara oblast, Russia)

*E.A. Orlova* – Cand. Sci. (Agricul.) (Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*A.S. Pilipenko* – Cand. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*Yu.I. Ragino* – Corr. Member of the RAS, Professor, Dr. Sci. (Medicine) (Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*I.D. Rashal* – Full Member of the LAS, Professor, Dr. Sci. (Biology) (University of Latvia, Salaspils, Latvia)

*R.R. Sadoyan* – Professor, Dr. Sci. (Biology), Dean of the Faculty of Biology, Chemistry and Geography (Kh. Abovyan Armenian State Pedagogical University, Yerevan, Armenia)

*S.V. Shekhovtsov* – Cand. Sci. (Biology), Head of the Genogeography Sector of the Palearctic (Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*A.A. Soloviev* – Professor, Dr. Sci. (Biology), Deputy Director (All-Russian Plant Quarantine Center, Moscow, Russia)

*N.A. Surin* – Corr. Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agricul.), Professor, Head of Scientific Direction

*V.A. Trifonov* – Professor, Dr. Sci. (Biology) (Institute of Molecular and Cellular Biology, SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*O.V. Vaulin* – Cand. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

*M.A. Vishnyakova* – Professor, Dr. Sci. (Biology) (N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia)

*I.K. Zakharov* – Professor, Dr. Sci. (Biology) (ICG SB RAS, Novosibirsk, Russia)

## СОДЕРЖАНИЕ • 2024 • 10 • 1

- Генетика человека**
- 5 **Обзор**  
Семейная гиперхолестеринемия: современные сведения  
и проблемы моделирования  
*И.С. Захарова, А.И. Шевченко, С.М. Закиян*
- Селекция растений**
- 15 **Оригинальное исследование**  
Номенклатурные стандарты сортов мандарина  
селекции Субтропического научного центра РАН  
*Л.В. Багмет, Р.В. Кулян*
- 29 **Оригинальное исследование**  
Оценка основных хозяйственно ценных признаков  
гибридов репчатого лука (*Allium cepa* L.),  
полученных на основе удвоенных гаплоидов  
*Е.А. Чередниченко, С.Ф. Гавриш, А.Ф. Першин, М.В. Будылин*
- 35 **Обзор**  
История исследований овощных растений  
в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН.  
Прошлое, настоящее, будущее  
*Ю.В. Фотев*
- 54 **Обзор**  
Выдающиеся ученые России.  
Академик Петр Лазаревич Гончаров  
*Н.П. Гончаров*
- Генетика растений**
- 74 **Обзор**  
Выдающиеся ученые России.  
Академик Владимир Константинович Шумный  
*А.В. Кочетов, И.Н. Леонова, Л.А. Першина, И.К. Захаров, Е.К. Хлесткина,  
Е.А. Салина, Н.П. Гончаров*
- Новые российские сорта, включенные в Госреестр**
- 82 **Оригинальное исследование**  
Новый сорт мягкой озимой пшеницы – Памяти Чекурова  
*К.К. Мусинов, В.Е. Козлов, А.С. Сурначёв*

## CONTENTS • 2024 • 10 • 1

- Human genetics**
- 5 **Review**  
Familial hypercholesterolemia:  
current insight and challenges in its modelling  
*I.S. Zakharova, A.I. Shevchenko, S.M. Zakian*
- Plant breeding**
- 15 **Original article**  
Mandarin cultivar`s nomenclatural standards  
of breeding of Subtropical Scientific Centre  
of the Russian Academy of Sciences  
*L.V. Bagmet, R.V. Kulyan*
- 29 **Original article**  
Evaluation of the main economically valuable characteristics  
of onion hybrids (*Allium cepa* L.) obtained  
on the basis of doubled haploids  
*E.A. Cherednichenko, S.F. Gavrish, A.F. Pershin, M.V. Budylin*
- 35 **Review**  
History of vegetable plant research  
in the Central Siberian Botanical Garden SB RAS.  
Past, present and future  
*Yu.V. Fotev*
- 54 **Review**  
Outstanding scientists of Russia.  
Full Member of the Russian Academy  
of Sciences Pyotr L. Goncharov  
*N.P. Goncharov*
- Plant genetics**
- 74 **Review**  
Outstanding scientists of Russia.  
Full Member of the Russian Academy  
of Sciences Vladimir K. Shumny  
*A.V. Kochetov, I.N. Leonova, L.A. Pershina, I.K. Zaharov,  
E.K. Khlestkina, E.A. Salina, N.P. Goncharov*
- New Russian commercial cultivars**
- 82 **Original article**  
A new cultivar of common winter wheat – Pamyati Chekurova  
*K.K. Musinov, V.E. Kozlov, A.S. Surnachev*

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-2

## Обзор

## Семейная гиперхолестеринемия: современные сведения и проблемы моделирования

И.С. Захарова , А.И. Шевченко , С.М. Закиян 

**Аннотация:** Семейная гиперхолестеринемия – наследственное моногенное заболевание, приводящее к атеросклерозу и повышенному риску сердечно-сосудистых патологий. Несмотря на высокую частоту встречаемости (1 на 250 человек для гетерозиготной формы, 1 на 300 тыс. – 1 млн человек – для гомозиготной) и всемирную озабоченность общественного здравоохранения, эффективность помощи пациентам остается крайне низкой. По данным Европейского общества атеросклероза, опубликованным в 2022 г., менее 3 % пациентов в мире, проходящих лечение в связи с семейной гиперхолестеринемией, достигают целевых показателей холестерина липопротеинов низкой плотности. Большинство случаев семейной гиперхолестеринемии вызваны патогенными аллельными вариантами в гене рецептора липопротеинов низкой плотности *LDLR*, половину из которых составляют мутации класса II, обусловленные неправильной укладкой белка *LDLR* и приводящие к нарушению его транспорта на поверхность клеток и накоплению в эндоплазматическом ретикулуме. В обзоре приводятся современные сведения о семейной гиперхолестеринемии, моделировании и генетической коррекции данного заболевания.

**Ключевые слова:** семейная гиперхолестеринемия; атеросклероз; рецептор липопротеинов низкой плотности; клеточные модели; индуцированные плюрипотентные стволовые клетки; эндотелий.

**Для цитирования:** Захарова И.С., Шевченко А.И., Закиян С.М. Семейная гиперхолестеринемия: современные сведения и проблемы моделирования. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):5-14. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-2

**Финансирование:** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-15-00065).

## Review

## Familial hypercholesterolemia: current insight and challenges in its modelling

I.S. Zakharova , A.I. Shevchenko , S.M. Zakian 

**Abstract:** Familial hypercholesterolemia is an inherited monogenic disorder that leads to atherosclerosis and increased risk of cardiovascular disease. Despite its high incidence (1 in 250 people for the heterozygous form, up to 1 in 300,000 to 1 million people for the homozygous form) and global public health concern, the effectiveness of patient care remains extremely low. According to the European Atherosclerosis Society 2022 Report, less than 3 % of patients worldwide achieve targeted low-density lipoprotein cholesterol levels during FH treatment. Most cases of hypercholesterolemia are caused by pathogenic allelic variants in the low-density lipoprotein receptor (*LDLR*) gene, half of which are class II mutations that cause misfolding of the *LDLR* protein, leading to impaired transport to the cell surface and accumulation in the endoplasmic reticulum. This review provides an update on familial hypercholesterolemia modelling and genetic correction of the disease.

**Key words:** familial hypercholesterolemia; atherosclerosis; low density lipoprotein receptor; cell models; induced pluripotent stem cells; endothelium.

**For citation:** Zakharova I.S., Shevchenko A.I., Zakian S.M. Familial hypercholesterolemia: current insight and challenges in its modelling. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):5-14. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-2 (in Russian)

**Funding:** The work was carried out with financial support from the Russian Science Foundation (project No. 21-15-00065).

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

 zakharova@bionet.nsc.ru

**Вклад авторов.** И.С. Захарова создала концепцию обзора, написала разделы «Общие сведения о семейной гиперхолестеринемии», «Генетические основы СГХС», «Мутации, связанные с нарушением транспорта гена *LDLR* (мутации *LDLR* класса II)», «Стресс ЭПР в клетках с мутациями класса II *LDLR*», «Генетическая коррекция СГХС». А.И. Шевченко написал разделы «Подходы к фармакотерапии СГХС», «Окисленная форма липопротеинов низкой плотности в клетках при СГХС», «Животные модели СГХС». С.М. Закиян написал раздел «Клеточные модели СГХС» и «Закключение».

 Захарова И.С., Шевченко А.И., Закиян С.М., 2024

## Общие сведения о семейной гиперхолестеринемии

Сердечно-сосудистые заболевания, в частности ишемическая болезнь сердца и инсульт, остаются лидирующей причиной смерти людей во всем мире. Несмотря на развитие методов хирургического лечения, таких как аортокоронарное шунтирование, стентирование, эндартерэктомия, различные виды ангиопластики, остается проблема рецидивирующих проявлений, выраженных в повышении частоты окклюзий и рестенозов в отдаленном периоде, требующих реопераций. Основной причиной ишемической болезни сердца, инсульта, заболеваний периферических артерий и их рецидивов после хирургического вмешательства является атеросклероз (Jain et al., 2018). Существуют данные о том, что 71 % мужчин и 43 % женщин среднего возраста имеют субклинические проявления атеросклероза (Borén et al., 2020).

Атеросклероз – хроническое воспалительное заболевание сосудов, результатом которого является атероматозная бляшка (атерома), представляющая собой очаговое поражение, расположенное в интима крупных и средних артерий (FERENCE et al., 2017; Balzan, Lubrano, 2018). Процесс формирования атеросклеротической бляшки называется атерогенезом. На основании результатов генетических, эпидемиологических и клинических исследований показано, что в основе развития атеросклероза лежит субэндотелиальное накопление липопротеинов низкой плотности (ЛПНП, LDL), которые выступают основными переносчиками холестерина (FERENCE et al., 2017; Borén et al., 2020).

В настоящее время известно, что в процессе атеросклероза ключевую роль играют два типа клеток: эндотелиоциты сосудов и клетки печени – гепатоциты.

Монослой эндотелиальных клеток выстилает внутреннюю контактирующую с кровотоком поверхность кровеносных сосудов. Эндотелий сосудов является основным регулятором селективного обмена растворенных веществ и клеток между кровотоком и окружающими тканями. Ранний атеросклероз характеризуется функциональными и структурными изменениями барьерной функции эндотелия, которые влияют на движение молекул и растворенных веществ между просветом сосуда и его стенкой (Mundi et al., 2018). Эндотелиальная дисфункция инициирует нерегулируемый трансэндотелиальный поток ЛПНП, который приводит к их аномальной задержке в интима сосуда (De Caterina et al., 2007). Субэндотелиальная задержка ЛПНП запускает каскад их окисления, что принято считать началом атерогенеза. Данный процесс сопровождается инфильтрацией и активацией клеток воспаления крови. Окисленный ЛПНП (OxLDL) активирует эндотелиальные клетки, индуцируя экспрессию молекул адгезии, привлекающих лейкоциты (моноциты и Т-клетки) из крови. Это приводит к увеличению интимы и локальному воспалению, что проявляется в раннем атеросклерозе (Mundi et al., 2018).

Учитывая центральную роль эндотелия в развитии и клиническом течении атеросклероза, тестирование эндотелиальных биомаркеров может служить полезным инструментом в оценке риска сердечно-сосудистых заболеваний и их исходов (De Caterina et al., 2007). Ключевыми маркерами

эндотелиальной дисфункции при оценке атеросклеротического риска выступают относительное количество окисленной формы ЛПНП по сравнению с общим холестерином ЛПНП; оксид азота NO; оценка уровня лектиноподобного окисленного рецептора липопротеина низкой плотности-1 (LOX-1), сверхэкспрессия которого наблюдается в атеросклеротических бляшках уже на ранних стадиях атерогенеза на поверхности эндотелиоцитов, гладкомышечных клеток и макрофагов (De Caterina et al., 2007; Pirillo et al., 2013; Gradinaru et al., 2015).

В то время как эндотелиальные клетки являются акцепторами ЛПНП и, как следствие, локализаторами атером, ключевая роль в повышении уровня ЛПНП в кровотоке принадлежит клеткам печени – гепатоцитам. Они признаны основными клетками, осуществляющими метаболизм холестерина, транспортируемого из кровотока посредством ЛПНП (Pirillo et al., 2013; Alphonse, Jones, 2016). На поверхности клеточных мембран гепатоцитов расположен рецептор ЛПНП (LDLR) (Tolleshaug et al., 1983; Brown, Goldstein, 1986). Он играет важную роль в гомеостазе холестерина, поскольку связывает частицы ЛПНП, тем самым снижая уровень холестерина в плазме (Trapani et al., 2012). В случае нарушения захвата гепатоцитами холестерина ЛПНП он поступает в плазму крови и становится причиной атероматозных изменений сосудов. Повышенная концентрация холестерина в плазме крови называется гиперхолестеринемией.

До 10 % случаев гиперхолестеринемии обусловлено генетическими факторами и представляет собой так называемую семейную гиперхолестеринемия (СГХС) (Brown, Goldstein, 1986; Hobbs et al., 1992; Goldstein, Brown, 2009; Ежов и др., 2019). Семейная гиперхолестеринемия (FH; OMIM # 143890, <https://www.omim.org/entry/143890#title>) является наследственным заболеванием, которое приводит к крайне высоким уровням холестерина ЛПНП в сыворотке крови (Stapleton et al., 2010; Watts et al., 2014; Galicia-Garcia et al., 2020). Семейная гиперхолестеринемия значительно увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний и приводит к раннему развитию атеросклероза, что увеличивает риск раннего инфаркта, инсульта и смерти (Hopkins et al., 2011; Talmud et al., 2014; FERENCE et al., 2017). Важность исследований обмена холестерина и лечения нарушений уровня холестерина в крови, в том числе открытие LDLR и работы по изучению семейной гиперхолестеринемии оценены Нобелевским комитетом присуждением в 1985 г. премии Майклу Брауну и Джозефу Голдштейну<sup>1</sup>.

Распространенность гетерозиготной СГХС в мире составляет 1 на 250 человек, в России – 1 на 108 человек; гомозиготная форма СГХС распространена реже: 1 на 300 тыс. – 1 млн (Akioyamen et al., 2017; Ershova et al., 2017).

Клинические проявления СГХС различаются в зависимости от ассоциированного генотипа. Уровень общего холестерина у пациентов с гетерозиготной формой СГХС составляет 7.5–14 ммоль/л, при гомозиготной СГХС – 14–26 ммоль/л (Ежов и др., 2019). Гетерозиготные индивидуумы могут проявлять типичные симптомы сердечно-сосудистых заболеваний, которые включают атеросклеротические бляшки (коронарные артерии и проксимальная аорта) и

<sup>1</sup> URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1985/summary/>

преждевременные атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания (возраст < 55 лет для мужчин, < 65 лет для женщин) (Ежов и др., 2019). Симптомы заболевания могут отсутствовать на протяжении жизни или манифестировать в виде ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда, инсульта или внезапной смерти (Yuan et al., 2006). У гомозиготных больных атеросклероз развивается в возрасте до 20 лет, при отсутствии медицинской помощи продолжительность жизни составляет не более 30 лет (Hopkins et al., 2011). Также у гомозиготных больных могут проявляться дополнительные симптомы, в том числе подкожные и сухожильные отложения холестерина – ксантелазмы и/или ксантомы (Rader et al., 2003).

### Генетические основы СГХС

До 95 % патологических проявлений семейной гиперхолестеринемии связаны с патологическими генетическими вариантами, наследуемыми по аутосомно-доминантному типу (Hendricks-Sturup et al., 2020). В настоящее время известны три основных гена, мутации в которых вызывают данное заболевание: рецептор ЛПНП (*LDLR*) (в нем выявлено до 85 % всех известных вариантов, связанных с семейной гиперхолестеринемией), аполипопротеин В100 (*ApoB*) (4–5 %), пропротеин-конвертаза субтилизин/кексин 9-го типа (*PCSK9*) (около 1 %), которая разрушает белок рецептора ЛПНП (Galicia-Garcia et al., 2020). Менее распространенными вариантами, связанными с семейной гиперхолестеринемией, являются нарушения в генах сигнального белка-адаптера 1 (*STAP1*) и аполипопротеина Е (*ApoE*) (Watts et al., 2014; Hendricks-Sturup et al., 2020). Изменения в гене адапторного белка *LDLR 1* (*LDLRAP1*) наследуются по аутосомно-рецессивному типу (Chemello et al., 2021).

Большинство случаев семейной гиперхолестеринемии связаны с мутациями в гене рецептора липопротеинов низкой плотности *LDLR* (MIM # 606945) (Hopkins et al., 2011; Benito-Vicente et al., 2018a). Такой тип заболевания называется семейной гиперхолестеринемией типа IIA (Cayo et al., 2012).

Ген *LDLR* расположен на коротком плече хромосомы 19 (19p13.1–13.3), имеет протяженность около 45 т.п.н., содержит 18 экзонов и 17 интронов. Белок *LDLR* представляет собой последовательность из 839 аминокислот, синтезируется в эндоплазматической сети, где подвергается фолдингу и частично гликозилируется (Hobbs et al., 1992). Далее он дополнительно гликозилируется в аппарате Гольджи, превращаясь в зрелый белок. Белок *LDLR* имеет пять функциональных доменов: N-концевой лиганд-связывающий домен, домен гомологии предшественника эпидермального фактора роста (EGF), домен, содержащий O-связанные сахара, трансмембранный и C-концевой цитозольный домен (Goldstein, Brown, 2009; Benito-Vicente et al., 2018b).

Существует пять классов мутаций гена *LDLR*: класс 1 – полное отсутствие синтеза белка («нуль-мутации»); класс 2 – нарушение транспорта: частичное (класс 2a) или полное (класс 2b) удержание белка в эндоплазматической сети; класс 3 – нарушение связывания с лигандом – аполипопротеином В; класс 4 – нарушение эндоцитоза липопротеинов низкой плотности; класс 5 – пониженная способность к утилизации рецептора ЛПНП: блокирование диссоциации рецептора и

лиганда в эндосоме, что ведет к невозможности возвращения *LDLR* на поверхность гепатоцита (Benito-Vicente et al., 2018b; Galicia-Garcia et al., 2020; Chemello et al., 2021).

### Подходы к фармакотерапии СГХС

Статины (розувастатин, аторвастатин, питавастатин) являются терапией первой линии для снижения уровня холестерина на липопротеинов низкой плотности при СГХС (Ежов и др., 2023). Механизм действия статинов заключается в ингибировании гидроксиметилглутарил-кофермента А редуктазы и, как следствие, нарушении синтеза холестерина в клетках печени (Kallapur, Sallam, 2023). Это приводит к снижению общего уровня холестерина в плазме крови, что в свою очередь вызывает активацию транскрипционного фактора *SREBP-2*, усиливающего экспрессию *LDLR* (Pang et al., 2020). Данные метаанализов рандомизированных клинических исследований свидетельствуют о том, что применение статинов снижает смертность от сердечно-сосудистых заболеваний на 10–15 % (Baigent et al., 2005, 2010). По сведениям Американской кардиологической ассоциации, статины могут снизить уровень ЛПНП на 30–50 % в зависимости от дозы (Grundy et al., 2019). На эффективность дислипидемической терапии статинами пациентов с СГХС влияет наличие патогенных аллельных вариантов в генах *LDLR*, *ApoB*, *PCSK9*, *ApoE* и некоторых других (Pang et al., 2020). Данный аспект требует дальнейшего изучения, результатом которого может стать разработка терапевтических рекомендаций по применению статинов у пациентов с разными патогенными аллельными вариантами.

В настоящее время широкое применение получили *PCSK9*-таргетные препараты. Пропропротеиновая конвертаза субтилизин-кексина типа 9 (*PCSK9*) представляет собой фермент, который связывается с *LDLR* на поверхности гепатоцитов и приводит к его деградации, тем самым вызывая повышение концентрации холестерина ЛПНП в плазме крови. Ряд препаратов направлен на снижение функционирования *PCSK9*, отмену деградации *LDLR*, что приводит к снижению уровня холестерина ЛПНП.

В клинической практике при лечении СГХС используют моноклональные антитела к *PCSK9* (алиро- и эволокумаб), а также химически модифицированную двуцепочечную малую интерферирующую РНК (миРНК), вызывающую деградацию матричной РНК *PCSK9* (инклизирин) (Ежов и др., 2023).

Эзетимиб – препарат, снижающий всасывание холестерина в тонком кишечнике благодаря тому, что ингибирует белок-переносчик NPC1L1. Эзетимиб часто используется в комбинации со статинами (Kallapur, Sallam, 2023). Также применяются препараты, секвестрирующие желчные кислоты (колесевелам), бемпедоевая кислота, ингибирующая биосинтез холестерина, в тяжелых случаях при недостижении целевых показателей холестерина ЛПНП пациентам проводят аферез липидов (Kallapur, Sallam, 2023).

### Мутации, связанные с нарушением транспорта гена *LDLR* (мутации *LDLR* класса II)

В настоящее время выявлено более 2299 вариантов аллельных вариантов гена рецептора липопротеинов низкой плотности *LDLR*, которые разделены на пять классов (Varret,

Rabes, 2012; Benito-Vicente et al., 2018a; Oommen et al., 2020). Мутации *LDLR*, связанные с нарушением транспорта из эндоплазматического ретикулума (ЭПР) в аппарат Гольджи и на поверхность клеток, или мутации класса II, составляют более 50 % всех аллельных вариантов данного гена, связанных с СГХС (Hobbs et al., 1990; Gent, Braakman, 2004; Omer et al., 2020). Большинство из них относится к классу II на основании биоинформатических предсказаний. Функциональное подтверждение принадлежности к мутациям транспорта на данный момент описано для немногим более трех десятков однонуклеотидных замен (Oommen et al., 2020).

В норме после трансляции синтезированный белок *LDLR* в виде незрелой формы массой 120 кДа подвергается частичному гликозилированию и процессингу в ЭПР. Молекулярные механизмы, ответственные за фолдинг (правильную укладку) и созревание белка *LDLR*, до сих пор не ясны (Omer et al., 2020). Известно, что в клетке существует система контроля качества фолдинга, позволяющая белку выйти из ЭПР только будучи правильно уложенным. Эта система работает с участием шаперонов ЭПР: GRP78 (BiP), RAP (LRPAP1), MESD (BOCA) (Bu, Schwartz, 1998; Gent, Braakman, 2004; Culi, Mann, 2003; Li et al., 2002; Ellgaard, Helenius, 2003; Zhang, Wang, 2016). Затем правильно свернутый *LDLR* транспортируется в аппарат Гольджи, где добавляются N- и O-связанные сахара, увеличивая молекулярную массу до 160 кДа, в результате чего формируется зрелая форма (Tolleshaug et al., 1983; Esser, Russell, 1988).

Только правильно свернутые белки выходят из ЭПР и транспортируются в аппарат Гольджи, тогда как неправильно свернутые остаются в ЭПР для дальнейшей обработки. Известно, что, если их фолдинг невозможно исправить, они накапливаются и вызывают стресс ЭПР, который в свою очередь может приводить к реакции ответа на стресс неправильно свернутого белка (unfolded protein response, UPR) (Schröder, Kaufman, 2005; Hetz et al., 2011; Gardner et al., 2013).

Система ответа на UPR изначально направлена на облегчение стресса ЭПР и восстановление нормального клеточного протеостаза (белкового гомеостаза). UPR способствует правильному фолдингу белков, блокируя их дальнейший синтез, и устраняет неправильно свернутые белки посредством их деградации (endoplasmic reticulum-associated degradation, ERAD) в протеасомах или лизосомах. Однако если стресс сохраняется и неправильная укладка белка необратима, включается механизм апоптоза (Szegezdi et al., 2006; Almanza et al., 2019).

### Стресс ЭПР в клетках с мутациями класса II *LDLR*

Мутации класса II приводят к нарушению укладки (фолдинга) белка *LDLR*, который либо неспособен к переходу из ЭПР в аппарат Гольджи, либо переход осуществляет менее 5 % белка (Hobbs et al., 1990; Gent, Braakman, 2004). В результате происходит полное или частичное удержание незрелой формы *LDLR* в ЭПР (мутации класса 2A и 2B соответственно) (Oommen et al., 2020). Накопление неправильно свернутых белков *LDLR* в ЭПР в клетках мутантов класса II нарушает протеостаз в дополнение к нарушению гомеостаза холестерина (Gent, Braakman, 2004; Sun, Brodsky, 2019).

В настоящее время нет четкого понимания молекулярных механизмов клеточных реакций, которые имеют место в случае патогенных аллельных вариантов гена *LDLR* класса II. На данный момент имеются противоречивые данные о том, запускается ли в таких клетках система ответа на стресс ЭПР. Тем не менее правильное понимание механизма нарушения протеостаза, вызванного накоплением незрелого *LDLR* в ЭПР, крайне важно для выбора фармакологических препаратов и разработки новых персонализированных подходов к таргетной терапии пациентов-носителей мутаций 2-го класса.

До сих пор тестирование лекарственных соединений, направленных на лечение СГХС, происходило на нерелевантных типах клеток, сверхэкспрессирующих нарушенный *LDLR*: фибробластах, культуре печеночных клеток Chang Liver, клетках яичника китайского хомячка CHO, HeLa, клетках эмбриональной почки человека HEK-293T, клетках гепатокарциномы HepG2 (Pathak et al., 1988; Jørgensen et al., 2000; Li et al., 2004; Sørensen et al., 2006; Kizhakkedath et al., 2019; Varghese et al., 2023). В силу того, что в таких моделях накопление незрелого белка *LDLR* в ЭПР вызывает стресс ЭПР и запускает механизмы ответа на стресс ЭПР на уровне его основных участников IRE1 и PERK (Sørensen et al., 2006), в моделях сверхэкспрессии оказался эффективным ряд фармакологических препаратов, направленных на модуляцию молекулярных путей ответа на стресс ЭПР. В частности, в клетках, сверхэкспрессирующих *LDLR* с мутациями 2-го класса, ингибирование протеасом или использование фармакологических шаперонов позволяет отключить систему контроля неправильно свернутых белков, в результате чего восстанавливается внутриклеточный транспорт *LDLR* – он перемещается из ЭПР в аппарат Гольджи и далее на клеточную поверхность и начинает выполнять свою функцию (Kizhakkedath et al., 2019; Oommen et al., 2020; Varghese et al., 2023).

Однако в недавнем исследовании на моделях индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК) пациентов с СГХС, несущих патогенные аллельные варианты гена *LDLR*, относящиеся к мутациям 2-го класса, а также в дифференцированных гепатоцит-подобных производных этих ИПСК показано отсутствие молекулярных маркеров ответа на стресс даже под действием статинов (Omer et al., 2020). Статины вызывают увеличение количества белка *LDLR*. В случае мутаций 2-го класса белок в виде незрелой формы дополнительно накапливается в ЭПР, вызывая его стресс. При этом ответ на стресс ЭПР не активируется. Остается непонятным, вызывают ли статины ингибирование ответа на стресс ЭПР или же молекулярные маркеры UPR отсутствуют или настолько незначительны, что не детектируются. Есть данные, что статины оказывают как ингибирующее (Xu et al., 2016; Li et al., 2017), так и стимулирующее (Mörck et al., 2009; Wang et al., 2017) действие на стресс ЭПР и UPR. Данный вопрос необходимо исследовать с использованием новых моделей ИПСК пациентов с мутациями *LDLR* 2-го класса. Пока эта проблема не решена, остается открытым вопрос об эффективности применения статинов при терапии людей с патогенными вариантами *LDLR* 2-го класса. Если статины ингибируют индукцию UPR II класса, это может иметь клини-

ческое значение и свидетельствовать о том, что пациенты с СГХС II класса могут страдать от неправильного накопления LDLR и стресса ER, но терапия статинами блокирует последующую индукцию UPR. Стресс ЭПР вызван, а ответ, призванный решить проблему стресса и уменьшить количество белка в ЭПР, не возникает. В случае неразрешенного стресса ЭПР в клетке может запуститься программа апоптоза (Karagöz et al., 2019). Так, показано, что апоптоз, вызванный стрессом ЭПР, является причиной фиброза печени, который имеет место у пациентов с СГХС и в конечном счете может прогрессировать в гепатокарциному (Tian Y. et al., 2013; Sharma et al., 2015; Trautwein et al., 2015; Schuster et al., 2018).

Еще одной проблемой при тестировании потенциальных терапевтических средств для мутаций *LDLR* класса 2 остается мутационная специфичность некоторых химических соединений. В частности, показано, что фармакологический шаперон 4-фенилмасляная кислота (4-PBA) на модели сверхэкспрессии мутантного *LDLR* G544V приводит к функциональному восстановлению 30 % белка *LDLR* (Tveten et al., 2007; Ma et al., 2017). Однако данное вещество не исправляет другие мутации 2-го класса *LDLR*.

### Окисленная форма липопротеинов низкой плотности в клетках при СГХС

Другой важной проблемой, стоящей на пути эффективного выбора таргетной терапии СГХС и профилактики атеросклероза, является влияние окисленных форм липопротеинов низкой плотности на эндотелиальные клетки и гепатоциты.

При СГХС из-за неэффективного захвата ЛПНП увеличивается время их пребывания в кровообращении, что способствует их окислению (Van Tits et al., 2003; Mollazadeh et al., 2018). Окисленный ЛПНП служит причиной окислительного стресса и воспалительной реакции (Zmijewski et al., 2005). Окисленная форма ЛПНП приводит к избыточной продукции супероксид-анионов, вызывая повреждение эндотелия, апоптоз и перекисное окисление липидов (Hu et al., 2021; Poznyak et al., 2021). *oxLDL* – один из основных факторов дисфункции и повреждения эндотелиальных клеток, а также образования атеросклеротических бляшек в просвете сосудов. *oxLDL*-опосредованная эндотелиальная дисфункция приводит к активации молекул поверхностной адгезии эндотелиальных клеток, экспрессируемых для привлечения моноцитов в субэндотелиальные слои. Привлеченные моноциты под действием окисленного ЛПНП превращаются в пенные клетки, высвобождающие множество факторов и цитокинов, способствующих атерогенному процессу (Xu et al., 2013; Tian K. et al., 2019). Эндотелиальная дисфункция проявляется снижением продукции оксида азота (NO), увеличением продукции воспалительных цитокинов и рецепторов (Varghese et al., 2023). Кроме того, по последним данным, в эндотелиальную дисфункцию, вызванную окисленным ЛПНП, вовлечены такие эпигенетические факторы, как микроРНК и длинные некодирующие РНК (Xu et al., 2019; Schober et al., 2022).

Помимо атерогенных поражений крупных сосудов эндотелиальная дисфункция, обусловленная окисленным ЛПНП, нарушает работу печеночных синусоидных капилляров (Pasarín et al., 2012). Это способствует нарушению эндоте-

лий-зависимой микроциркуляции печени и повышению внутрипеченочного сосудистого сопротивления, что является начальным этапом неалкогольной жировой болезни печени (Yokomori et al., 2006).

Помимо влияния на эндотелиоциты окисленная форма ЛПНП при СГХС вызывает реакции окислительного стресса непосредственно в клетках печени, что приводит к поражению печени в виде неалкогольной жировой болезни, способствующей фиброзу и гепатокарциноме (Urano et al., 2000; Ma et al., 2002; Holvoet et al., 2008; Brenner et al., 2013; Ho et al., 2019). По последним данным, важнейшую роль в развитии и прогрессировании данного заболевания играет ЭПР, задействованный в одновременном восприятии и регулировании липидного и белкового гомеостаза (Yin, 2018). Проблема кумулятивного действия стресса ЭПР, наблюдающегося при мутациях 2-го класса и окисленных формах ЛПНП, недостаточно изучена и требует вовлечения новых релевантных моделей (Bril et al., 2016; Nass et al., 2017; van den Berg et al., 2019; Varghese et al., 2023).

### Животные модели СГХС

Существует ряд животных моделей, используемых для изучения патологии и терапии СГХС: мыши *LDLR<sup>-/-</sup>* (Emini Veseli et al., 2017; Poznyak et al., 2020), кролики с наследственной гиперлипидемией (WHHL) (Shiomi, 2020), *LDLR<sup>-/-</sup>* золотые сирийские хомяки (He et al., 2019), *LDLR<sup>-/-</sup>* *ApoBec1<sup>-/-</sup>* мыши (Kassim et al., 2010), мыши с дефектным рецептором *LdlrE208X* (Zhao et al., 2020) и др. Большинство животных моделей не отражает в полной мере картины развития атеросклероза у человека, поскольку животные имеют отличия в молекулярных аспектах метаболизма липопротеинов, а также в спектре локализации очаговых атеросклеротических поражений (Xu, Weng, 2020).

Примером таких различий является то, что у человека печень синтезирует исключительно полноразмерную форму аполипопротеина В (*ApoB*), называемую *ApoB100*, которая содержит в своей карбоксиконцевой области мотив, опосредующий связывание с *LDLR* (Kassim et al., 2010). Однако мыши экспрессируют в печени высокие уровни каталитического полипептида-1, редактирующего мРНК *ApoB* (*ApoBEC1*), что приводит к редактированию транскрипта РНК *ApoB* и продуцированию усеченной формы белка *ApoB*, называемого *ApoB48*, который не связывается с *LDLR*.

В настоящее время не существует гуманизированных животных моделей СГХС. Более того, их создание представляет собой крайне сложную задачу в силу вовлеченности в формирование патологии не только гепатоцитов, но и эндотелиоцитов, макрофагов и комплексной системы секреторных факторов.

### Клеточные модели СГХС

Гепатоциты и эндотелиоциты из биопсийного материала пациентов не всегда доступны, из них нельзя получить большое количество клеток, кроме того, такие первичные клетки имеют ограниченный пролиферативный потенциал (Podevin et al., 2010; Caron et al., 2019). Идеальным источником в такой ситуации являются пациент-специфические ИПСК, полученные из соматических клеток, например из

моноклеаров крови путем репрограммирования к плюрипотентному состоянию, из которых в результате направленной дифференцировки можно получить релевантные клеточные типы: гепатоциты и эндотелиальные клетки.

В настоящее время создан ряд клеточных моделей на основе ИПСК пациентов с СГХС (Cayo et al., 2012; Omer et al., 2017; Caron et al., 2019; Okada et al., 2019; Ge et al., 2021; Qi et al., 2022). Нами получены три линии ИПСК от пациентов-компаундных гетерозигот с патогенными и вероятно патогенными аллельными вариантами гена *LDLR* (Zakharova et al., 2022b, 2022a, 2022c). В качестве релевантных дифференцированных производных для моделирования СГХС до недавнего времени рассматривались только гепатоцит-подобные клетки. Наша группа впервые получила дифференцированные эндотелиальные производные от пациентов с СГХС, в том числе от пациента с патогенными аллельными вариантами класса II гена *LDLR* (Zakharova et al., 2023). Мы обнаружили, что эндотелиальные производные, полученные из ИПСК пациентов с СГХС, демонстрируют пониженный уровень зрелой формы белка LDLR и сниженную способность к поглощению липопротеинов низкой плотности. Эндотелиальные клетки с мутантным LDLR обнаруживают специфический профиль транскриптома с пониженной регуляцией генов транспорта монокарбоновых кислот, экзоцитоза и клеточной адгезии, а также с усиленной регуляцией сигнальных путей клеточной секреции и активации лейкоцитов. Эти результаты указывают на то, что эндотелиальные клетки пациентов с СГХС сами по себе более предрасположены к окислительному стрессу и воспалению, что вместе с повышенным внешним уровнем холестерина может ускорять эндотелиальную дисфункцию, способствуя более быстрому прогрессированию атеросклероза и других сердечно-сосудистых патологий, связанных с СГХС (Zakharova et al., 2024).

### Генетическая коррекция СГХС

В ряде работ на моделях пациент-специфичных ИПСК и их дифференцированных гепато-производных с помощью CRISPR/Cas9 произведена коррекция патогенных аллельных вариантов, связанных с СГХС (Omer et al., 2017; Caron et al., 2019; Okada et al., 2019). В линиях клеток с исправленным генотипом восстанавливается функционирование белка LDLR. Полученные изогенные линии представляют собой идеальную модель для исследования молекулярных механизмов заболевания и тестирования потенциальных лекарственных препаратов, поскольку «больные» и скорректированные контрольные линии имеют одинаковый генетический фон. Тем не менее использование классической системы CRISPR/Cas9 с двуцепочечными разрывами имеет ограничения в связи с возможным проявлением нецелевых эффектов.

Одним из новых многообещающих подходов в моделировании и лечении наследственных заболеваний является CRISPR/Cas9-опосредованное редактирование оснований (base editing). Этот метод разработан в 2016 г. (Porto et al., 2020). С тех пор претерпел усовершенствования и считается более безопасным, дающим значительно меньше нецелевых эффектов, а, значит, и более перспективным для

клинического применения по сравнению с использованием классической нуклеазы Cas9 (Hu et al., 2018; Porto et al., 2020; Caneparì, Cantore, 2023).

С помощью редактирования оснований на модельных клетках проведена успешная коррекция патогенных вариантов в генах *APOE4* (связан с болезнью Альцгеймера), *TP53* (вызывает некоторые виды рака), *HFE* (наследственный гемохроматоз),  $\beta$ -глобина (для коррекции серповидно-клеточной анемии), ламина А (для исправления патогенного аллельного варианта, вызывающего прогерия Хатчинсона – Гилфорда) (Komor et al., 2016; Gaudelli et al., 2017; Koblan et al., 2021; Newby et al., 2021).

В 2021 г. опубликована работа, в которой с помощью аденинового редактора оснований на модели макак скорректирована гетерозиготная форма СГХС путем внесения замены в последовательность гена *PCSK9* (Rothgangl et al., 2021). Внесенная замена нарушала синтез белка PCSK9, вызывающего деградацию рецепторов липопротеинов низкой плотности. Это привело к увеличению LDLR на поверхности гепатоцитов макак и, как следствие, к значительному и стойкому снижению показателей ЛПНП в плазме крови. Данная работа легла в основу первого клинического исследования по использованию редактирования оснований в терапевтических целях, начатого в 2022 г. компанией Verve Therapeutics с участием трех пациентов, страдающих гетерозиготной формой СГХС (ClinicalTrials.gov ID NCT05398029). Препарат VERVE-101 представляет собой систему из редактора адениновых оснований и гидовой РНК, направляющей модифицированный белок-никазу Cas9n в целевой район последовательности гена *PCSK9*. В ноябре 2023 г. в журнале Science опубликовано сообщение Американской кардиологической ассоциации об успешном применении данного препарата: у трех пациентов уровень ЛПНП снизился на 39–55 % в течение 6 мес. Компания Verve Therapeutics планирует провести более масштабное плацебо-контролируемое клиническое исследование препарата VERVE-101 в 2025 г.

### Заключение

Семейная гиперхолестеринемия в настоящее время представляет серьезную проблему для мирового общественного здравоохранения. Это моногенное заболевание, приводящее к атеросклеротическому поражению артерий, высокому и зачастую раннему риску сердечно-сосудистых патологий, обуславливающее до 10 % всех случаев повышенного содержания холестерина в плазме крови человека. Несмотря на понимание важности исследований СГХС для профилактики и лечения атеросклероза, помощь пациентам далека от оптимальной. В основе большинства случаев заболевания – патогенные варианты в гене рецептора липопротеинов низкой плотности *LDLR*.

Половину из них составляют патогенные аллельные варианты, вызванные неправильным фолдингом белка LDLR и приводящие к нарушению или полному отсутствию транспорта белка LDLR из ЭПР в аппарат Гольджи и на поверхность клеток, или мутации класса II (Hobbs et al., 1990; Gent, Braakman, 2004; Omer et al., 2020). Большинство из них относится к классу II на основании биоинформатических предсказаний. Функциональное подтверждение принадлежно-

сти к мутациям транспорта на данный момент описано для немногим более трех десятков аллельных вариантов (Oomen et al., 2020).

Несмотря на то что мутации класса II – самая многочисленная группа, насчитывающая около 500 патогенных аллельных вариантов гена *LDLR*, в настоящее время в мире представлены всего две релевантные клеточные модели на основе ИПСК пациентов с мутациями класса II. Одна из них создана нашей группой (Omer et al., 2017, 2020; Zakharova et al., 2022b).

Животные модели не отражают в полной мере особенностей патогенеза СГХС. В большинстве случаев выбор мишеней и тестирование потенциальных терапевтических препаратов для лечения пациентов с мутациями *LDLR* класса II происходит на моделях сверхэкспрессии нарушенного *LDLR* в нерелевантных перевиваемых клеточных культурах (HepG2, HEK293, HeLa, CHO) (Pathak et al., 1988; Jørgensen et al., 2000; Li et al., 2004; Sørensen et al., 2006; Kizhakkedath et al., 2019; Varghese et al., 2023). Оказалось, что молекулярные механизмы патологии и ответа на тестируемые препараты отличаются в модели дифференцированных производных ИПСК от пациента с патогенными аллельными вариантами *LDLR* класса II и в моделях сверхэкспрессии нарушенного *LDLR* в перевиваемых клеточных культурах (Omer et al., 2020). Кроме того, некоторые потенциальные терапевтические препараты действуют мутационно-специфично (Oomen et al., 2020). Это может быть причиной неэффективности таргетных препаратов и требует дополнительного создания моделей на основе ИПСК пациентов и исследования молекулярного механизма патологии.

## Список литературы / References

- Ежов М.В., Бажан С.С., Ершова А.И., Мешков А.Н., Соколов А.А., Кухарчук В.В., Гуревич В.С., Воевода М.И., Сергиенко И.В., Шахтштейн Е.В., Покровский С.Н., Коновалов Г.А., Леонтьева И.В., Константинов В.О., Щербаклова М.Ю., Захарова И.Н., Балахонова Т.В., Филиппов А.Е., Ахмеджанов Н.М., Александрова О.Ю., Липовецкий Б.М. Клинические рекомендации по семейной гиперхолестеринемии. *Атеросклероз*. 2019;15(1):58-98
- [Ezhov M.V., Bazhan S.S., Ershova A.I., Meshkov A.N., Sokolov A.A., Kukharchuk V.V., Gurevich V.S., Voevoda M.I., Sergienko I.V., Shakhshneider E.V., Pokrovsky S.N., Kononov G.A., Leontyeva I.V., Konstantinov V.O., Shcherbakova M.Yu., Zakharova I.N., Balakhonova T.V., Filippov A.E., Akhmedzhanov N.M., Aleksandrova O.Yu., Lipovetsky B.M. Clinical guidelines for familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*. 2019;15(1):58-98 (in Russian)]
- Ежов М.В., Кухарчук В.В., Сергиенко И.В., Алиева А.С., Анциферов М.Б., Аншелес А.А., Арабидзе Г.Г., Аронов Д.М., Арутюнов Г.П., Ахмеджанов Н.М. ..., Смоленская О.Г., Соколов А.А., Сумароков А.Б., Филиппов А.Е., Халимов Ю.Ш., Чазова И.Е., Шапошник И.И., Шестакова М.В., Якушин С.С., Шляхто Е.В. Нарушения липидного обмена. Клинические рекомендации 2023. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(5):5471.
- [Ezhov M.V., Kukharchuk V.V., Sergienko I.V., Alieva A.S., Antsiferov M.B., Ansheles A.A., Arabidze G.G., Aronov D.M., Arutyunov G.P., Akhmedzhanov N.M. ..., Smolenskaya O.G., Sokolov A.A., Sumarokov A.B., Filippov A.E., Halimov Y.S., Chazova I.E., Shaposhnik I.I., Shestakova M.V., Yakushin S.S., Shlyakhto E.V. Disorders of lipid metabolism. Clinical Guidelines 2023. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(5):5471. DOI 10.15829/1560-4071-2023-5471 (in Russian)]
- Akiyamen L.E., Genest J., Shan S.D., Reel R.L., Albaum J.M., Chu A., Tu J.V. Estimating the prevalence of heterozygous familial hypercholesterolemia: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2017;7(9):e016461-e016461. DOI 10.1136/bmjopen-2017-016461
- Almanza A., Carlesso A., Chintia C., Creedan S., Doultinos D., Leuzzi B., Luis A., McCarthy N., Montibeller L., More S., Papaioannou A., Püschel F., Sassano M.L., Skoko J., Agostinis P., de Bellerocane J., Eriksson L.A., Fulda S., Gorman A.M., Healy S., Kozlov A., Muñoz-Pinedo C., Rehm M., Chevet E., Samali A. Endoplasmic reticulum stress signalling – from basic mechanisms to clinical applications. *FEBS J*. 2019;286(2):241-278. DOI 10.1111/FEBS.14608
- Alphonse P.A.S., Jones P.J.H. Revisiting human cholesterol synthesis and absorption: The reciprocity paradigm and its key regulators. *Lipids*. 2016;51(5):519-536. DOI: 10.1007/s11745-015-4096-7
- Baigent C., Keech A., Kearney P.M., Blackwell L., Buck G., Pollicino C., Kirby A., Sourjina T., Peto R., Collins R., Simes R.; Cholesterol Treatment Trialists' (CTT) Collaborators. Efficacy and safety of cholesterol-lowering treatment: prospective meta-analysis of data from 90,056 participants in 14 randomised trials of statins. *Lancet*. 2005;366(9493):1267-1278. DOI 10.1016/S0140-6736(05)67394-1
- Baigent C., Blackwell L., Emberson J., Holland L.E., Reith C., Bhalra N., Peto R., Barnes E.H., Keech A., Simes J. ..., Olsson G., Pears J., De Micco D., Buck G., Herrington W.G., Kearney P.M., Kirby A., Lewis D.A., Pollicino C., Sourjina T. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170 000 participants in 26 randomised trials. *Lancet*. 2010;376(9753):1670-1681. DOI 10.1016/S0140-6736(10)61350-5
- Balzan S., Lubrano V. LOX-1 receptor: A potential link in atherosclerosis and cancer. *Life Sci*. 2018;198:79-86. DOI 10.1016/j.lfs.2018.02.024
- Benito-Vicente A., Uribe K.B., Jebari S., Galicia-Garcia U., Ostolaza H., Martin C. Familial hypercholesterolemia: The most frequent cholesterol metabolism disorder caused disease. *Int. J. Mol. Sci*. 2018a;19(11):3426. DOI 10.3390/ijms19113426
- Benito-Vicente A., Uribe K.B., Jebari S., Galicia-Garcia U., Ostolaza H., Martin C. Validation of LDLr activity as a tool to improve genetic diagnosis of familial hypercholesterolemia: A retrospective on functional characterization of LDLr variants. *Int. J. Mol. Sci*. 2018b; 19(6):1676. DOI 10.3390/IJMS19061676
- Borén J., Chapman M.J., Krauss R.M., Packard C.J., Bentzon J.F., Binder C.J., Daemen M.J., Demer L.L., Hegele R.A., Nicholls S.J., Nordestgaard B.G., Watts G.F., Bruckert E., Fazio S., Ference B.A., Graham I., Horton J.D., Landmesser U., Laufs U., Masana L., Pasterkamp G., Raal F.J., Ray K.K., Schunkert H., Taskinen M.R., van de Sluis B., Wiklund O., Tokgozoglul L., Catapano A.L., Ginsberg H.N. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease: Pathophysiological, genetic, and therapeutic insights: A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur. Heart J*. 2020;41(24):2313-2330. DOI 10.1093/eurheartj/ehz962
- Brenner C., Galluzzi L., Kepp O., Kroemer G. Decoding cell death signals in liver inflammation. *J. Hepatol*. 2013;59(3):583-594. DOI 10.1016/J.JHEP.2013.03.033
- Bril F., Sninsky J.J., Baca A.M., Superko H.R., Sanchez P.P., Biernacki D., Maximos M., Lomonaco R., Orsak B., Suman A., Weber M.H., McPhaul M.J., Cusi K. Hepatic steatosis and insulin resistance, but not steatohepatitis, promote atherogenic dyslipidemia in NAFLD. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2016;101(2):644-652. DOI 10.1210/JC.2015-3111
- Brown M.S., Goldstein J.L. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. *Science*. 1986;232(4746):34-47. DOI 10.1126/science.3513311
- Bu G., Schwartz A.L. RAP a novel type of ER chaperone. *Trends Cell Biol*. 1998;8(7):272-276. DOI 10.1016/S0962-8924(98)01283-5
- Canepari C., Cantore A. Gene transfer and genome editing for familial hypercholesterolemia. *Front. Mol. Med*. 2023;3:1140997. DOI 10.3389/FMMED.2023.1140997
- Caron J., Pène V., Tolosa L., Villaret M., Luce E., Fourrier A., Heslan J.M., Saheb S., Bruckert E., Gómez-Lechón M.J., Nguyen T.H., Rosenberg A.R., Weber A., Dubart-Kupperschmitt A. Low-density lipoprotein receptor-deficient hepatocytes differentiated from induced pluripotent stem cells allow familial hypercholesterolemia modeling, CRISPR/Cas-mediated genetic correction, and productive hepatitis C virus infection. *Stem Cell Res. Ther*. 2019;10(1):221. DOI 10.1186/s13287-019-1342-6
- Cayo M.A., Cai J., Delaforest A., Noto F.K., Nagaoka M., Clark B.S., Colclery R.F., Si-Tayeb K., Duncan S.A. JD induced pluripotent stem cell-derived hepatocytes faithfully recapitulate the pathophysiology of familial hypercholesterolemia. *Hepatology*. 2012;56(6):2163-2171. DOI 10.1002/hep.25871

- Chemello K.V., García-Nafra J., Gallo A., Martín C., Lambert G., Blom D. Lipoprotein metabolism in familial hypercholesterolemia. *J. Lipid Res.* 2021;62:100062. DOI 10.1016/j.jlcr.2021.100062
- Culi J., Mann R.S. Boca, an endoplasmic reticulum protein required for wingless signaling and trafficking of LDL receptor family members in *Drosophila*. *Cell.* 2003;112(3):343-354. DOI 10.1016/S0092-8674(02)01279-5
- De Caterina R., Massaro M., Libby P. Chapter 1. Endothelial Functions and Dysfunctions. In: De Caterina R., Libby P. (Eds.). *Endothelial Dysfunctions in Vascular Disease*. Blackwell Publishing, 2007.
- Ellgaard L., Helenius A. Quality control in the endoplasmic reticulum. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2003;4(3):181-191. DOI 10.1038/nrm1052
- Emini Veseli B., Perrotta P., De Meyer G.R.A., Roth L., Van der Donck C., Martinet W., De Meyer G.R.Y. Animal models of atherosclerosis. *Eur. J. Pharmacol.* 2017;816:3-13. DOI 10.1016/j.ejphar.2017.05.010
- Ershova A.I., Meshkov A.N., Bazhan S.S., Storozhok M.A., Efanov A.Y., Medvedeva I.V., Indukaeva E.V., Danilchenko Y.V., Kuzmina O.K., Barbarash O.L., Deev A.D., Shalnova S.A., Boytsov S.A. The prevalence of familial hypercholesterolemia in the West Siberian region of the Russian federation: A substudy of the ESSE-RF. *PLoS One.* 2017;12(7):e0181148. DOI 10.1371/journal.pone.0181148
- Esser V., Russell D.W. Transport-deficient mutations in the low density lipoprotein receptor. Alterations in the cysteine-rich and cysteine-poor regions of the protein block intracellular transport. *J. Biol. Chem.* 1988;263(26):13276-13281. DOI 10.1016/s0021-9258(18)37701-9
- Ference B.A., Ginsberg H.N., Graham I., Ray K.K., Packard C.J., Bruckert E., Hegele R.A., Krauss R.M., Raal F.J., Schunkert H., Watt G.F., Borén J., Fazio S., Horton J.D., Masana L., Nicholls S.J., Nordestgaard B.G., Van De Sluis B., Taskiran M.R., Tokgözoğlu L., Landmesser U., Laufs U., Wiklund O., Stock J.K., Chapman M.J., Catapano A.L. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease. 1. Evidence from genetic, epidemiologic, and clinical studies. A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur. Heart J.* 2017;38(32):2459-2472. DOI 10.1093/eurheartj/ehx144
- Galicia-García U., Benito-Vicente A., Uribe K.B., Jebari S., Larrea-Sebal A., Alonso-Estrada R., Aguilo-Arce J., Ostolaza H., Palacios L., Martin C. Mutation type classification and pathogenicity assignment of sixteen missense variants located in the EGF-precursor homology domain of the LDLR. *Sci. Rep.* 2020;10(1):1727. DOI 10.1038/s41598-020-58734-9
- Gardner B.M., Pincus D., Gotthardt K., Gallagher C.M., Walter P. Endoplasmic reticulum stress sensing in the unfolded protein response. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 2013;5(3):a013169. DOI 10.1101/cshperspect.a013169
- Gaudelli N.M., Komor A.C., Rees H.A., Packer M.S., Badran A.H., Bryson D.I., Liu D.R. Programmable base editing of A·T to G·C in genomic DNA without DNA cleavage. *Nature.* 2017;551(7681):464-471. DOI 10.1038/nature24644
- Ge W., Song Y., Chu M., Liu Y., Yang B., Wang K., Yu B., Song C., Wang Y., Yang J. Generation of a human iPSC line CIBi009-A from a patient with familial hypercholesterolemia carrying variants of *LDLR* c.T1241G and *APOB* c.G1618T. *Stem Cell Res.* 2021;53:102347. DOI 10.1016/j.scr.2021.102347
- Gent J., Braakman I. Low-density lipoprotein receptor structure and folding. *Cell. Mol. Life Sci.* 2004;61(19-20):2461-2470. DOI 10.1007/s00018-004-4090-3
- Goldstein J.L., Brown M.S. The LDL receptor. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2009;29(4):431-438. DOI 10.1161/ATVBAHA.108.179564
- Gradinaru D., Borsa C., Ionescu C., Prada G.I. Oxidized LDL and NO synthesis-Biomarkers of endothelial dysfunction and ageing. *Mech. Ageing Dev.* 2015;151:101-113. DOI 10.1016/j.mad.2015.03.003
- Grundy S.M., Stone N.J., Bailey A.L., Beam C., Birtcher K.K., Blumenthal R.S., Braun L.T., De Ferranti S., Faiella-Tommasino J., Forman D.E., Goldberg R., Heidenreich P.A., Hlatky M.A., Jones D.W., Lloyd-Jones D., Lopez-Pajares N., Ndumele C.E., Orringer C.E., Peralta C.A., Saseen J.J., Smith S.C., Sperling L., Virani S.S., Yeboah J. 2018 AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/ASPC/NLA/PCNA guideline on the management of blood cholesterol: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines. *Circulation.* 2019;139(25):e1082-e1143. DOI 10.1161/CIR.0000000000000625
- He K., Wang J., Shi H., Yu Q., Zhang X., Guo M., Sun H., Lin X., Wu Y., Wang L., Wang Y., Xian X., Liu G. An interspecies study of lipid profiles and atherosclerosis in familial hypercholesterolemia animal models with low-density lipoprotein receptor deficiency. *Am. J. Transl. Res.* 2019;11(5):3116-3127
- Hendricks-Sturrrup R.M., Clark-Locascio J., Lu C.Y. A global review on the utility of genetic testing for familial hypercholesterolemia. *J. Pers. Med.* 2020;10(2):23. DOI 10.3390/jpm10020023
- Hetz C., Martinon F., Rodriguez D., Glimcher L.H. The unfolded protein response: Integrating stress signals through the stress sensor IRE1 $\alpha$ . *Physiol. Rev.* 2011;91(4):1219-1243. DOI 10.1152/physrev.00001.2011
- Ho C.M., Ho S.L., Jeng Y.M., Lai Y.S., Chen Y.H., Lu S.C., Chen H.L., Chang P.Y., Hu R.H., Lee P.H. Accumulation of free cholesterol and oxidized low-density lipoprotein is associated with portal inflammation and fibrosis in nonalcoholic fatty liver disease. *J. Inflamm.* 2019;16:7. DOI 10.1186/S12950-019-0211-5
- Hobbs H.H., Russell D.W., Brown M.S., Goldstein J.L. The LDL receptor locus in familial hypercholesterolemia: Mutational analysis of a membrane protein. *Annu. Rev. Genet.* 1990;24:133-170. DOI 10.1146/annurev.ge.24.120190.001025
- Hobbs H.H., Brown M.S., Goldstein J.L. Molecular genetics of the LDL receptor gene in familial hypercholesterolemia. *Hum. Mutat.* 1992;1(6):445-466. DOI 10.1002/humu.1380010602
- Holvoet P., Lee D.H., Steffes M., Gross M., Jacobs D.R. Association between circulating oxidized low-density lipoprotein and incidence of the metabolic syndrome. *JAMA.* 2008;299(19):2287. DOI 10.1001/JAMA.299.19.2287
- Hopkins P.N., Toth P.P., Ballantyne C.M., Rader D.J. Familial hypercholesterolemias: Prevalence, genetics, diagnosis and screening recommendations from the National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. *J. Clin. Lipidol.* 2011;5(3 Suppl.):S9. DOI 10.1016/j.jacl.2011.03.452
- Hu J.H., Miller S.M., Geurts M.H., Tang W., Chen L., Sun N., Zeina C.M., Gao X., Rees H.A., Lin Z., Liu D.R. Evolved Cas9 variants with broad PAM compatibility and high DNA specificity. *Nature.* 2018;556(7699):57-63. DOI 10.1038/nature26155
- Hu T., Zhu P., Liu Y., Zhu H., Geng J., Wang B., Yuan G., Peng Y., Xu B. PM2.5 induces endothelial dysfunction via activating NLRP3 inflammasome. *Environ. Toxicol.* 2021;36(9):1886-1893. DOI 10.1002/TOX.23309
- Jain T., Nikolopoulou E.A., Xu Q., Qu A. Hypoxia inducible factor as a therapeutic target for atherosclerosis. *Pharmacol. Ther.* 2018;183:22-33. DOI 10.1016/j.pharmthera.2017.09.003
- Jørgensen M.M., Jensen O.N., Holst H.U., Hansen J.J., Corydon T.J., Bross P., Bolund L., Gregersen N. Grp78 is involved in retention of mutant low density lipoprotein receptor protein in the endoplasmic reticulum. *J. Biol. Chem.* 2000;275(43):33861-33868. DOI 10.1074/jbc.M004663200
- Kallapur A., Sallam T. Pharmacotherapy in familial hypercholesterolemia—Current state and emerging paradigms. *Trends Cardiovasc. Med.* 2023;33(3):170-179. DOI 10.1016/J.TCM.2021.12.011
- Karagöz G.E., Acosta-Alvear D., Walter P. The unfolded protein response: detecting and responding to fluctuations in the protein-folding capacity of the endoplasmic reticulum. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 2019;11(9):a033886. DOI 10.1101/cshperspect.a033886
- Kassim S.H., Li H., Vandenberghe L.H., Hinderer C., Bell P., Marchadier D., Wilson A., Cromley D., Redon V., Yu H., Wilson J.M., Rader D.J. Gene therapy in a humanized mouse model of familial hypercholesterolemia leads to marked regression of atherosclerosis. *PLoS One.* 2010;5(10):e13424. DOI 10.1371/journal.pone.0013424
- Kizhakkedath P., John A., Al-Sawafi B.K., Al-Gazali L., Ali B.R. Endoplasmic reticulum quality control of LDLR variants associated with familial hypercholesterolemia. *FEBS Open Bio.* 2019;9(11):1994-2005. DOI 10.1002/2211-5463.12740
- Koblan L.W., Erdos M.R., Wilson C., Cabral W.A., Levy J.M., Xiong Z.M., Tavez U.L., Davison L.M., Gete Y.G., Mao X., Newby G.A., Doherty S.P., Narisu N., Sheng Q., Krilow C., Lin C.Y., Gordon L.B., Cao K., Collins F.S., Brown J.D., Liu D.R. In vivo base editing rescues Hutchinsonin-Gilford progeria syndrome in mice. *Nature.* 2021;589(7843):608-614. DOI 10.1038/s41586-020-03086-7
- Komor A.C., Kim Y.B., Packer M.S., Zuris J.A., Liu D.R. Programmable editing of a target base in genomic DNA without double-stranded DNA cleavage. *Nature.* 2016;533(7603):420-424. DOI 10.1038/nature17946
- Li Y., Lu W., Schwartz A.L., Bu G. Receptor-associated protein facilitates proper folding and maturation of the low-density lipoprotein recep-

- tor and its class 2 mutants. *Biochemistry*. 2002;41(15):4921-4928. DOI 10.1021/bi011894i
- Li Y., Lu W., Schwartz A.L., Bu G. Degradation of the LDL receptor class 2 mutants is mediated by a proteasome-dependent pathway. *J. Lipid Res.* 2004;45(6):1084-1091. DOI 10.1194/JLR.M300482-JLR200
- Li Y., Lu G., Sun D., Zuo H., Wang D.W., Yan J. Inhibition of endoplasmic reticulum stress signaling pathway: A new mechanism of statins to suppress the development of abdominal aortic aneurysm. *PLoS One*. 2017;12(4):e0174821. DOI 10.1371/journal.pone.0174821
- Ma W., Goldberg E., Goldberg J. ER retention is imposed by COPII protein sorting and attenuated by 4-phenylbutyrate. *Elife*. 2017;6:e26624. DOI 10.7554/eLife.26624
- Ma Y., Brewer J.W., Diehl J.A., Hendershot L.M. Two distinct stress signaling pathways converge upon the CHOP promoter during the mammalian unfolded protein response. *J. Mol. Biol.* 2002;318(5):1351-1365. DOI 10.1016/S0022-2836(02)00234-6
- Mollazadeh H., Carbone F., Montecucco F., Pirro M., Sahebkar A. Oxidative burden in familial hypercholesterolemia. *J. Cell. Physiol.* 2018;233(8):5716-5725. DOI 10.1002/jcp.26466
- Mörck C., Olsen L., Kurth C., Persson A., Storm N.J., Svensson E., Jansson J.O., Hellqvist M., Enejder A., Faergeman N.J., Pilon M. Statins inhibit protein lipidation and induce the unfolded protein response in the non-sterol producing nematode *Caenorhabditis elegans*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2009;106(43):18285-18290. DOI 10.1073/PNAS.0907117106
- Mundi S., Massaro M., Scoditti E., Carluccio M.A., van Hinsbergh V.W.M., Iruela-Arispe M.L., De Caterina R. Endothelial permeability, LDL deposition, and cardiovascular risk factors-A review. *Cardiovasc. Res.* 2018;114(1):35-52. DOI 10.1093/cvr/cvx226
- Nass K.J., van den Berg E.H., Faber K.N., Schreuder T.C.M.A., Blokzijl H., Dullaart R.P.F. High prevalence of apolipoprotein B dyslipoproteinemias in non-alcoholic fatty liver disease: The lifelines cohort study. *Metabolism*. 2017;72:37-46. DOI 10.1016/j.metabol.2017.04.004
- Newby G.A., Yen J.S., Woodard K.J., Mayuranathan T., Lazzarotto C.R., Li Y., Sheppard-Tillman H., Porter S.N., Yao Y., Mayberry K., Everette K.A., Jang Y., Podracky C.J., Thaman E., Lechavue C., Sharma A., Henderson J.M., Richter M.F., Zhao K.T., Miller S.M., Wang T., Koblan L.W., McCaffrey A.P., Tisdale J.F., Kalfa T.A., Pruett-Miller S.M., Tsai S.Q., Weiss M.J., Liu D.R. Base editing of haematopoietic stem cells rescues sickle cell disease in mice. *Nature*. 2021;595(7866):295-302. DOI 10.1038/S41586-021-03609-W
- Okada H., Nakanishi C., Yoshida S., Shimojima M., Yokawa J., Mori M., Tada H., Yoshimuta T., Hayashi K., Yamano T., Hanayama R., Yamagishi M., Kawashiri M.A. Function and immunogenicity of gene-corrected iPSC-derived hepatocyte-like cells in restoring low density lipoprotein uptake in homozygous familial hypercholesterolemia. *Sci. Rep.* 2019;9(1):4695. DOI 10.1038/s41598-019-41056-w
- Omer L., Hudson E.A., Zheng S., Hoying J.B., Shan Y., Boyd N.L. CRISPR correction of a homozygous low-density lipoprotein receptor mutation in familial hypercholesterolemia induced pluripotent stem cells. *Hepatology*. 2017;1(9):886-898. DOI 10.1002/hep4.1110
- Omer L., Hindi L., Militello G., Stivers K.B., Tien K.C., Boyd N.L. Familial hypercholesterolemia class II low-density lipoprotein receptor response to statin treatment. *DMM Dis. Model. Mech.* 2020;13(4):dmm042911. DOI 10.1242/dmm.042911
- Oommen D., Kizhakkedath P., Jawabri A.A., Varghese D.S., Ali B.R. Proteostasis regulation in the endoplasmic reticulum: an emerging theme in the molecular pathology and therapeutic management of familial hypercholesterolemia. *Front. Genet.* 2020;11:570355. DOI 10.3389/fgene.2020.570355
- Pang J., Chan D.C., Watts G.F. The knowns and unknowns of contemporary statin therapy for familial hypercholesterolemia. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2020;22(11):64. DOI 10.1007/S11883-020-00884-2
- Pasarín M., La Mura V., Gracia-Sancho J., García-Calderó H., Rodríguez-Vilarrupla A., García-Pagán J.C., Bosch J., Abrahams J.G. Sinusoidal endothelial dysfunction precedes inflammation and fibrosis in a Model of NAFLD. *PLoS One*. 2012;7(4):e32785. DOI 10.1371/journal.pone.0032785
- Pathak R.K., Merkle R.K., Cummings R.D., Goldstein J.L., Brown M.S., Anderson R.G.W. Immunocytochemical localization of mutant low density lipoprotein receptors that fail to reach the Golgi complex. *J. Cell Biol.* 1988;106(6):1831-1841. DOI 10.1083/JCB.106.6.1831
- Pirillo A., Norata G.D., Catapano A.L. LOX-1, OxLDL, and atherosclerosis. *Mediators Inflamm.* 2013;2013:152786. DOI 10.1155/2013/152786
- Podevin P., Carpentier A., Pné V., Aoudjehane L., Carrière M., Zadi S., Hernandez C., Calle V., Mritet J., Scatton O., Dreux M., Cosset F., Wakita T., Bartenschlager R., Demignot S., Conti F., Rosenberg A.R., Calmus Y. Production of infectious hepatitis C virus in primary cultures of human adult hepatocytes. *Gastroenterology*. 2010;139(4):1355-1364.e6. DOI 10.1053/j.gastro.2010.06.058
- Porto E.M., Komor A.C., Slaymaker I.M., Yeo G.W. Base editing: advances and therapeutic opportunities. *Nat. Rev. Drug Discov.* 2020;19(12):839-859. DOI 10.1038/s41573-020-0084-6
- Poznyak A.V., Silaeva Y.Y., Orekhov A.N., Deykin A.V. Animal models of human atherosclerosis: Current progress. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 2020;53(6):e9557. DOI 10.1590/1414-431x20209557
- Poznyak A.V., Nikiforov N.G., Markin A.M., Kashirskikh D.A., Myasodova V.A., Gerasimova E.V., Orekhov A.N. Overview of OxLDL and its impact on cardiovascular health: focus on atherosclerosis. *Front. Pharmacol.* 2021;11:613780. DOI 10.3389/fphar.2020.613780
- Qi Z., Cui Y., Shi L., Wang J., Zhao Q., Luan J., Han J. Generation of a non-integrated induced pluripotent stem cell line (SMBi009-A) from urine-derived cells of a Chinese Familial hypercholesterolemia patient. *Stem Cell Res.* 2022;59:102624. DOI 10.1016/j.scr.2021.102624
- Rader D.J., Cohen J., Hobbs H.H. Monogenic hypercholesterolemia: new insights in pathogenesis and treatment. *J. Clin. Invest.* 2003;111(12):1795-1803. DOI 10.1172/jci18925
- Rothgangl T., Dennis M.K., Lin P.J.C., Oka R., Witzigmann D., Villiger L., Qi W., Hruzova M., Kissling L., Lenggenhager D., Borrelli C., Egli S., Frey N., Bakker N., Walker J.A., Kadina A.P., Victorov D.V., Pacesa M., Kreutzer S., Kontarakis Z., Moor A., Jinek M., Weissman D., Stoffel M., van Boxtel R., Holden K., Pardi N., Thöny B., Häberle J., Tam Y.K., Semple S.C., Schwank G. In vivo adenine base editing of PCSK9 in macaques reduces LDL cholesterol levels. *Nat. Biotechnol.* 2021;39(8):949-957. DOI 10.1038/s41587-021-00933-4
- Schober A., Maleki S.S., Nazari-Jahantigh M. Regulatory non-coding RNAs in atherosclerosis. *Handb. Exp. Pharmacol.* 2022;270:463-492. DOI 10.1007/164\_2020\_423
- Schröder M., Kaufman R.J. The mammalian unfolded protein response. *Annu. Rev. Biochem.* 2005;74:739-789. DOI 10.1146/annurev.biochem.73.011303.074134
- Schuster S., Cabrera D., Arrese M., Feldstein A.E. Triggering and resolution of inflammation in NASH. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2018;15(6):349-364. DOI 10.1038/S41575-018-0009-6
- Sharma M., Mitnala S., Vishnubhotla R.K., Mukherjee R., Reddy D.N., Rao P.N. The riddle of nonalcoholic fatty liver disease: progression from nonalcoholic fatty liver to nonalcoholic steatohepatitis. *J. Clin. Exp. Hepatol.* 2015;5(2):147-158. DOI 10.1016/j.jceh.2015.02.002
- Shiomi M. The history of the WHHL rabbit, an animal model of familial hypercholesterolemia (II) – contribution to the development and validation of the therapeutics for hypercholesterolemia and atherosclerosis. *J. Atheroscler. Thromb.* 2020;27(2):119-131. DOI 10.5551/jat.RV17038-2
- Sørensen S., Ranheim T., Bakken K.S., Lerer T.P., Kulseth M.A. Retention of mutant low density lipoprotein receptor in endoplasmic reticulum (ER) leads to ER stress. *J. Biol. Chem.* 2006;281(1):468-476. DOI 10.1074/jbc.M507071200
- Stapleton P.A., Goodwill A.G., James M.E., Brock R.W., Frisbee J.C. Hypercholesterolemia and microvascular dysfunction: Interventional strategies. *J. Inflamm.* 2010;7:54. DOI 10.1186/1476-9255-7-54
- Sun Z., Brodsky J.L. Protein quality control in the secretory pathway. *J. Cell Biol.* 2019;218(10):3171-3187. DOI 10.1083/JCB.201906047
- Szegezdi E., Logue S.E., Gorman A.M., Samali A. Mediators of endoplasmic reticulum stress-induced apoptosis. *EMBO Rep.* 2006;7(9):880-885. DOI 10.1038/sj.embor.7400779
- Talmud P.J., Futema M., Humphries S.E. The genetic architecture of the familial hyperlipidaemia syndromes: Rare mutations and common variants in multiple genes. *Curr. Opin. Lipidol.* 2014;25(4):274-281. DOI 10.1097/MOL.0000000000000090
- Tian K., Ogura S., Little P.J., Xu S.W., Sawamura T. Targeting LOX-1 in atherosclerosis and vasculopathy: current knowledge and future perspectives. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2019;1443(1):34-53. DOI 10.1111/NYAS.13984
- Tian Y., Wong V.W.S., Chan H.L.Y., Cheng A.S.L. Epigenetic regulation of hepatocellular carcinoma in non-alcoholic fatty liver disease. Se-

- min. Cancer Biol.* 2013;23(6 Pt. B):471-482. DOI 10.1016/J.SEMCAN-CER.2013.08.010
- Tolleshaug H., Hobgood K.K., Brown M.S., Goldstein J.L. The LDL receptor locus in familial hypercholesterolemia: Multiple mutations disrupt transport and processing of a membrane receptor. *Cell.* 1983;32(3):941-951. DOI 10.1016/0092-8674(83)90079-X
- Trapani L., Segatto M., Pallottini V. Regulation and deregulation of cholesterol homeostasis: The liver as a metabolic "power station." *World J. Hepatol.* 2012;4(6):184-190. DOI 10.4254/wjh.v4.i6.184
- Trautwein C., Friedman S.L., Schuppan D., Pinzani M. Hepatic fibrosis: Concept to treatment. *J. Hepatol.* 2015;62(1 Suppl.):S15-S24. DOI 10.1016/j.jhep.2015.02.039
- Tveten K., Holla Ø.L., Ranheim T., Berge K.E., Leren T.P., Kulseth M.A. 4-Phenylbutyrate restores the functionality of a misfolded mutant low-density lipoprotein receptor. *FEBS J.* 2007;274(8):1881-1893. DOI 10.1111/J.1742-4658.2007.05735.X
- Urano F., Wang X.Z., Bertolotti A., Zhang Y., Chung P., Harding H.P., Ron D. Coupling of stress in the ER to activation of JNK protein kinases by transmembrane protein kinase IRE1. *Science.* 2000;287(5453):664-666. DOI 10.1126/science.287.5453.664
- van den Berg E.H., Wolters A.A.B., Dullaart R.P.F., Moshage H., Zurakowski D., de Meijer V.E., Blokzijl H. Prescription of statins in suspected non-alcoholic fatty liver disease and high cardiovascular risk, a population-based study. *Liver Int.* 2019;39(7):1343. DOI 10.1111/LIV.14116
- Van Tits L., De Graaf J., Hak-Lemmers H., Bredie S., Demacker P., Holvoet P., Stalenhoef A. Increased levels of low-density lipoprotein oxidation in patients with familial hypercholesterolemia and in end-stage renal disease patients on hemodialysis. *Lab. Invest.* 2003;83(1):13-21. DOI 10.1097/01.LAB.0000048633.76607.E0
- Varghese D.S., Oommen D., John A., Ali B.R. GRP78/BiP alleviates oxLDL-induced hepatotoxicity in familial hypercholesterolemia caused by missense variants of LDLR in a HepG2 cellular model. *Lipids Health Dis.* 2023;22(1):69. DOI 10.1186/s12944-023-01835-x
- Varret M., Rabes J.-P. Missense Mutation in the LDLR Gene: A Wide Spectrum in the Severity of Familial Hypercholesterolemia. In: Cooper D.N., Chen J.-M. (Eds.). *Mutations in Human Genetic Disease*. In-Tech, 2012. DOI 10.5772/36432
- Wang Y., Xie Y., Ma J., Gong R., Yan Z., Wang W., Wang Y., Xu B., Li X. Lovastatin induces apoptosis of HepG-2 cells by activating ROS-dependent mitochondrial and ER stress pathways. *Int. J. Clin. Exp. Pathol.* 2017;10(12):11480-11488
- Watts G.F., Gidding S., Wierzbicki A.S., Toth P.P., Alonso R., Brown W.V., Bruckert E., Defesche J., Lin K.K., Livingston M., Mata P., Parhofer K.G., Raal F.J., Santos R.D., Sijbrands E.J.G., Simpson W.G., Sullivan D.R., Susekov A.V., Tomlinson B., Wiegman A., Yamashita S., Kastelein J.J.P. Integrated guidance on the care of familial hypercholesterolemia from the International FH Foundation. *Int. J. Cardiol.* 2014;171(3):309-325. DOI 10.1016/j.ijcard.2013.11.025
- Xu J.Z., Chai Y.L., Zhang Y.L. Effect of rosuvastatin on high glucose-induced endoplasmic reticulum stress in human umbilical vein endothelial cells. *Genet. Mol. Res.* 2016;15(4):15048935. DOI 10.4238/gmr15048935
- Xu S., Ogura S., Chen J., Little P.J., Moss J., Liu P. LOX-1 in atherosclerosis: biological functions and pharmacological modifiers. *Cell. Mol. Life Sci.* 2013;70(16):2859-2872. DOI 10.1007/S00018-012-1194-Z
- Xu S., Kamato D., Little P.J., Nakagawa S., Pelisek J., Jin Z.G. Targeting epigenetics and non-coding RNAs in atherosclerosis: from mechanisms to therapeutics. *Pharmacol. Ther.* 2019;196:15-43. DOI 10.1016/j.pharmthera.2018.11.003
- Xu S., Weng J. Familial hypercholesterolemia and atherosclerosis: animal models and therapeutic advances. *Trends Endocrinol. Metab.* 2020;31(5):331-333. DOI 10.1016/j.tem.2020.02.007
- Yin X.M. Autophagy in liver diseases: A matter of what to remove and whether to keep. *Liver Res.* 2018;2(3):109-111. DOI 10.1016/j.livres.2018.09.001
- Yokomori H., Yoshimura K., Ohshima S., Nagai T., Fujimaki K., Nomura M., Oda M., Hibi T. The endothelin-1 receptor-mediated pathway is not involved in the endothelin-1-induced defenestration of liver sinusoidal endothelial cells. *Liver Int.* 2006;26(10):1268-1276. DOI 10.1111/J.1478-3231.2006.01365.X
- Yuan G., Wang J., Hegele R.A. Heterozygous familial hypercholesterolemia: An underrecognized cause of early cardiovascular disease. *CMAJ.* 2006;174(8):1124-1129. DOI 10.1503/cmaj.051313
- Zakharova I.S., Shevchenko A.I., Tmoyan N.A., Elisaphenko E.A., Kalinin A.P., Sleptcov A.A., Nazarenko M.S., Ezhov M.V., Kukharchuk V.V., Parfyonova Y.V., Zakian S.M. Induced pluripotent stem cell line ICGi037-A, obtained by reprogramming peripheral blood mononuclear cells from a patient with familial hypercholesterolemia due to heterozygous p.Trp443Arg mutations in LDLR. *Stem Cell Res.* 2022a;60:102703. DOI 10.1016/j.scr.2022.102703
- Zakharova I.S., Shevchenko A.I., Tmoyan N.A., Elisaphenko E.A., Zulkova E.S., Sleptcov A.A., Nazarenko M.S., Ezhov M.V., Kukharchuk V.V., Parfyonova Y.V., Zakian S.M. Induced pluripotent stem cell line ICGi036-A generated by reprogramming peripheral blood mononuclear cells from a patient with familial hypercholesterolemia caused due to compound heterozygous p.Ser177Leu/p.Cys352Arg mutations in LDLR. *Stem Cell Res.* 2022b;59:102653. DOI 10.1016/j.scr.2022.102653
- Zakharova I.S., Shevchenko A.I., Tmoyan N.A., Elisaphenko E.A., Zubkova E.S., Sleptcov A.A., Nazarenko M.S., Ezhov M.V., Kukharchuk V.V., Parfyonova Y.V., Zakian S.M. Induced pluripotent stem cell line ICGi038-A, obtained by reprogramming peripheral blood mononuclear cells from a patient with familial hypercholesterolemia due to compound heterozygous c.1246C > T/c.940 + 3\_940 + 6del mutations in LDLR. *Stem Cell Res.* 2022c;60:102702. DOI 10.1016/j.scr.2022.102702
- Zakharova I.S., Shevchenko A.I., Arssan M.A., Sleptcov A.A., Nazarenko M.S., Zarubin A.A., Zheltysheva N.V., Shevchenko V.A., Tmoyan N.A., Saaya S.B., Ezhov M.V., Kukharchuk V.V., Parfyonova Y.V., Zakian S.M. iPSC-derived endothelial cells reveals LDLR-dysfunction and dysregulated gene expression profiles in familial hypercholesterolemia. *Int. J. Mol. Sci.* 2024;25(2):689. DOI 10.3390/ijms25020689
- Zhang L.C., Wang H.H. The essential functions of endoplasmic reticulum chaperones in hepatic lipid metabolism. *Dig. Liver Dis.* 2016;48(7):709-716. DOI 10.1016/j.dld.2016.03.016
- Zhao H., Li Y., He L., Pu W., Yu W., Li Y., Wu Y.T., Xu C., Wei Y., Ding Q., Song B.L., Huang H., Zhou B. In vivo AAV-CRISPR/Cas9-mediated gene editing ameliorates atherosclerosis in familial hypercholesterolemia. *Circulation.* 2020;141(1):67-79. DOI 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042476
- Zmijewski J.W., Moellering D.R., Le Goffe C., Landar A., Ramachandran A., Darley-Usmar V.M. Oxidized LDL induces mitochondrially associated reactive oxygen/nitrogen species formation in endothelial cells. *Am. J. Physiol. Hear. Circ. Physiol.* 2005;289(2):H852-H861. DOI 10.1152/ajpheart.00015.2005

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 01.12.2023. После доработки 29.12.2023. Принята к публикации 29.12.2023.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-3

Оригинальное исследование

## Номенклатурные стандарты сортов мандарина селекции Субтропического научного центра РАН

Л.В. Багмет <sup>1</sup> ✉, Р.В. Кулян <sup>2</sup>

**Аннотация:** В настоящее время вопросы документирования селекционных достижений приобретают особую актуальность. Важнейшей составляющей правильного документирования сортов служат номенклатурные стандарты. Согласно Международному кодексу номенклатуры культивируемых растений, номенклатурным стандартом считается отдельный субъект, предпочтительно гербарный образец, который наиболее полно отражает типичные таксономические признаки сорта. Сотрудники Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) совместно с российскими селекционерами работают над созданием коллекции номенклатурных стандартов отечественных сортов. В данной публикации обнародованы номенклатурные стандарты сортов мандарина селекции Субтропического научного центра РАН: 'Академический' (WIR-98544), 'Князь Владимир' (WIR-98545), 'Краснодарский 83' (WIR-98546), 'Миллениум 1' (WIR-98547), 'Пионер' 80 (WIR-98549), 'Солнечный' (WIR-98550), 'Сочинский 23' (WIR-98555) и 'Черноморский' (WIR-98559). Номенклатурными стандартами назначены гербарные образцы, отражающие наиболее типичные таксономические и хозяйственно ценные признаки сортов. Растительный материал для гербарных образцов собран в фазе цветения и плодоношения в коллекции организации-оригинатора. На гербарной этикетке указаны гербарный номер образца в Гербарии ВИР, латинское название вида, название сорта, происхождение (название организации, в которой создан сорт), место репродукции (где выращено гербаризируемое растение), даты сбора, фамилии коллекторов. Каждый гербарный образец дополнен фотографиями цветков и ягод. Созданные номенклатурные стандарты могут быть использованы для контроля идентификации сорта и подтверждения подлинности генетической информации селекционного достижения.

**Ключевые слова:** гербарный образец; *Citrus reticulata* Blanco; Гербарий культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (WIR).

**Для цитирования:** Багмет Л.В., Кулян Р.В. Номенклатурные стандарты сортов мандарина селекции Субтропического научного центра РАН. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):15-28. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-3

**Финансирование:** Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Минобрнауки России «Национальная сетевая коллекция генетических ресурсов растений для эффективного научно-технологического развития РФ в сфере генетических технологий» по соглашению № 075-15-2021-1050 от 28.09.2021.

**Благодарности:** Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку этой работы.

Original article

## Mandarin cultivar`s nomenclatural standards of breeding of Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences

L.V. Bagmet <sup>1</sup> ✉, R.V. Kulyan <sup>2</sup>

**Abstract:** Currently, the issues of documenting breeding achievements are becoming particularly relevant. The important component of the correct documentation of cultivars are nomenclatural standards. According to the International Code of Nomenclature for Cultivated Plants, the nomenclatural standard is considered to be a separate entity, preferably a herbarium specimen that most fully reflects the typical taxonomic characteristics of the cultivar. N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), together with Russian breeders, is working to create a collection of nomenclatural standards of Russian cultivars. This article publishes the nomenclatural standards of cultivars mandarin breeding by the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург, Россия

Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», Сочи, Россия

Federal Research Center the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russia

 l.bagmet@vir.nw.ru

 © Багмет Л.В., Кулян Р.В., 2024

(‘Akademicheskij (WIR-98544), ‘Knyaz’ Vladimir’ (WIR-98545), ‘Krasnodarskij 83’ (WIR-98546), ‘Millennium 1’ (WIR-98547), ‘Pioner 80’ (WIR-98549), ‘Solnechnyj’ (WIR-98550), ‘Sochinskij 23’ (WIR-98555), ‘Chernomorskij’ (WIR-98559). Herbarium samples representing the most typical taxonomic and economically valuable characteristics of varieties are assigned as nomenclatural standards. Plant material for herbarium specimens was collected in the flowering and fruiting phase in the collection of the author organization. The herbarium label indicates: the herbarium number of the sample in the VIR Herbarium, the Latin name of the species, the name of the cultivar, the origin (the name of the organization in which the cultivar was created), the place of reproduction (where the herbarized plant was grown), the dates of collection, the names of collectors. Each herbarium sample is supplemented with photos of flowers and berries. The created nomenclatural standards can be used as a cultivar identification control and as a carrier of authenticity of genetic information of a breeding achievement.

**Key words:** herbarium sample; *Citrus reticulata* Blanco; Herbarium of cultivated plants of the world, their wild relatives and weeds (WIR).

**For citation:** Bagmet L.V., Kulyan R.V. Mandarin cultivar’s nomenclatural standards of breeding of Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):15-28. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-3 (in Russian)

**Funding:** The work was financially supported by the project of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation “National network collection of plant genetic resources for effective scientific and technological development of the Russian Federation in the field of genetic technologies”, agreement No. 075-15-2021-1050 dated September 28, 2021.

**Acknowledgements:** The authors are grateful to the reviewers for their review of this paper.

## Введение

Цитрусовые культуры относятся к теплолюбивым растениям и распространены в субтропических и тропических регионах земного шара. Влажная субтропическая зона Черноморского побережья Краснодарского края является единственной в Российской Федерации, подходящей по климатическим условиям для возделывания цитрусовых культур. Первые попытки создания очагов возделывания субтропических, в том числе цитрусовых, культур в России относятся к 1840-м гг. В этот период большую роль в изучении цитрусовых сыграли Сухумский ботанический сад, Кутаисский и Гагринский акклиматизационные питомники. Значительную работу с цитрусовыми культурами проводили сотрудники Сухумской и Сочинской сельскохозяйственных опытных станций (Шлыков, 1961).

Коллекция цитрусовых Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН, до 1967 г. – Сочинская опытная станция субтропических и южных плодовых культур) насчитывает 140 сортообразцов различных видов цитрусовых: *Citrus aurantium* L., *C. cavaleriei* H. Lévl. ex Cavalerie (*C. ichangensis* Sw.), *C. clementina* Tan., *C. leiocarpa* Hort. ex Tan., *C. limon* (L.) Osbeck, *C. maxima* (Burm) Merr., *C. medica* L., *C. paradisi* Macfad., *C. reshni* Tan., *C. reticulata* Blanco, *C. sinensis* (L.) Osbeck, *C. trifoliata* L. (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.), *C. japonica* Thunb. (*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) (Volk, Samarina, 2018). Биоресурсная коллекция мандариновой группы СНЦ РАН включает 48 сортообразцов, среди которых 10 сортов российской, 14 – зарубежной селекции, а также 23 оригинальных межвидовых и межродовых гибрида и клона (Кулян, 2020; Рындин и др., 2021).

Наиболее урожайным, холодоустойчивым и приспособленным к климатическим условиям Черноморского побережья Краснодарского края является мандарин уншиу. Систематическое положение мандарина уншиу до сих пор остается спорным. В соответствии с современной ботанической номенклатурой мандарин уншиу (*Citrus unshiu* (Swingle) Marcow., *Citrus reticulata*, *Citrus aurantium*) рассматривают в составе группы сацума. Селекционная работа с мандаринами начата на Сочинской опытной станции в 1933 г. се-

лекционером-цитрусоводом Ф.М. Зориним. Им проведены скрещивания в 36 комбинациях, в гибридизацию широко привлекался мандарин уншиу как самый устойчивый к экстремальным условиям выращивания. В результате исследований получены и районированы сорта мандарина ‘Сочинский 23’, ‘Пионер 80’, ‘Краснодарский 83’, ‘Черноморский’. Данные сорта превосходят исходный мандарин уншиу по урожайности и морозоустойчивости (Зорин, 1958). Всего селекционерами СНЦ РАН в разное время создано 10 сортов мандарина: помимо вышеуказанных это ‘Сахарный’, ‘Миллениум 1’, ‘Миллениум 2’, ‘Солнечный’, ‘Академический’, ‘Князь Владимир’ (Кулян, 2018). Для создания сортов были использованы отдаленная и внутривидовая гибридизация, нуцеллярная полиэмбриония и клоновая селекция.

В рамках проекта «Национальная сетевая коллекция генетических ресурсов растений для эффективного научно-технологического развития РФ в сфере генетических технологий» созданы номенклатурные стандарты сортов мандарина селекции ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук».

## Материалы и методы

Материалом исследования послужила коллекция цитрусовых культур ФИЦ СНЦ РАН (Сочи). Для создания номенклатурных стандартов загербаризированы 8 сортов мандарина, из них четыре включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ: ‘Академический’, ‘Князь Владимир’, ‘Миллениум 1’ и ‘Солнечный’ (Госреестр..., 2023). Два сорта, Сахарный и Миллениум 2, не вошли в данное исследование, так как в период работ у них отсутствовало плодоношение из-за омолаживающей обрезки. Гербаризацию проводили в фазе цветения и плодоношения в 2021–2022 гг. согласно методике ВИР (Белозор, 1989) под руководством и при непосредственном участии эксперта – куратора коллекции и одного из авторов этих сортов Р.В. Кулян. Для гербария выбирали органы растения, у которых наиболее выражены таксономические признаки сорта. Морфологические и хозяйственные признаки сортов оценивали согласно методике RTG /0201/1<sup>1</sup> на отличимость,

<sup>1</sup> Методики испытаний на ООС. Мандарины и их гибриды.

однородность и стабильность для мандарина и гибридов. Полученную информацию сравнивали с официальными сопроводительными документами к сорту, а в случае их отсутствия – с опубликованными описаниями сортов (Каталог мировой коллекции ВИР, 1991).

Оформление номенклатурных стандартов проведено в соответствии с положениями Международного кодекса номенклатуры культурных растений (ICNCP) (International Code..., 2016) и согласно протоколу, разработанному в ВИР (Гавриленко, Чухина, 2020). Каждый гербарный образец содержит фото плодов и цветов и заверен подписью эксперта, подтверждающей аутентичность представленного растения.

## Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования в Гербарий культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (WIR) переданы номенклатурные стандарты сортов мандарина *Citrus reticulata* (*C. unshiu* (Swingle) Marrow.), выведенных на базе коллекции цитрусовых культур ФИЦ «Субтропический научный центр РАН». Ниже приводим описание сортов и номенклатурных стандартов.

**Сорт 'Академический' – cultivar 'Akademicheskij'** (в Госреестре с 2023 г.)

Дерево средней величины, с густой, раскидистой кроной. Кора шероховатая, бурая. Побеги средней толщины, дугообразные, округлые, молодые ребристые. Колючки расположены на побегах первого порядка. Листья средней величины (6.8–8.5 × 4.5–6.0 см), широколанцетные, зеленые, блестящие, слегка гофрированные, с городчатым краем. Черешок средний, окаймленный.

Цветки обоеполые, 4–6-лепестковые, верхушечные или собраны по 2–5 в соцветия. Тычинок 18–22, сросшиеся по 2–3 у основания. Пестик расположен ниже или на уровне пыльников. Некоторые цветки образуют фертильную пыльцу. Плоды округло-плосковатые с округлой вершиной и основанием, средняя масса 87.5 г. Альbedo белое, рыхлое, со слабым срастанием с мякотью, волокон мало. Кожура тонкая (2–3 мм), гладкая, маслянистая, оранжевая, отделяемость от мякоти хорошая. Долек 11–12, легко разделяются, пленки тонкие. Сердцевина частично выполнена. Семян очень мало или отсутствуют. Мякоть оранжевая, очень сочная, кисло-сладкого вкуса, со средним ароматом. Соотношение мякоти и кожуры 67.8:32.2. Плоды содержат: сахар – 7.2 %, кислоты – 0.8 %, витамин С – 30.2 мг/100 г.

Достоинства сорта: хорошая урожайность, ранний срок созревания. Устойчив к вредителям и болезням. Перспективен для выращивания в промышленных посадках. Ценен для селекции на качество плодов.

### Номенклатурный стандарт

Происхождение: Субтропический научный центр. Авторы: Р.В. Кулян, А.В. Рындин, В.М. Горшков. Получен в 2002 г. путем отбора среди семян мандарина (гибрид № 10, 'Ковано Васае' × гибрид 3252). Репродукция: Субтропический научный центр. Собирали: 8.11.2021 (однолетний

побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98544**) (рис. 1).

Origin: Subtropical Scientific Centre. Authors: R.V. Kulyan, A.V. Ryndin, V.M. Gorshkov. It was obtained in 2002 by choice among mandarin seedlings (hybrid No. 10, 'Kawano Wase' × hybrid 3252). Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 8.11.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98544**).

**Сорт 'Князь Владимир' – cultivar 'Knyaz' Vladimir'** (в Госреестре с 2023 г.)

Деревья среднерослые со средней скоростью роста, крона густая, компактная. Ветви прямые, средней толщины, светло-коричневые, с зелеными прожилками. Кора шероховатая, бурая. Побеги средней толщины, побеги и междоузлия укороченные, округлые иногда ребристые, светло-зеленые. Листья крупные (12.0–12.5 × 5.5 см), овальные, с заостренной вершиной, зеленые, блестящие, слегка гофрированные, с городчатым краем.

Цветки средние, белые по 2 или 5–7 в кисти, обоеполые, лепестков 5, тычинок 18–20, белые частично сросшиеся у основания, пыльники бледно-желтые, пыльца стерильная. Пестик выше уровня пыльников, рыльце округло-плоское. Плоды одномерные, со средней массой 85.8 г, основание округлое, слегка вдавленное, вершина округлая, иногда вытянутая. Альbedo белое, рыхлое, со слабым срастанием с мякотью, волокон мало. Кожура средней толщины (3–4 мм), рыхлая, шероховатая, маслянистая, ярко-оранжевая, отделяемость от мякоти хорошая, сердцевина частично выполнена, долек 9–23 с толстыми, грубоватыми пленками. Мякоть нежная, оранжевая, сок обильный. Кисло-сладкий вкус со средним ароматом. Семена отсутствуют. Соотношение мякоти и кожуры 72.8:27.1. Плоды содержат: сахар – 7.9 %, кислоты – 0.9 %, витамин С – 32.7 мг/100 г.

Достоинства сорта: высокая урожайность, ранний срок созревания. Устойчив к вредителям и болезням. Ценен для селекции на раннеспелость и качество плодов.

### Номенклатурный стандарт

Происхождение: Субтропический научный центр. Авторы: Р.В. Кулян, А.В. Рындин, В.М. Горшков. Выделен в 2003 г. в производственных посадках сорта 'Miyagawa Wase' (клон 33). Репродукция: Субтропический научный центр. Собирали: 8.11.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98545**) (рис. 2).

Origin: Subtropical Scientific Centre. Authors: R.V. Kulyan, A.V. Ryndin, V.M. Gorshkov. It was isolated in 2003 in the production plantings of the cultivar 'Miyagawa Wase' (clone 33). Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 8.11.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98545**).

### Сорт 'Краснодарский 83' – cultivar 'Krasnodarskij 83'

Деревья сильнорослые (≥ 4.0 м) с широкораскидистой, среднеоблиственной кроной. Ветви прямые, крепкие, средней толщины, побеги тонкие, светло-зеленые, колючек мало.

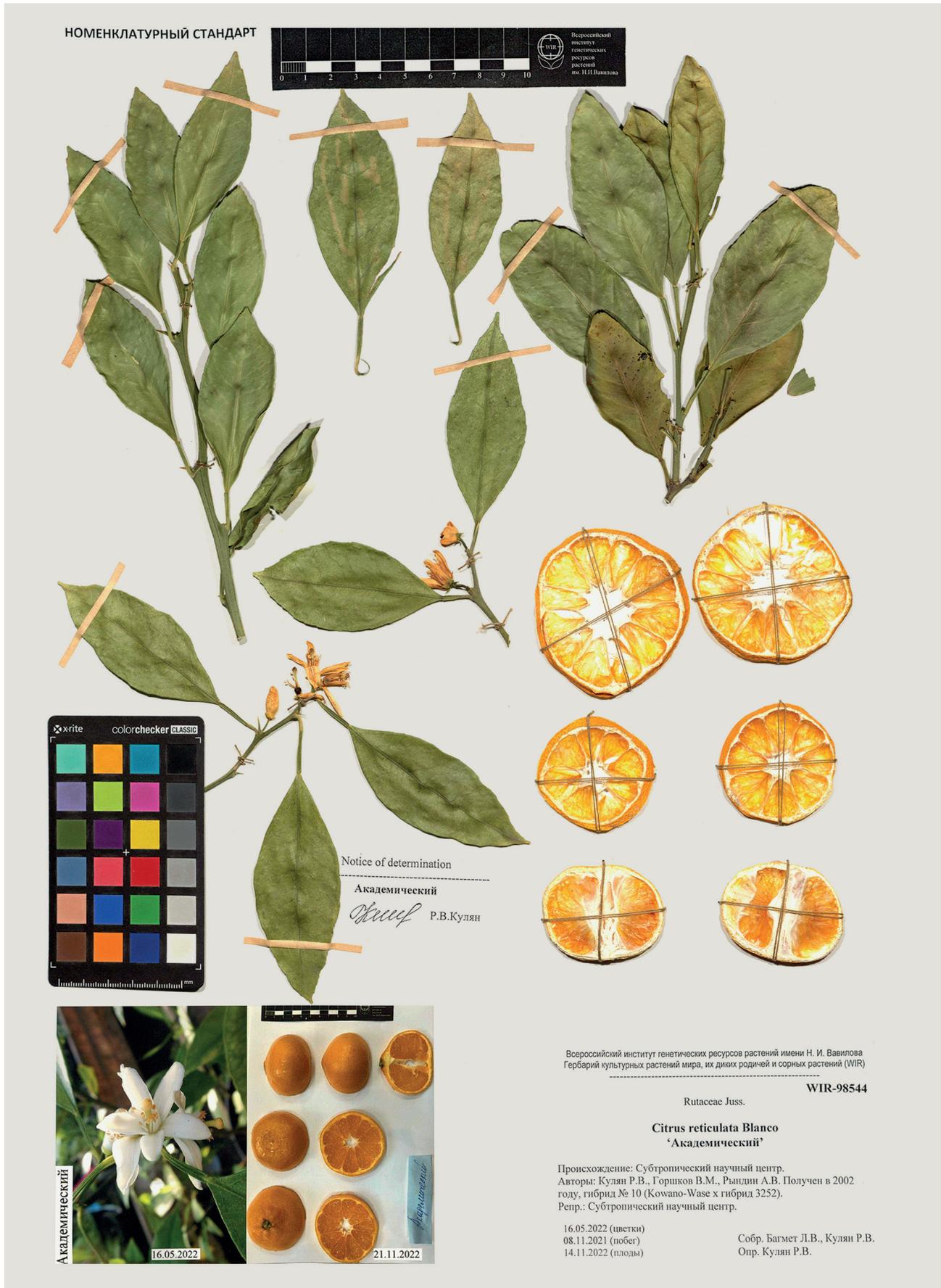


Рис. 1. Номенклатурный стандарт сорта 'Академический'  
Fig. 1. Nomenclatural standard of 'Akademicheskij' cultivar

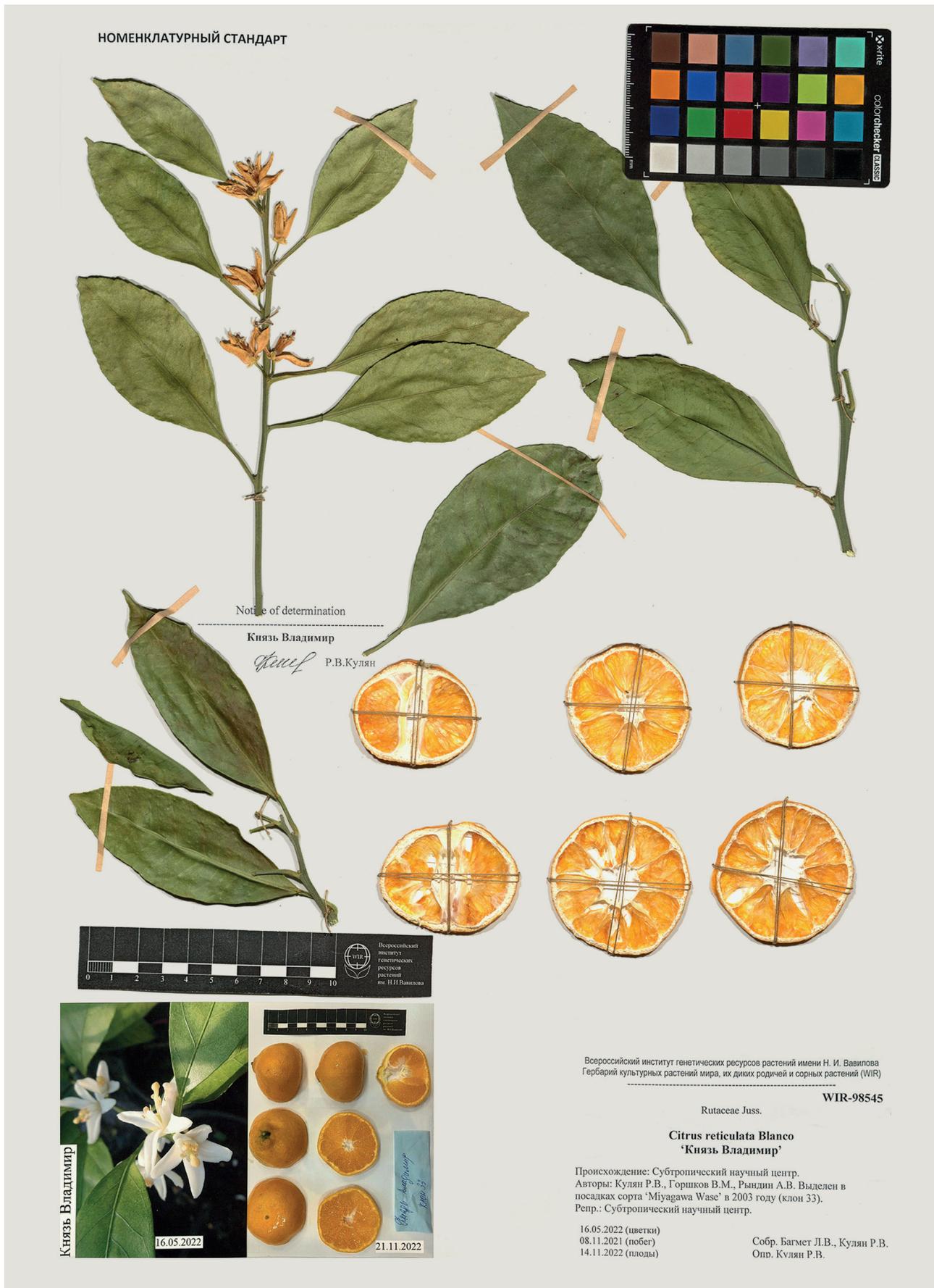


Рис. 2. Номенклатурный стандарт сорта 'Князь Владимир'  
Fig. 2. Nomenclatural standard of 'Knyaz' Vladimir' cultivar

Листья удлинено-овальные, крупные, 13.0–14.0 × 5.0–6.0 см. Черешки окаймленные или узкокрылатые.

Цветки пятилепестковые, мелкие (2.5 см в диаметре), одиночные или собраны в кисти. Лепестки продолговатые. Тычинок 14–16, сросшиеся группами. Пыльца стерильная. Пестик расположен на уровне или выше тычинок. Плоды крупные и средние, размером 4.4 × 5.5 см, масса 71 г, округло-плосковатые или приплюснутые. Вершина плосковатая с углублением в центре; основание округлое, слегка вогнутое. Рубец столбика в виде округлого или неправильной формы серого пятна. Кожура слабощероховатая или гладкая, оранжевая. Толщина 2–3 мм. Отделяемость от мякоти средняя. Мякоть кисло-сладкая, сочная, нежная, оранжевая. Долек 9–10, пленки грубоватые. Сердцевина полая или выполненная. Семена отсутствуют. Соотношение мякоти и кожуры 62.2:37.8. Плоды содержат: сухое вещество – 11.6 %, сахар – 7.6 %, аскорбиновую кислоту – 37.9 %, лимонную кислоту – 1.1 %.

Достоинства сорта: высокая урожайность. Ценен для селекции на лёжкость и качество плодов.

#### **Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Сочинская опытная станция субтропических культур. Автор: Ф.М. Зорин. Выделен из сеянцев мандарина в 50-х гг. XX в. Репродукция: Субтропический научный центр. Собрали: 26.10.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98546**) (рис. 3).

Origin: Sochi Experimental Station of subtropical cultures. Author: F.M. Zorin. It was isolated from mandarin seedlings in the 50s of the XX century. Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 26.10.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98546**).

**Сорт 'Миллениум 1' – cultivar 'Millenium 1'** (в Госреестре с 2008 г.)

Дерево среднерослое, до 2.5 м высоты, с округлой средней густоты кроной. Основные ветви средние, прямые или слегка изогнутые. Однолетние побеги короткие, с многочисленными небольшими колючками. Листья средней величины (10.0 × 4.5 см), блестящие, темно-зеленые, листовая пластинка слабо вогнутая, скрученная, пузырчатая, гофрированная, вершина заостренная. Край листа зубчатый. Черешок длинный, тонкий, слабо окаймленный.

Цветки одиночные или собраны в кисти, обоеполые, пяти-, иногда четырехлепестковые. Лепестки белые, ароматные. Тычинок 18–20, пыльники белые, пыльца стерильная. Пестик расположен выше пыльников. Плоды округлые, крупные (46 × 58 мм), со средней массой 80 г, вершина округлая, сохраняется след от пестика, иногда сохраняется небольшой пупок (92-й признак по методике RTG /2011). Кожура гладкая, тонкая (0.2–0.3 мм), светло- или золотисто-желтая, плохо отделяется от мякоти. Сердцевина частично выполненная. Долек 9–11 с тонкими нежными пленками. Мякоть нежная, оранжевая, сок обильный, кисло-сладкий. Семена отсутствуют. Плоды содержат: сахар – 8.0 %, кислоты – 1.2 %, витамин С – 35.4 мг/100 г, сухое вещество – 10 %.

Достоинства сорта: дегустационная оценка плодов 5. Срок созревания средний. Перспективен для выращивания в промышленных посадках. Ценен для селекции на лёжкость и качество плодов.

#### **Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Субтропический научный центр. Авторы: Р.В. Кулян, А.П. Токарев. Получен в 2006 г. путем отбора из нуцеллярных сеянцев мандарина 'Kawano Wase'. Репродукция: Субтропический научный центр. Собрали: 26.10.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98547**) (рис. 4).

Origin: Subtropical Scientific Centre. Authors: R.V. Kulyan, A.P. Tokarev. It was obtained in 2006 by selection from the nucellar seedlings of the mandarin 'Kawano Wase'. Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 26.10.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98547**).

#### **Сорт 'Пионер 80' – cultivar 'Pioneer 80'**

Дерева сильнорослые (до 4.5 м высоты), крона среднеоблиственная, пирамидальная, раскидистая. Ветви средние, прямые, побеги ребристые, светло-зеленые, с небольшими колючками. Листья крупные (12.0–14.0 × 5.0–6.0 см), темно-зеленые, широколанцетные, вершина заостренная, основание клиновидное, края городчатые. Черешки окаймленные.

Цветки пятилепестковые, одиночные или собраны в небольшие кисти, обоеполые. Лепестки широколанцетной формы. Тычинки слабо сросшиеся, в количестве 19–22. Пыльники светло-желтые, пыльца стерильная. Пестик расположен выше тычинок. Плоды крупные, округло-плоские (58 × 45 мм), массой 70–80 г. Вершина плоская, слегка вдавленная, основание округлое. Кожура слабощероховатая, темно-оранжевая, 3–4 мм толщиной, отделяемость хорошая, сердцевина полая. Долек 9–12 с плотными грубоватыми пленками. Мякоть оранжевого цвета, сочная, кисло-сладкая. Семена отсутствуют. Соотношение мякоти и кожуры 66.8:33.2. Плоды содержат: сахар – 7.1 %, лимонную кислоту – 0.98 %, витамин С – 23.9 мг/100 г, сухое вещество – 9 %.

Достоинства сорта: ценен для селекции на транспортабельность. Лёжкость и качество плодов.

#### **Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Сочинская опытная станция субтропических культур. Авторы: Ю.С. Черненко, Ф.М. Зорин. Выделен из нуцеллярных сеянцев мандарина в 50-х гг. XX в. Репродукция: Субтропический научный центр. Собрали: 26.10.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98549**) (рис. 5).

Origin: Sochi Experimental Station of subtropical cultures. Authors: Yu.S. Chernenko, F.M. Zorin. It was isolated from mandarin nucellar seedlings in the 50s of the XX century. Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 26.10.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98549**).

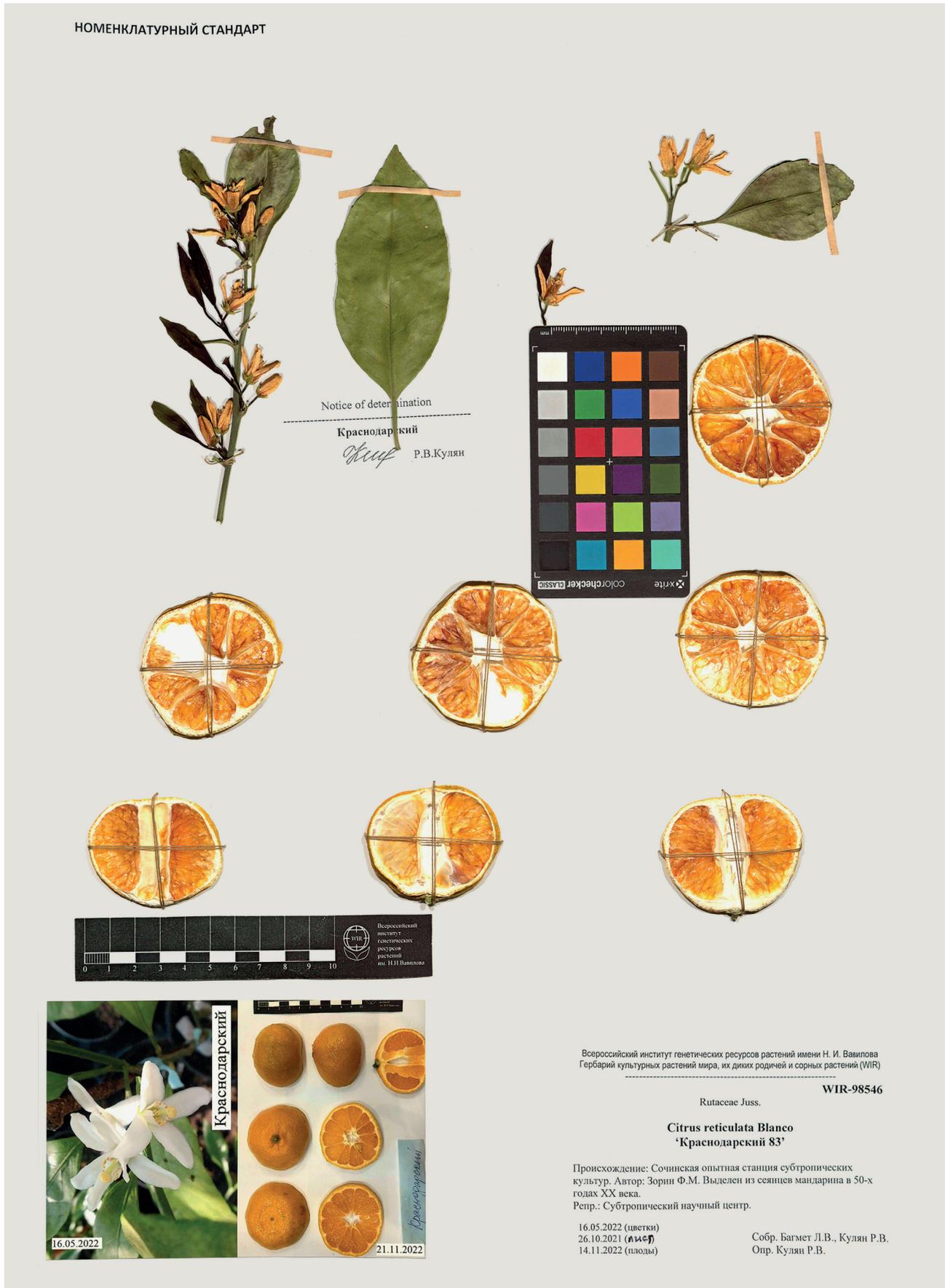


Рис. 3. Номенклатурный стандарт сорта 'Краснодарский 83'  
 Fig. 3. Nomenclatural standard of 'Krasnodarskiy 83' cultivar



Рис. 4. Номенклатурный стандарт сорта 'Миллениум 1'

Fig. 4. Nomenclatural standard of 'Millennium 1' cultivar



Рис. 5. Номенклатурный стандарт сорта 'Пioneer 80'  
Fig. 5. Nomenclatural standard of 'Pioneer 80' cultivar

**Сорт 'Солнечный' – cultivar 'Solnechnyj'** (в Госреестре с 2023 г.)

Деревья медленнорастущие, низкорослые, с раскидистой, густо облиственной кроной, без колючек. Ветви средние, прямые, побеги короткие, средней толщины, короткие, светло-зеленого цвета. Кора шероховатая, бурая. Листья средние (9–10 × 3–4 см), широколанцетовидные, к вершине заостренные, зеленые, блестящие, слегка гофрированные, с городчатым краем, черешки узкоокаймленные, короткие.

Цветки крупные, одиночные или собраны в кисти, удлинено-овальные, обоопольные. Лепестков пять, белого цвета с желтым оттенком. Тычинки белые, сросшиеся у основания, в количестве 16–18, пыльники мелкие, светло-желтые, стерильные. Пестик до 10 мм высотой (выше пыльников), рыльце округло-плоское. Плоды одномерные, округлые (47 × 58 мм), со средней массой 70 г. Вершина плода вдавлена или почти плоская, основание плоское. Альbedo белое, средней плотности, со слабым срастанием с мякотью, волокон мало. Кожура тонкая, рыхлая, ломкая, гладкая, маслянистая, хорошо отделяемая, ярко-оранжевая, 2.5–3.0 мм толщиной. Мякоть светло-оранжевая, сочная, кисловато-сладкого вкуса, со средним ароматом. Сердцевина выполненная, долек 9–11 с тонкими и нежными пленками, сок обильный. Семян очень мало или отсутствуют. Соотношение мякоти и кожуры 72:28. Плоды содержат: сахар – 8.1 %, кислоты – 0.9 %, витамин С – 34.1 мг/100 г.

Достоинства сорта: хорошая урожайность, высокая морозостойкость, сверхдлительный срок созревания. Устойчив к вредителям и болезням. Ценен для селекции на раннеспелость и низкорослость.

#### **Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Субтропический научный центр. Авторы: Р.В. Кулян, А.В. Рындин, В.М. Горшков. Выделен в 2003 г. в производственных посадках сорта 'Kawano Wase' (клон 22). Репродукция: Субтропический научный центр. Собирали: 8.11.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98550**) (рис. 6).

Origin: Subtropical Scientific Centre. Authors: R.V. Kulyan, A.V. Ryndin, V.M. Gorshkov. It was isolated in 2003 in the production plantings of the cultivar 'Kawano Wase' (clone 22). Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 8.11.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98550**).

#### **Сорт 'Сочинский 23' – cultivar 'Sochinskij 23'**

Деревья сильнорослые (4.5–5.0 м высотой) с густооблиственной, широкораскидистой, слегка пониклой кроной. Скелетные ветви толстые, с небольшими колючками, побеги средние, светло-зеленые, округлые, на вершине ребристые. Листья крупные (12–13 × 5–6 см), удлинено-овальные, кожистые, гофрированные, вершина заостренная, черешок слабо окаймленный.

Цветки средние (30 мм в диаметре), одиночные или собраны в кисти, пятилепестковые, с кремовым оттенком. Тычинки сросшиеся группами, в количестве 19–21, пыльники

светло-кремовые, пыльца стерильная. Пестик расположен выше пыльников. Плоды крупные, средняя масса 75–80 г, округло-сплюснутые, вершина плоская, слегка вдавленная, на вершине остается рубец от столбика пестика в виде серого пятна, основание округлое. Кожура ярко-оранжевая, слабошероховатая, 2–5 мм толщиной, отделяемость от мякоти хорошая. Сердцевина полая, долек 11–12 с плотными, тонкими пленками. Мякоть оранжевая, сочная, сок обильный, кисло-сладкий. Иногда встречаются семена. Соотношение мякоти и кожуры 69.2:30.8. Плоды содержат: сухое вещество – 13.0 %, сахар – 8.4 %, лимонная кислота – 0.96 %, витамин С – 27.1 мг/100 г.

Достоинства сорта: средний срок созревания. Ценен для селекции на транспортабельность, лёжкость и качество плодов.

#### **Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Сочинская опытная станция субтропических культур. Автор: Ф.М. Зорин. Выделен из нуцеллярных сеянцев мандарина. Репродукция: Субтропический научный центр. Собирали: 26.10.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98555**) (рис. 7).

Origin: Sochi Experimental Station of subtropical cultures. Author: F.M. Zorin. It was isolated from mandarin nucellar seedlings. Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 26.10.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98555**).

#### **Сорт 'Черноморский' – cultivar 'Chernomorskij'**

Дерево высотой 3 м, крона среднеоблиственная, широкопирамидальная. Кора на штамбе шероховатая, бурая. Побеги округло-ребристые, темно-зеленые. Листья размером 7–9 × 3.0–5.7 см, обратнойцевидной или овальной формы, вершина округло-заостренная, основание широко-клиновидное. Листовые пластинки морщинистые, вогнутые, края крупно-городчатые. Черешки без окаймления, окаймленные или с небольшими крылатками.

Цветки 3.0–3.5 см в диаметре, пятилепестковые, одиночные или по 2–3 в небольших кистях. Тычинки сросшиеся группами, в количестве 20. Пестик на уровне пыльников, рыльце светло-желтое, округлое. Плоды округло-плоские, 5.0–5.5 см в диаметре, средняя масса 66 г. Вершина плоская, иногда усеченная, с небольшим углублением в центре. Основание округло-плоское. Чашечка в углублении. Поверхность гладкая или слегка шероховатая, кожура 0.2–0.5 см толщиной. Эфиромасличные железки расположены на уровне поверхности кожуры или слегка углублены. Окраска желтовато-оранжевая. Отделяемость от мякоти хорошая. Мякоть кисло-сладкая, средней сочности, плотная, светло-оранжевая. Долок 11–14, пленки грубоватые, плотные. Сердцевина выполненная или пустая. Семян 0–2 штук в плоде, семядоли зеленоватые. Соотношение мякоти и кожуры 69.2:30.8. Плоды содержат: сухое вещество – 16 %, сахар – 6.8 %, лимонная кислота – 1.86 %, витамин С – 28.4 мг/100 г.

Достоинства сорта: высокая морозостойчивость. Ценен для селекции на зимостойкость.



Рис. 6. Номенклатурный стандарт сорта 'Солнечный'  
Fig. 6. Nomenclatural standard of 'Solnechny' cultivar



Рис. 7. Номенклатурный стандарт сорта 'Сочинский 23'

Fig. 7. Nomenclatural standard of 'Sochinskij 23' cultivar



Рис. 8. Номенклатурный стандарт сорта 'Черноморский'  
Fig. 8. Nomenclatural standard of 'Chernomorskij' cultivar

**Номенклатурный стандарт**

Происхождение: Сочинская опытная станция субтропических культур. Автор: Ф.М. Зорин. Получен путем гибридизации *C. reticulata* × *C. leiocarpa*. Репродукция: Субтропический научный центр. Собранные: 8.11.2021 (однолетний побег), Р.В. Кулян; 16.05.2022 (цветки), Л.В. Багмет, Р.В. Кулян; 14.11.2022 (плоды), Р.В. Кулян. Определила: Р.В. Кулян (**WIR-98559**) (рис. 8).

Origin: Sochi Experimental Station of subtropical cultures. Author: F.M. Zorin. It was obtained from crossing mandarin *C. reticulata* × *C. leiocarpa*. Reproduction: Subtropical Scientific Centre. Collectors: 8.11.2021 (annual shoot), R.V. Kulyan; 16.05.2022 (flowers), L.V. Bagmet, R.V. Kulyan; 14.11.2022 (fruit), R.V. Kulyan. Determinator: R.V. Kulyan (**WIR-98559**).

**Заключение**

В публикации обнародованы номенклатурные стандарты 8 сортов мандарина селекции ФГБНУ ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук». В результате проведенного исследования загербаризированы, оформлены, зарегистрированы в базу данных «Гербарий ВИР» и переданы на хранение в Гербарий культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (WIR) 8 образцов номенклатурных стандартов в количестве 8 гербарных листов (типовой фонд): 'Академический' (WIR-98544), 'Князь Владимир' (WIR-98545), 'Краснодарский 83' (WIR-98546), 'Миллениум 1' (WIR-98547), 'Пионер 80' (WIR-98549), 'Солнечный' (WIR-98550), 'Сочинский 23' (WIR-98555) и 'Черноморский' (WIR-98559). К гербарным образцам номенклатурных стандартов прилагается пакет сопроводительных документов (копии авторских свидетельств сортов 'Миллениум 1', 'Пионер 80', 'Сочинский 23', патенты на 'Академический', 'Солнечный', 'Князь Владимир', 'Миллениум 1'). Цифровое изображение номенклатурных стандартов доступно в базе данных «Гербарий ВИР» (<http://db.vir.nw.ru/herbar/gerb>), поиск осуществляется по идентификационному номеру образца.

**Список литературы / References**

Белозор Н.И. Гербаризация культурных растений (Методические указания). Ленинград: ВИР, 1989  
[Belozor N.I. Herbarization of cultivated plants (Guidelines). Leningrad: VIR Publ., 1989 (in Russian)]

Гавриленко Т.А., Чухина И.Г. Номенклатурные стандарты современных российских сортов картофеля, хранящиеся в гербарии ВИР (WIR): новые подходы к регистрации сортового генофонда в генбанках. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):6-17. DOI 10.30901/2658-6266-2020-3-02  
[Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Nomenclatural standards of modern Russian potato cultivars preserved at the VIR herbarium (WIR):

A new approach to cultivar genepool registration in a genebank. *Biotechnologiya i selektsiya rastenii = Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):6-17. DOI 10.30901/2658-6266-2020-3-02 (in Russian)]

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023  
[The State Register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. Plant cultivars (official publication). Moscow: Rosinformagrotech Publ., 2023 (in Russian)]

Зорин Ф.М. Селекционные сорта цитрусовых, сливы, фундука и инжира для черноморского побережья Краснодарского края. Сочи: Сочинская опытная станция субтропических и южных плодовых культур, 1958  
[Zorin F.M. Breeding varieties of citrus fruits, plums, hazelnuts and figs for the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. Sochi: Sochi Experimental Station of Subtropical and Southern Fruit Crops Publ., 1958 (in Russian)]

Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 561. Л.: ВИР, 1991  
[Catalog of the VIR World Collection. Issue 561. Leningrad: VIR Publ., 1991 (in Russian)]

Кулян Р.В. Новые формы мандарина, полученные в результате селекции *Citrus reticulata* ssp. *unshiu* Тан. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2018;(55):32-37. DOI 10.31676/2073-4948-2018-55-32-37  
[Kulyan R.V. New forms of mandarin (*Citrus reticulata* ssp. *unshiu* Tan.) obtained as a result of breeding. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2018;(55):32-37. DOI 10.31676/2073-4948-2018-55-32-37 (in Russian)]

Кулян Р.В. Признаки и свойства гибридов от отдаленных скрещиваний мандарина (*Citrus* var. *unshiu* × *Poncirus trifoliata*). *Садоводство и виноградарство*. 2020;(3):11-17. DOI 10.31676/0235-2591-2020-3-11-17  
[Kulyan R.V. Features and properties of tangerine hybrids derived from distant hybridization (*Citrus* var. *unshiu* × *Poncirus trifoliata*). *Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and viticulture*. 2020;(3):11-17. DOI 10.31676/0235-2591-2020-3-11-17 (in Russian)]

Рындин А.В., Кулян Р.В., Слепченко Н.А. Селекция субтропических и цветочных культур в ФИЦ «Субтропический научный центр РАН». *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021;25(4):420-432. DOI 10.18699/VJ21.047  
[Ryndin A.V., Kulyan R.V., Slepchenko N.A. Conserving biodiversity of plant genetic collections in FRC SSC of RAS. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(4):420-432. DOI 10.18699/VJ21.047 (in Russian)]

Шлыков Г.Н. Интродукция и селекция цитрусовых культур за четверть века. *Субтропические культуры*. 1961;(1-2):171-198  
[Shlykov G.N. Introduction and selection of citrus crops for a quarter of a century. *Subtropicheskie kul'tury = Subtropical Cultures*. 1961;(1-2):171-198 (in Russian)]

International Code for the Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP or Cultivated Plant Code) incorporating the Rules and Recommendations for naming plants in cultivation. Ninth Edition. Brickell C.D. (Commission Chairman), Alexander C., Cubey J.J., David J.C., Hoffman M.H.A., Leslie A.C., Malécot V., Jin X., members of the Editorial Committee (Eds.). International Society for Horticultural Science (ISHS), 2016.

Volk G., Samarina L., Kulyan R., Gorshkov V., Malyarovskaya V., Ryndin A., Polek M., Krueger R., Stover E. Citrus genebank collections: international collaboration opportunities between the US and Russia. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2018;65:433-447. DOI 10.1007/s10722-017-0543-z

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 31.07.2023. После доработки 06.09.2023. Принята к публикации 02.10.2023.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-4

Оригинальное исследование

## Оценка основных хозяйственно ценных признаков гибридов репчатого лука (*Allium cepa* L.), полученных на основе удвоенных гаплоидов

Е.А. Чередниченко<sup>1</sup>✉, С.Ф. Гавриш<sup>2</sup>, А.Ф. Першин<sup>1</sup>, М.В. Будылин<sup>2</sup>

**Аннотация:** Производство удвоенных гаплоидов (DH) – эффективный инструмент создания гомозиготных линий репчатого лука, которые трудно получить путем самоопыления из-за их двухлетнего цикла размножения, высокой гетерозиготности и сильной инбредной депрессии. Успешное производство и использование DH-линий в селекции все еще значительно отстает от ожиданий селекционеров из-за низкой эффективности гиногенеза у этого вида. К основным ограничениям относятся значимые различия в отзывчивости донорских материалов на индукцию гиногенеза, трудности, возникающие в процессе удвоения хромосом, и низкая выживаемость дигаплоидных линий по причине экспрессии у них летальных генов. Целью работы стала характеристика гибридов репчатого лука, полученных на основе удвоенных гибридов, по основным хозяйственно ценным признакам: форма и масса луковицы, окраска, толщина и сцепление сухих чешуй, содержание сахаров, урожайность, степень сохранности, поражение фузариозной гнилью. Удвоенные гаплоиды репчатого лука получены методом гиногенеза в лаборатории биотехнологии селекционного центра «Гавриш» на основе методических рекомендаций С.Г. Монахоса и коллег (2014). Гибриды, созданные на основе DH-линий репчатого лука, высажены в открытый грунт и выращены по общепринятой для зоны технологии на участке селекционного центра «Гавриш» (Крымск, Краснодарский край). С целью подбора высокоэффективных гибридных комбинаций и создания гибридов F<sub>1</sub> полученные и отобранные DH-линии включали в гибридизацию с лучшими стерильными линиями. Далее полученные гибридные комбинации сравнивали с общепринятым для зоны стандартом. Установлено, что гибриды на основе DH-линий по урожайности и размеру луковиц не могут конкурировать со стандартом, урожайность всех гибридов достоверно не превышала стандарт, а масса луковицы была более чем в 1.5 раза ниже. Однако гибридные комбинации на основе DH-линий имеют более выровненные массу и форму луковицы.

**Ключевые слова:** лук репчатый; *Allium cepa* L.; DH-технологии; гиногенез; гетерозисные гибриды; сортоиспытание; коэффициент вариации.

**Для цитирования:** Чередниченко Е.А., Гавриш С.Ф., Першин А.Ф., Будылин М.В. Оценка основных хозяйственно ценных признаков гибридов репчатого лука (*Allium cepa* L.), полученных на основе удвоенных гаплоидов. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):29-34. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-4

Original article

## Evaluation of the main economically valuable characteristics of onion hybrids (*Allium cepa* L.) obtained on the basis of doubled haploids

Е.А. Cherednichenko<sup>1</sup>✉, S.F. Gavrish<sup>2</sup>, A.F. Pershin<sup>1</sup>, M.V. Budylin<sup>2</sup>

**Abstract:** The technology of production of doubled haploids (DH) is an effective tool for obtaining homozygous lines in onions, which are difficult to obtain by self-pollination due to their two-year breeding cycle, high heterozygosity and severe inbred depression. The successful production and use of DH lines in breeding still lags far behind the expectations of breeders due to the low efficiency of gynogenesis in this species. The main obstacles to success are: high differences in the responsiveness of donor materials to the induction of gynogenesis, difficulties arising in the process of chromosome doubling and low survival of dihaploid lines in general, due to the expression of lethal genes in them. The aim of the work was to characterize onion hybrids obtained on the basis of doubled hybrids according to the main economically valuable characteristics: the shape and weight of the bulb, color, thickness and adhesion of

<sup>1</sup> ООО «Крымский селекционный центр «Гавриш», Крымск, Россия  
Ltd "Crimean breeding center "Gavrish", Krymsk, Russia

<sup>2</sup> ООО «Научно-исследовательский институт селекции овощных культур», Москва, Россия  
Ltd "Research Institute of Vegetable Crop Selection", Moscow, Russia

 elena06031991@mail.ru

 © Чередниченко Е.А., Гавриш С.Ф., Першин А.Ф., Будылин М.В., 2024

dry scales, sugar content, yield, degree of preservation, defeat of fusarium rot. Doubled onion haploids were obtained by gynogenesis on the basis of the biotechnology laboratory of the Gavriush Breeding Center based on the methodological recommendations of S.G. Monakhos et al. (2014). Hybrids obtained on the basis of onion DH lines were planted in the open ground and grown according to the technology generally accepted for the zone at the site of the Gavriush breeding center (Krymsk, Krasnodar Territory). In order to select highly effective hybrid combinations and create F1 hybrids, the obtained and selected DH lines were included in hybridization with the best sterile lines. Further, the resulting hybrid combinations were compared with the standard generally accepted for the zone. In the course of the study, it was found that hybrids based on DH lines cannot compete with the standard in terms of yield and bulb size, the yield of all hybrids did not significantly exceed the standard, and the bulb weight was more than 1.5 times lower. However, hybrid combinations based on DH lines are more aligned in bulb weight and bulb shape.

**Key words:** onion; *Allium cepa* L.; DH-technologies; gynogenesis; heterosis hybrids; variety testing; coefficient of variation.

**For citation:** Cherednichenko E.A., Gavriush S.F., Pershin A.F., Budylin M.V. Evaluation of the main economically valuable characteristics of onion hybrids (*Allium cepa* L.) obtained on the basis of doubled haploids. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):29-34. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-4 (in Russian)

## Введение

Производство удвоенных гаплоидов (DH) – эффективный инструмент создания гомозиготных линий репчатого лука (*Allium cepa* L.), которые трудно получить путем самоопыления из-за их двухлетнего цикла размножения, высокой гетерозиготности и сильной инбредной депрессии. Инбредная депрессия представляет серьезную проблему для лука: влияет на рост растений, размер луковицы, количество соцветий, содержание сахара и калия в цветочном нектаре, а также жизнеспособность пыльцы и семенную продуктивность. Как правило, инбредные линии лука, полученные традиционным способом, являются гомозиготными лишь частично из-за ограниченного числа циклов самоопыления вследствие негативного влияния инбредной депрессии (Jakše et al., 2010).

Сегодня единственная результативная технология получения удвоенных гаплоидов репчатого лука – это гиногенез. Гаплоидные растения лука были получены из неоплодотворенных семяпочек, которые развивались внутри цветочных бутонов на питательной среде *in vitro* (Монахос и др., 2014; Khar et al., 2019). Хотя получение удвоенных гаплоидов лука посредством гиногенеза зарегистрировано более двух десятилетий назад, успешное производство и использование DH-линий в селекции все еще значительно отстает от ожиданий селекционеров из-за низкой эффективности технологии у этого вида (Fayos et al., 2015; Alan, 2021). Основные ограничения включают значимые различия в реакции донорских материалов на индукцию гиногенеза, трудности, возникающие в процессе удвоения хромосом, и низкую выживаемость дигаплоидных линий по причине экспрессии у них летальных генов (Martínez et al., 2000; Jakše et al., 2010; Murovec, Bohanec, 2012).

Методы получения гаплоидных растений лука постоянно совершенствуются (Badu et al., 2017). Предпринято много усилий для повышения эффективности протокола, главным образом путем тестирования различных составов сред (Jakše et al., 2010; Murovec, Bohanec, 2012; Fayos et al., 2015; Jose, 2015; Khar et al., 2019). Отмечено, что у растений-доноров, выращенных в полевых условиях, процент индукции эмбриогенеза был выше, чем у растений, полученных в специальных камерах выращивания (Fayos et al., 2015). Также определено, что гибриды более отзывчивы к эмбриогенезу, чем сорта (Khar et al., 2019).

Удвоение хромосом на стадии *in vitro* препятствует получению DH-линий. Успех этого этапа зависит от типа ис-

пользуемых эксплантов и антимиотического средства. J. Murovec и B. Bohanec (2012) в своем протоколе предлагали использовать колхицин в качестве антимиотического средства. В других исследованиях сравнение воздействия колхицина, трифлуралина, оризалина и ампирфосметила показало, что колхицин был наименее эффективен при удвоении хромосом, а трифлуралин и оризалин приводили к более высокой гипергидратации (Jakše et al., 2010; Murovec, Bohanec, 2012; Singh et al., 2018; Khar et al., 2019; Hooghvorst, Nogués, 2021; Seguí-Simarro et al., 2021).

Так, методом гиногенеза были получены DH-линии: линии с красной окраской сухих чешуй показали лучшие результаты размера и веса луковиц в сравнении с донорами, в то время как DH-линии с желтой и белой окраской сухих чешуй существенно не отличались от доноров (Alan et al., 2017). P.T. Hyde и коллеги (2012) полученные DH-линии использовали в качестве опылителей при скрещивании с материнскими линиями. Всего было создано 16 гибридов. Полученные гибридные комбинации сравнивали с коммерческими гибридами по морфологическим и хозяйственно ценным признакам (сила роста, период вегетации, качество луковиц, выровненность, урожайность). Средний вес луковиц у гибридов DH значительно варьировал, составив от 82 до 113 г. Тем не менее у большинства гибридов на основе DH-линий наблюдалась тенденция большей однородности формы луковиц по сравнению с контрольными коммерческими гибридами. Авторы предложили расширить тестирование гибридов, полученных на основе DH-линий, так как в опыте были использованы только две материнские линии.

DH-линии часто и эффективно применяют в генетических исследованиях луковых культур, так как уточняются генетические карты *Allium*: не идентифицированы многие гены, контролирующие тот или иной селекционный признак, не изучен размах изменчивости и характер наследования признаков (Murovec, Bohanec, 2012; Seguí-Simarro et al., 2015; Khosa et al., 2016; Alan, 2021; Fujito et al., 2021). Отчасти это связано с биологической природой лука и огромным размером его генома (16.3 Гб) (Singh et al., 2018). В дальнейшем секвенирование генома и геномное редактирование откроют новые области применения методов быстрой селекции лука (Khar, Singh, 2020).

Целью представленной работы стали сравнительная характеристика гибридов репчатого лука, полученных на основе удвоенных гибридов, по таким хозяйственно ценным

признакам, как форма и масса луковицы, окраска, толщина и сцепление сухих чешуй, содержание сахаров, урожайность, степень сохранности, поражение фузариозной гнилью, а также определение степени выравненности формы и массы луковицы.

## Материалы и методы

**Растительный материал.** Ранее нами получены ДН-растения репчатого лука (Чередниченко и др., 2022). Для дальнейшей работы отобраны образцы с комплексом селекционно ценных признаков: коричневой окраской сухих чешуй, округлой формой луковицы, толстыми сухими чешуями, хорошо сцепленные между собой и с высокой степенью сохранности. Всего отобраны три маточные луковицы: ДН-растение 1, ДН-растение 3, полученные из образца «Эленка», и ДН-растение 6, полученное из образца «Супернова». В качестве материнских форм при скрещивании с ДН-растениями отобраны перспективные стерильные линии на основе ЦМС: BC<sub>2</sub> (Benefit × Leon) и BC<sub>2</sub> (Katinka × Elenka), ранее полученные в лаборатории селекции луковых культур и сочетающие необходимый набор признаков (Чередниченко, 2022).

**Развитие семенных ДН-растений и их опыляющая способность.** В апреле 2021 г. отобранные маточные луковицы высажены для получения инбредных семян и гибридизации со стерильными линиями. В мае у полученных линий началось формирование стрелки, а в июне – цветение. ДН-растение 1 и ДН-растение 6 сформировали цветоносы и семена, тогда как у ДН-растения 3 наблюдались редуцированные бутоны, которые не образовывали пыльцу. Поэтому инбридинг и гибридизация со стерильными формами проведены только с участием двух фертильных ДН-растений 1 и 6, которые относятся к разным генотипам.

Для создания более благоприятных условий опыления все образцы были выкопаны и перенесены в закрытое от прямых солнечных лучей помещение. Далее на каждую гибридную комбинацию был надет изолятор, внутрь которого для улучшения качества опыления были помещены куколки мух, применение которых эффективнее ручного опыления (с помощью перьевых кисточек). Во избежание смешивания семян после завершения цветения стерильное растение и ДН-растение-опылитель были разделены, на каждое был надет изолятор для дальнейшего созревания семян. Через два месяца получены семенные потомства от гибридных комбинаций (F<sub>1</sub>) и инбридинга (R<sub>0</sub>).

**Оценка гибридов репчатого лука, полученных на основе ДН-линий.** Весной 2022 г. полученные гибридные комбинации и инбредные потомства линий-опылителей высажены через рассаду в открытый грунт в фазе двух настоящих листьев по схеме: 15 + 15 + 15 + 45 × 7 см. Далее все технологические мероприятия по уходу за растениями проводили по общепринятой технологии, как и при безрассадном способе выращивания (Пивоваров, 2007; Литвинов, 2008).

За все время вегетации выполняли фенологические наблюдения, морфологическое описание и биометрические измерения, руководствуясь «Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность» (2000). Для этого в каждом образце выделяли 10 типичных

растений на каждой делянке, на которых проводили измерения.

Убирали репчатый лук также вручную – в фазе технологической спелости, при полном формировании луковицы, массовом полегании листвы, приобретении характерной для сорта окраски у сухих чешуй (Пивоваров, 2007; Литвинов, 2008). Учет урожайности определяли поделочно-весовым методом. Учет хранения луковиц выполняли с использованием «Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (2015). Лежкость испытуемых образцов лука оценивали в период осеннего хранения. Учитывали число пораженных (гнилых) и проросших луковиц, параллельно определяя содержание сахаров (растворенных веществ по шкале Вrix на рефрактометре) в сохранившихся луковицах без признаков поражения. По проценту сохранившихся луковиц судили об устойчивости к хранению (лежкости) и ценности образца.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel (Microsoft Corp., США).

## Результаты и обсуждение

В 2021 г. в лаборатории луковых культур с целью подбора высокоэффективных гибридных комбинаций и создания гибридов F<sub>1</sub> отобранные ДН-линии включали в гибридизацию с лучшими стерильными линиями. Полученные гибридные комбинации сравнивали с общепринятым для зоны стандартом.

В России более 90 % урожая приходится на желтый и коричневый лук, всего 10 % составляют красные и белые сорта. Товаропроизводители предпочитают сорта с золотисто-коричневой окраской. Округлая форма луковицы является преимущественной, так как обеспечивает максимальный выход продукции с единицы площади и наиболее востребована у населения. Такой признак, как твердость чешуй (их толщина, количество и сцепленность), имеет определяющее значение в процессе уборки и хранения луковиц. Очевидно, что чем тверже сухие чешуи, тем менее травмированно будет происходить уборка.

Сорта репчатого лука по вкусовым качествам делят на три группы: сладкие, полуострые и острые. Они различаются содержанием сухого вещества, сахара и эфирных масел. В остром луке этих веществ больше: сухого вещества – 15–22 %, сахара – 9–13 %, эфирных масел – 55–155 мг%. В сладком луке сухого вещества – 8–13 %, сахара – 5–7 %, эфирных масел – 15–20 мг%. Полуострые сорта занимают промежуточное между острыми и сладкими сортами положение по указанным признакам (Пивоваров и др., 2001). В своих исследованиях мы определяли только содержание сахара, используя рефрактометр.

Гибридные комбинации, полученные на основе линий удвоенных гаплоидов, имели округлую форму луковицы (табл. 1), как и стандарт, однако у них отмечен более низкий коэффициент вариации по этому признаку за счет большей однородности. При этом наиболее выровненным являлся гибрид на основе линии Super nova-ДН 6. Все исследуемые образцы имели высокую степень прилегания сухих чешуй,



**Рис. 1.** F<sub>1</sub> (BC<sub>2</sub> (Benefit × Leon) × Elenka-DH 1))  
**Fig. 1.** F<sub>1</sub> (BC<sub>2</sub> (Benefit × Leon) × Elenka-DH 1))



**Рис. 2.** F<sub>1</sub> (BC<sub>2</sub> (Katinka × Elenka) × Super nova-DH 6))  
**Fig. 2.** F<sub>1</sub> (BC<sub>2</sub> (Katinka × Elenka) × Super nova-DH 6))

**Таблица 1.** Характеристика гибридных комбинаций репчатого лука на основе ДН-линий (Крымск, 2022 г.)

**Table 1.** Characteristics of hybrid onion combinations based on DH-lines (Krymsk, 2022)

Образец	Форма луковицы	Индекс формы луковицы	Коэффициент вариации, Cv %	Окраска сухих чешуй	Толщина сухих чешуй, балл	Сцепление сухих чешуй, балл	Содержание сахаров, °Bx
F1 Дайтона, st.	Округлая	1.0	9.8	Коричневая	7	7	10
F <sub>1</sub> (BC <sub>2</sub> (Benefit × Leon) × Elenka-DH 1))	Округлая	1.0	6.4	Коричневая	5	7	10
F <sub>1</sub> (BC <sub>2</sub> (Katinka × Elenka) × Super nova-DH 6))	Округлая	1.0	5.8	Коричневая	5	7	9

коричневую окраску и полуострый вкус, как и стандарт, при этом меньшую в отличие от стандарта толщину сухих чешуй. По содержанию сахара все образцы являлись острыми, при этом гибрид на основе линии Elenka-DH 1 соответствовал стандарту, незначительные отличия наблюдались у гибрида, у которого в качестве отцовской линии использовали Super nova-DH 6.

Так, гибридные комбинации, полученные на основе линий удвоенных гаплоидов, имели прочные, хорошо сцепленные между собой сухие чешуи и насыщенную коричневую окраску (рис. 1, 2).

На Юге России среди заболеваний репчатого лука широко распространен фузариоз, что свидетельствует о необходимости усиления селекции на устойчивость к данной болезни. Репчатый лук поражается в поле в период вегетации, особенно при несоблюдении агротехнических приемов и севооборотов. В результате заражения поражаются зеле-

ные листья – они преждевременно увядают и высыхают, вследствие чего луковица не может набрать максимальную массу, что существенно снижает урожайность. Далее патоген попадает в луковицу и продолжает развиваться в процессе хранения лука. В результате этого возможен большой отход из-за гнили (Ахатов и др., 2013). Для оценки степени поражения фузариозом использовали пятибалльную шкалу и деление на слабую, среднюю и сильную степень поражения растений. Степень поражения репчатого лука фузариозом: слабая – поражение 25 % листьев, средняя – поражено 25–50 % листьев, сильная – поражено более 50 % листьев.

Все полученные гибридные комбинации по урожайности и размеру луковиц не могли конкурировать со стандартом, урожайность всех гибридов достоверно не превышала стандарт, а масса луковицы была более чем в 1.5 раза ниже (табл. 2). Однако гибридные комбинации на основе ДН-линий являлись более выровненными по массе лукови-

**Таблица 2.** Результаты оценки гибридных комбинаций репчатого лука, полученных на основе ДН-линий, по признакам «масса луковицы» и «урожайность» (Крымск, 2022 г.)

**Table 2.** The results of the evaluation of hybrid combinations of onions obtained on the basis of DH-lines, according to the characteristics of bulb weight and yield (Krymsk, 2022)

Образец	Средняя масса луковицы, г $X = X \pm Sd$	Коэффициент вариации, $C_v$ %	Общая урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Товарная урожайность		Степень сохранности, %	Поражение фузариозной гнилью, балл
				кг/м <sup>2</sup>	%		
F <sub>1</sub> Дайтона, st.	122.4 ± 8.6	30.4	6.8	6.5	96	96	2
F <sub>1</sub> (BC <sub>2</sub> - (Benefit × Leon) × × Elenka-DH 1))	80.4 ± 6.4	21.0	5.0	4.8	95	90	2
F <sub>1</sub> (BC <sub>2</sub> (Katinka × Elenka) × × Super nova-DH 6))	60.9 ± 7.0	18.7	3.8	3.7	97	94	3
НСР <sub>05</sub>			1.0	0.8		14	

Примечание. 2 балла – поражено до 25 %, 3 балла – от 25 до 50 % поверхности листьев

цы – на 9.4 и 11.7 % соответственно. Наши результаты соответствуют выводам, сделанным Р.Т. Нуде с коллегами (2012).

По степени сохранности достоверных отличий не обнаружено, все образцы оказались на высоком уровне, более 90 % (см. табл. 2).

Гибрид на основе линии Elenka-DH 1 показал лучшие результаты массы луковицы, урожайности и устойчивости к фузариозной гнили, но выровненность по массе луковицы и степень сохранности оказались ниже в сравнении с гибридом, в котором в качестве отцовской формы использовали линию Super nova-DH 6.

## Заключение

Для эффективной селекционной работы необходимо значительное количество ДН-линий. Нужны миллионы высаженных бутончиков, так как в среднем из 100 тыс. получают всего ~50 гаплоидных эмбриоидов, из которых только три проходят все этапы получения ДН-линий и пригодны для создания гибридов в качестве линий-опылителей. На каждой стадии производства гибнет много материала: на начальном этапе характерна низкая отзывчивость генотипов, большие потери вызваны заражением бутончиков болезнями и вредителями в течение нескольких недель при выращивании на питательных средах, дальнейшие потери связаны с обработкой антимитотическими препаратами с целью удвоения хромосом, низким выходом удвоенных гаплоидов (~50–60 %), а также гибелью растений в процессе акклиматизации и при выращивании в открытом грунте.

Такой небольшой выход конечной продукции обусловлен самой природой удвоенных гаплоидов: при общем количестве генов у лука более 27 тыс. создание гомозиготной линии, полностью лишенной летальных и полуметальных аллелей, которые не экспрессируются в гетерозиготном состоянии, происходит с частотой не более чем 1/14000 (отношение числа полученных линий к числу посаженных бутончиков). Однако скорость создания гомозиготных отцовских форм гибридов при таком подходе повышается в 5–6 раз.

Следует увеличить объем работ, так как для получения гетерозисных гибридов требуется проанализировать много линий и отобрать лучшие по хозяйственно ценным признакам с высокой комбинационной способностью, что в свою очередь значительно увеличивает финансовые и трудовые затраты.

## Список литературы / References

- Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чижов В.Н., Игнатов А.Н., Полищук В.П., Шевченко Т.П., Борисов Б.А., Стройков Ю.М., Болшапкина О.О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2013  
[Akhatov A.K., Hannibal F.B., Meshkov Yu.I., Jalilov F.S., Chizhov V.N., Ignatov A.N., Polishchuk V.P., Shevchenko T.P., Borisov B.A., Stroikov Yu.M., Boloshapkina O.O. Diseases and pests of vegetable crops and potatoes. Moscow: Association of Scientific Publications of the KMK Publ., 2013 (in Russian)]
- Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. М.: Россельхозакадемия, ВНИИО, 2008  
[Litvinov S.S. Scientific foundations of modern vegetable growing. M.: Russian Agricultural Academy, VNIIO Publ., 2008 (in Russian)]
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2015  
[Methodology of state variety testing system of agricultural crops. Moscow, 2015 (in Russian)]
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.). В: Официальный бюллетень Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. 2000;7:528-547  
[Methods of conducting tests for distinctness, uniformity and stability. Onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*Allium ascalonicum* L.). In: Official bulletin of the State Commission of the Russian Federation for testing and protection of breeding achievements. 2000;7:528-547 (in Russian)]
- Монахос С.Г., Монахос Г.Ф., Богданова В.Д., Ветчинкина Е.М. Создание чистых линий – удвоенных гаплоидов лука репчатого (*Allium cepa* L.) и селекция F<sub>1</sub> гибридов на основе современных методов биотехнологии. Методические указания. М., 2014  
[Monakhos S. G., Monakhos G.F., Bogdanova V.D., Vetchinkina E.M. Creation of pure lines – doubled onion haploids (*Allium cepa* L.) and selection of F<sub>1</sub> hybrids based on modern methods of biotechnology. Methodical instructions. Moscow, 2014 (in Russian)]
- Пивоваров В.Ф. Селекция и семеноводство овощных культур М.: ВНИИССОК, 2007  
[Pivovarov V.F. Breeding and seed production of vegetable crops. Moscow: VNISSOK Publ., 2007 (in Russian)]

- Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М.: ВНИИССОК, 2001  
[Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. Moscow: VNISSOK Publ., 2001 (in Russian)]
- Чередниченко Е.А. Подбор и создание исходного материала лука репчатого (*Allium cepa* L.) для Южного региона РФ: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2022  
[Cherednichenko E.A. Selection and creation of the source material of onion (*Allium cepa* L.) for the Southern region of the Russian Federation. Cand. Agricultural Sci. Diss. Moscow, 2022 (in Russian)]
- Чередниченко Е.А., Пивоваров В.Ф., Гавриш С.Ф., Першин А.Ф., Будылин М.В. Эффективность использования удвоенных гаплоидов в селекции лука репчатого (*Allium cepa* L.). *Овощи России*. 2022;(5):24-28. DOI.10.18619/2072-9146-2022-5-24-28  
[Cherednichenko E.A., Pivovarov V.F., Gavrish S.F., Pershin A.F., Budilin M.V. Efficiency of using doubled haploids in onion breeding (*Allium cepa* L.). *Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia*. 2022;(5):24-28. DOI.10.18619/2072-9146-2022-5-24-28 (in Russian)]
- Alan A.R. Doubled haploid onion (*Allium cepa* L.) production via *in vitro* gynogenesis. In: Seguí-Simarro J.M. (Ed.). *Doubled haploid technology. Methods in molecular biology*. Vol. 2287. New York: Humana, 2021;151-169. DOI 10.1007/978-1-0716-1315-3\_6
- Alan A.R., Kaska A., Aslan E., Celebi-Toprak F.C. Turkish doubled haploid onion (*Allium cepa* L.) lines. In: *The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity, 05–08 July, 2017, Minsk, Belarus*. 2017;114
- Badu M., Tripathy B., Gouri S.S., Anil K.J. Role of doubled haploids in vegetable crop improvement. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2017;6(6):384-389
- Fayos O., Vallés M.P., Garcés-Claver A. Doubled haploid production from Spanish onion (*Allium cepa* L.) *germplasm: embryogenesis induction, plant regeneration and chromosome doubling*. *Front. Plant Sci.* 2015;6:384. DOI 10.3389/fpls.2015.00384
- Fujito S., Akyol T.Y., Mukae T., Wako T., Yamashita K., Tsukazaki H., Hirakawa H., Tanaka K., Mine Y., Sato S., Shigyo M. Construction of a high-density linkage map and graphical representation of the arrangement of transcriptome-based unigene markers on the chromosomes of onion, *Allium cepa* L. *BMC Genomics*. 2021;22(1):481. DOI 10.1186/s12864-021-07803-y
- Hooghvorst I., Nogués S. Chromosome doubling methods in doubled haploid and haploid inducer-mediated genome-editing systems in major crops. *Plant Cell Rep.* 2021;40(2):255-270. DOI 10.1007/s00299-020-02605-0
- Hyde P.T., Earle E.D., Mutschler M.A. Doubled haploid onion (*Allium cepa* L.) lines and their impact on hybrid performance. *Hort. Sci.* 2012;47(12):1690-1695. DOI 10.21273/HORTSCI.47.12.1690
- Jakše M., Hirschegger P., Bohanec B., Havey M.J. Evaluation of gynogenic responsiveness and pollen viability of selfed doubled haploid onion lines and chromosome doubling via somatic regeneration. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 2010;135(1):67-73. DOI 10.21273/JASHS.135.1.67
- Jose M.S.S. Editorial: doubled haploidy in model and recalcitrant species. *Front. Plant Sci.* 2015;6:1175. DOI 10.3389/fpls.2015.01175
- Khar A., Singh H. Rapid methods for onion breeding. In: Gosal S., Wani S. (Eds.). *Accelerated plant breeding*. Vol. 2. Cham: Springer, 2020;77-99. DOI 10.1007/978-3-030-47298-6\_4
- Khar A., Islam S., Kalia P., Bhatia R., Kumar A. Present status of haploidy research in onion (*Allium cepa* L.) – A review. *Ind. J. Agric. Sci.* 2019;89(3):396-405. DOI 10.56093/ijas.v89i3.87608
- Khosa J.S., Lee R., Bräuning S., Lord J., Pither-Joyce M., McCallum J., Macknight R.C. Doubled haploid 'CUDH2107' as a reference for bulb onion (*Allium cepa* L.) research: development of a transcriptome catalogue and identification of transcripts associated with male fertility. *PLoS One*. 2016;11(11):e0166568. DOI 10.1371/journal.pone.0166568
- Martínez L., Agüero C., López M., Galmarini C. Improvement of *in vitro* gynogenesis induction in onion (*Allium cepa* L.) using polyamines. *Plant Sci.* 2000;156(2):221-226. DOI 10.1016/S0168-9452(00)00263-6
- Murovec J., Bohanec B. Haploids and doubled haploids in plant breeding. In: Abdurakhmonov I.Y. (Ed.). *Plant Breeding*. InTech. 2012;87-106. DOI 10.5772/29982
- Seguí-Simarro J.M., Jacquier N.M.A., Widiez T. Editorial: doubled haploidy in model and recalcitrant species. *Front. Plant Sci.* 2015;6:1175. DOI 10.3389/fpls.2015.01175
- Seguí-Simarro J.M., Jacquier N.M.A., Widiez T. Overview of *in vitro* and *in vivo* doubled haploid technologies. In: Seguí-Simarro J.M. (Ed.). *Doubled haploid technology. Methods in molecular biology*. Vol. 2287. New York: Humana, 2021;3-22. DOI 10.1007/978-1-0716-1315-3\_1
- Singh D., Singh T., Singh R., Kumar R. Present status and future opportunities in onion research: A review. *Int. J. Chem. Stud.* 2018;6(1):656-665

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 26.09.2023. После доработки 30.11.2023. Принята к публикации 06.12.2023.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-5

## Обзор

# История исследований овощных растений в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. Прошлое, настоящее, будущее

Ю.В. Фотев<sup>1,2</sup>  

**Аннотация:** Исследования овощных растений в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС) начали проводиться с его организации в 1946 г. под руководством д-ра с.-х. наук, проф. Лидии Львовны Еременко. В 1940–1950-е гг. Л.Л. Еременко выполнены работы, связанные с проблемой неоднородности морфологической структуры популяций сортов овощных культур, разнокачественности побегов, цветков и семян в зависимости от условий среды. С 1953 по 1986 г. руководителем группы овощных растений была канд. с.-х. наук Л.П. Тропина. Интродукция и всестороннее изучение биологических особенностей овощных растений в Сибири стали одним из основных направлений исследований. При изучении холодостойкости отмечено появление структурных изменений хромосом, хромосомных aberrаций, в том числе удвоения хромосомных наборов. Был разработан метод предпосевной закалки семян, проявляющийся ускорением роста, развития и повышением продуктивности. С 1970-х гг. в ЦСБС началась работа по изучению и интродукции видов корневищных луков. В результате этих работ составлен уточненный список видов умеренной зоны СССР, насчитывающий 116 видов, отнесенных к 12 секциям. Исследованы варианты малого жизненного цикла и ритмы морфогенеза побегов, структура ценопопуляций, а также основные пути эволюции жизненных форм в пределах подрода *Rhiziridium* рода *Allium*. В 1990-е гг. впервые разработаны методы изучения и моделирования экологической стабильности форм томата с использованием оценки количественных признаков в фазе зрелого мужского гаметофита на средах с синтетическим осмотиком ПЭГ 6000 и в спорофитном поколении. С середины 1980-х гг. выполнены скрещивания в более чем 240 комбинациях культурного томата с 13 дикорастущими видами и разновидностями с выделением устойчивых к болезням и низкой температуре форм. В 2000-е гг. селектированы и включены в Государственный реестр селекционных достижений 19 сортов томата, 7 сортов перца сладкого и F<sub>1</sub> гибрид баклажана. Впервые в РФ включены в Госреестр сорта спаржевой вигны, кивано, момордики и бенинказы. Разработана схема оценки экологической стабильности форм томата с использованием количественных признаков в фазе зрелого мужского гаметофита и в спорофитном поколении, а также сформулированы методические основы интродукции теплолюбивых культур в Сибири.

**Ключевые слова:** Центральный сибирский ботанический сад; овощные растения, юг Западной Сибири; интродукция; селекция.

**Для цитирования:** Фотев Ю.В. История исследований овощных растений в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. Прошлое, настоящее, будущее. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):35-53. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-5

**Финансирование:** Работа поддержана бюджетным проектом ЦСБС СО РАН АААА-А21-121011290027-6.

**Благодарности:** Автор выражает благодарность Н.П. Гончарову за ценные советы при подготовке рукописи статьи.

## Review

# History of vegetable plant research in the Central Siberian Botanical Garden SB RAS. Past, present and future

Y.V. Fotev<sup>1,2</sup>  

**Abstract:** Research on vegetable plants in the Central Siberian Botanical Garden (CSBG) began with its organization in 1946 under the leadership of Doctor of Agricultural Sciences, Prof. Lydia Lvovna Eremenko. In the 1940–1950s, she carried out research related to the problem of heterogeneity of the morphological structure of populations of vegetable crop varieties, different quality of shoots, flowers and seeds depending on environmental conditions. From 1953 to 1986 the head of the group of vegetable plants was Ph.D. L.P. Tropina.

<sup>1</sup> Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия  
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

 fotev\_2009@mail.ru

 Фотев Ю.В., 2024

The direction of introduction and comprehensive study of the biological characteristics of vegetable plants in Siberia has become one of the main areas of research. When studying cold resistance, the appearance of structural changes in chromosomes and chromosomal aberrations, including doubling of chromosome sets, was noted. A method of pre-sowing seed hardening was developed, which manifests itself in accelerated growth, development and increased productivity. Since the 1970s, work on the study and introduction of rhizomatous onion species began at CSBG. As a result of these works, an updated list of their species in the temperate zone of the USSR was compiled, numbering 116 species classified into 12 sections. Variants of the small life cycle and rhythms of shoot morphogenesis, the structure of coenopopulations, as well as the main paths of evolution of life forms within the subgenus *Rhiziridium* of the genus *Allium* were studied. In the 1990s, methods were first developed for studying and modeling the ecological stability of tomato forms using the assessment of quantitative traits in the mature male gametophyte phase on media with the synthetic osmotic PEG6000 and in the sporophytic generation. Since the mid-1980s crosses were carried out in more than 240 combinations of cultivated tomato with 13 wild species and varieties, with the selection of forms resistant to diseases and low temperatures. In the 2000s 19 cultivars of tomato, 7 – sweet pepper and one F1 eggplant hybrid were bred and included in the State Register of Breeding Achievements (SRBA). For the first time in the Russian Federation, cultivars of asparagus vigna, kiwano, bitter melon and wax gourd are included in the SRBA. A scheme for assessing the ecological stability of tomato accessions using quantitative traits in the mature male gametophyte phase and in the sporophytic generation was developed, and the methodological basis for the introduction of heat-loving crops in Siberia was formulated.

**Key words:** Central Siberian Botanical Garden; vegetable plants; south of Western Siberia; introduction; breeding.

**For citation:** Fotev Yu.V. History of vegetable plant research in the Central Siberian Botanical Garden SB RAS. Past, present and future. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):35-53. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-5 (in Russian)

**Funding:** The work was supported by the budget project of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS AAAA-A21-121011290027-6.

**Acknowledgments:** The author expresses gratitude to N.P. Goncharov for valuable advice in preparing the manuscript of the article.

Научная селекция овощных культур зародилась в Сибири на Западно-Сибирской овощекартофельной селекционной опытной станции в г. Омске в 1922 г. как отдел в составе Западно-Сибирской селекционно-семенной станции (ныне СибНИИСХ). В 1931 г. отдел овощных был отнесен к Кузнецкому металлургическому комбинату (Кемеровская область) и преобразован в Западно-Сибирскую опытную станцию овощного хозяйства, а в 1935 г. – в с. Лебяжье близ Барнаула (Алтайский край) (Гончаров Н.П., Гончаров П.Л., 2018). В Новосибирске селекция овощных началась на Новосибирской государственной селекционной станции (бывшей Центрально-Сибирской областной сельскохозяйственной опытной станции) в 1930-е гг. (Гончаров П.Л., 1996).

Исследования овощных растений в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС, тогда он назывался Ботанический сад Западно-Сибирского филиала АН СССР (ЗСФ АН СССР)) начали проводиться в отделе культурных растений с самого начала его организации в 1946 г. под руководством тогда младшего научного сотрудника<sup>1</sup>, а впоследствии д. с.-х. н., проф. Лидии Львовны Еременко. Первым директором Ботсада в те годы была к. б. н. Люция Павловна Зубкус (с 1946 по 1950 г.), специалист по декоративным растениям (Зубкус, 1956, 1977).

В 1950-е гг. в Ботаническом саду большое внимание уделялось изучению и внедрению в производство новых перспективных сортов овощных и зерновых культур (Валуцкая, 2014. С. 82). Был привлечен исходный материал по овощным растениям из разных зон страны (около 200–450 образцов). Коллекция томата достигала 100–150 образцов. В начале 1950-х гг. Л.Л. Еременко проанализирован и обобщен опыт выращивания томатов в сибирских условиях с учетом местных климатических особенностей, включая данные наблюдений за коллекцией сортов, проведенных в 1946–1950 гг. на овощном коллекционном участке Ботанического сада (Еременко, 1949, 1956). Изучение скороспелых, холодостой-

ких сортов помидоров, выведенных Грибовской овощной селекционной станцией (п. Одинцово, Московская обл.), в Новосибирске, в овощном отделе Ботанического сада ЗСФ АН СССР в 1948–1950 гг. давало основания рекомендовать их для широкого применения в Новосибирске (Еременко, 1956). В дополнение к распространенному в те годы сорту Бизон 639 и другим местным сортам на основе испытания на овощном коллекционном участке Ботанического сада были рекомендованы более скороспелые и продуктивные, с дружной отдачей урожая сорта томата Грибовской овощной селекционной станцией – Грунтовый Грибовский 1180, Грунтовый скороспелый 1165 (Скороспелка), Штамбовый Алпатьева 905а, Штамбовый карлик 1185, Грунтовый десертный 2004, Патриот 2170, а также Пушкинскими лабораториями Всесоюзного института растениеводства (ныне Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург) – Пушкинский 1853, Урожайный 1864, Печёрский ГСХИ-278 – и Западно-сибирской овощной опытной станцией (г. Барнаул): Алтайский ранний 27, Штамбовый скороспелый 31/1, Алтаец, Штамбовый картофелелистный, Алтайский грунтовый и Алтайский штамбовый.

Опубликованные в эти же годы рекомендации Л.Л. Еременко по выбору сортов и технологии их выращивания оказали большую помощь сибирским овощеводам в повышении продуктивности разных культур. Биологически обоснованные приемы подзимнего посева овощей и технологии выращивания многолетних и зеленных культур, крупноплодных томатов были в ряду других новаторских работ, проведенных в это же время (Еременко, 1949, 1956; Еременко, Комиссаров, 1955; и др.). В 1940–1950-е гг. Л.Л. Еременко были выполнены исследования, связанные с проблемой неоднородности морфологической структуры популяций сортов овощных культур, разнокачественности побегов, цветков и семян в зависимости от условий среды. В 1950 г. она защитила диссертацию на соискание ученой

<sup>1</sup> Л.Л. Еременко. Автобиография. 10.12.1963.



Л.Л. Еременко  
L.L. Eremanko



Л.П. Тропина. ЦСБС, 1960-е гг.  
L.P. Tropina. CSBG, 1960s

степени кандидата сельскохозяйственных наук на тему «Морковь – биология цветения, созревания семян, в связи с агротехникой семеноводства»<sup>2</sup>. В 1955 г. опубликована первая монография Ботанического сада, авторами которой были Л.Л. Еременко и В.А. Комиссаров – «Многолетние и зеленные овощи», изданная в Новосибирском книжном издательстве (Горбунов, 2014).

В течение 1949 и 1950 гг. в ЦСБС Л.Л. Еременко изучена большая коллекция видов южноамериканского картофеля, присланная Главным ботаническим садом АН СССР (г. Москва) на основе экспедиций сотрудников ВИР с 1927 по 1936 г. (Еременко, 1955). В отличие от Ленинградской области и Подмоскovie в Новосибирске наблюдалось хорошее клубнеобразование у всех видов на естественном дне (максимальная продолжительность дня 17.5 часа). При этом виды *Solanum molinae* Juz., *S. jamesii* Torr., *S. boergeri* Bukasov, *S. dolichostigma* Bukasov, *S. schickii* Juz. & Bukasov, *S. laplaticum* Bukasov отличались обильным клубнеобразованием (в среднем 50–100 клубней на куст), крупными клубнями (средний вес клубня 10–20 г) и хорошей урожайностью (350–600 г на куст). Особенно большой урожай был получен у *S. molinae* – 1150 г с куста.

С 1953 по 1986 г. руководителем группы овощных растений была к. с.-х. н. Лидия Платоновна Тропина.

<sup>2</sup> Еременко Л.Л. Морковь – биология цветения, созревания семян, в связи с агротехникой семеноводства. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск: Омский с.-х. ин-т им. С.М. Кирова, 1950. 16 с.

За эти годы коллекция овощных культур ЦСБС пополнилась новыми сортообразцами для исследования возможностей их выращивания в Сибири и выделения перспективных форм. Интенсивно проходил обмен с ботаническими садами и другими НИУ страны. Посев 1957 г. включал 357 образцов 27 видов и разновидностей, полученных от 35 научных учреждений страны и из-за рубежа, включая овощеводов-любителей<sup>3</sup>. Разнообразие овощных культур было представлено в открытом грунте и в теплицах на овощном коллекционном участке Ботанического сада. По состоянию на 1 августа 1974 г. коллекционный фонд овощных растений включал 550 экотипов, форм, сортов, сортообразцов, гибридов, относящихся к 110 видам (Храмов, Тарасенко, 1977. С. 241). Помимо интродукционной работы сотрудники Ботанический сад ежегодно участвовали в областных и районных выставках по популяризации научных достижений, демонстрируя новые культуры и сорта овощных, а также консультируя специалистов и овощеводов-любителей.

В соответствии с решениями Первого координационного совещания по семеноведению и семеноводству интродуцентов (г. Москва, 1965 г.) в ЦСБС была организована группа семеноведения и репродукции интродуцентов под руководством Л.Л. Еременко и определено научное направление по изучению семенной продуктивности расте-

<sup>3</sup> Посевной журнал лаборатории интродукции и акклиматизации культурных растений. 1957 г.



Богатый урожай дынь, выращенных в открытом грунте (в центре Л.П. Тропина). ЦСБС, 1960-е гг.  
Rich harvest of melons grown in open ground (in the center L.P. Tropina). CSBG, 1960s

ний в связи с морфогенезом почек, в том числе овощных растений (Еременко, 1977). В 1966 г. этой группой был организован опытно-семеноводческий участок – семипольный севооборот, на котором четыре поля занимали многолетние газонные и кормовые травы на семена, а три – однолетние растения, в том числе овощные. К 1968 г. площадь, занятая овощными культурами, составляла на этом участке 1.03 га из общей площади 12.63 га (Еременко, 1977. С. 218). В 1969 г. на нем были заложены участки размножения ревеня и лука-батуна площадью по 0.1 га. В 1970 г. урожайность семян по этим культурам составила 1.2 и 0.55 ц/га соответственно. Велось семеноводство моркови (сорт Осинская) и огурца (сорт Дин-зо-сн). Все основные технологические элементы выращивания семян были тогда механизированы. Подкормки и междурядные обработки проводились культиватором КРН-2.8, после уборки и сушки семенников – обмолот на зерновой молотилке, а последующая очистка – на машинах «Супер Петкус» и малогабаритных: молотилке МК-115, молотилке-очистке МОС-1, лабораторных машинах фирмы «Поликейт» (ГДР) – молотилке «Дрешер» и вейлке модели «Элите» (Еременко, 1977. С. 219). В последующие годы семеноводческий участок был передан экспериментальному хозяйству ЦСБС.

Во второй половине 1960-х гг. Л.Л. Еременко совместно с Лидией Платоновной Тропиной, Эмилией Павловной Це-

лицевой, Ариадной Серафимовной Санкиной, а также научным сотрудником СибНИИРС Елизаветой Григорьевной Гринберг был осуществлен цикл работ по использованию морфофизиологического метода в исследованиях по овощным растениям. В ЦСБС она всесторонне развивала морфофизиологический метод исследования овощных растений, что нашло отражение в опубликованных работах (Еременко, Белоусова, 1971; Еременко, 1975) и явилось темой диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук<sup>4</sup>. Область научных интересов Л.Л. Еременко, связанная с использованием морфофизиологического анализа для отбора овощных растений с высокой семенной продуктивностью, очевидным образом повлияла на формирование целого научного направления – семеноведения овощных растений, в развитие которого внесли вклад такие талантливые исследователи, как Н.Н. Тимофеев, И.А. Прохоров, Н.Н. Ткаченко, А.М. Соколова, И.Е. Китаева, В.А. Лудилов и Е.Г. Гринберг.

Направление интродукции и всестороннего изучения биологических особенностей овощных в Сибири стало одним из основных направлений исследований лаборатории интродукции и акклиматизации культурных растений ЦСБС, организованной в 1961 г. и переименованной в 1977 г. в ла-

<sup>4</sup> Еременко Л.Л. Морфогенез и продуктивность овощных растений. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1978. 34 с.



Сотрудники «овощного» направления ЦСБС в пленочной теплице, 1974 г. Слева направо: верхний ряд – Н.П. Спиридонова, Н.А. Кузьмина, З.А. Жданова, Л.Н. Бондаренко, Л.П. Тропина, Л.В. Астахова; нижний ряд – Г.А. Захарова, Т.Я. Левина, В.С. Езовская

Employees of the "vegetable" direction of the Central Siberian Botanical Garden in a film greenhouse, 1974. From left to right: top row – N.P. Spiridonova, N.A. Kuzmina, Z.A. Zhdanova, L.N. Bondarenko, L.P. Tropina, L.V. Astakhova; bottom row – G.A. Zakharova, T.Y. Levina, V.S. Ezovskaya

бораторию интродукции пищевых растений. Так, с 1966 по 1970 г. в экспозиции и на экспериментальном участке ЦСБС было изучено 2143 сортообразца, относящихся к 68 видам овощных культур, в том числе 128 сортообразцов 28 видов малораспространенных овощных растений<sup>5</sup>. В результате выделены 33 перспективных сорта томата, перца, физалиса,

<sup>5</sup> Отчет ЦСБС СО АН СССР (1966–1970 гг.). Лаборатория интродукции и акклиматизации культурных растений. Глава III. Овощные растения.

ревеня, салата, петрушки, сельдерея, кресс-салата, горчицы листовой и шпината, а также три отборные формы томата и перца сладкого и три гибридные комбинации томата с устойчивым гетерозисом по скороспелости. Как следует из отчета ЦСБС 1966–1970 гг., в результате 10-летних экспериментальных исследований определены закономерности роста и развития, разработаны приемы эффективного выращивания перца, что явилось основанием для внедрения



В.А. Черемушкина  
V.A. Cheremushkina

его в хозяйства пригородных районов, а также в районы Кулундинской степи<sup>6, 7</sup>. В эти же годы были разработаны рекомендации по выращиванию сладкого и пряного перца, а также баклажанов в степных районах Западной Сибири в качестве сырья для пищевой промышленности.

Помимо исследования роста листьев, продуктивности фотосинтеза, биохимического состава плодов изучали практические возможности их выращивания в условиях орошения в совхозе «Западный» в Ключевском районе Алтайского края – наиболее засушливой части Кулундинской степи (Шабалин, Тропина, 1977. С. 206). Урожайность сладкого перца в 1968 г. составляла 180 ц/га, в 1969 г – 310 ц/га<sup>8</sup>. Был сделан вывод о том, что «Кулундинская степь может стать базой возделывания и снабжения Западной Сибири и других восточных районов нашей страны самыми разно-

образными овощами, в том числе и теплолюбивыми с высокими вкусовыми качествами и питательной ценностью» (Шабалин, Тропина, 1977. С. 211). Исследования показали возможность получения высоких урожаев теплолюбивых культур (томата, перца, баклажана, дыни и арбуза) в сибирских условиях при соблюдении соответствующей агротехники. Была установлена положительная ответная реакция теплолюбивых растений (перца и томата) на кратковременное действие низких температур в виде предпосевной закалики семян в течение 2–5 дней при температуре 0...+2 °С ночью и 18–25 °С днем, проявляющаяся в ускорении роста и развития и повышении продуктивности. В то же время продолжительное последовательное наложение закалок в течение 2–3 лет ускоряет расщепление сортов томата и перца сладкого на морфотипы с признаками, характерными для их родителей, доминирующими из которых оказался высокорослый, осветленный, скороспелый морфотип (Тропина, Нежданова, 1975). Одним из результатов исследований стало опубликование в 1969 г. книги «Овощи к нашему столу» (Тропина и др., 1969), а также серии статей и брошюр о приемах выращивания традиционных и малорас-

<sup>6</sup> Там же. С. 719.

<sup>7</sup> Кулундинская степь занимает юго-восточную часть Западно-Сибирской равнины, с запада ограничена долиной Иртыша, с востока – Приобским плато, площадь около 13 млн га.

<sup>8</sup> Для сравнения, урожайность перца в Молдавской ССР в 1981–1983 гг. составляла 91–114 ц/га (Патрон П.И. Интенсивное овощеводство Молдавии. Кишинев: «Карта Молдовеняскэ», 1985. С. 182).

пространенных овощных культур в Сибири (Тропина, Нежданова, 1971; Тропина, 1972; Гринберг и др., 1975; и др.). В эти же годы было начато изучение биологии роста и развития томатов разного эколого-географического происхождения. Объектом исследований были взяты сорта, разные по происхождению, относящиеся к разным группам сорто-типов по классификации акад. ВАСХНИЛ Д.Д. Брежнева (1958). В этих опытах оригинальные (исходные) сорта сравнивались с репродуцированным поколением, семена которого получали в ЦСБС. Отдельные сорта выращивали до 5–10-й репродукции. Из всех исследованных сортов Грунтовый Грибовский 1180 проявлял самую высокую приспособленность к условиям сибирского климата. Из группы сибирских сортов по общей высокой продуктивности выделены наиболее перспективные: Сибирский скороспелый 1450 и Алтайский ранний. Сделан вывод о том, что сибирские сорта хорошо подогнаны к условиям Сибири. С целью изучения характера проявления холодостойкости сортов томата в 1960–70-х гг. было исследовано многократное воздействие низких температур при репродуцировании разных по происхождению сортов в условиях Новосибирска.

Уже при кратковременном воздействии низкими температурами на семена было отмечено появление структурных изменений хромосом, хромосомных аберраций и полиплоидных клеток (Тропина, Санкина, 1972). Наибольший спектр изменчивости наблюдали в популяциях сортов Грунтовый Грибовский 1180 и Молдавский ранний.

**Интродукция и селекция луковых растений.** С 1970-х гг. в ЦСБС началась работа по изучению и интродукции видов корневищных луков. В разные годы в ней принимали участие научные сотрудники ЦСБС к. б. н. Юрий Михайлович Днепровский, д. б. н. Вера Алексеевна Черемушкина, к. б. н. Николай Вальтерович Фризен, к. б. н. Валентина Палладиевна Гранкина, Эмилия Павловна Целищева. В результате этих работ составлен уточненный список видов подрода корневищные луки умеренной зоны СССР, насчитывающий 116 видов, отнесенных к 12 секциям<sup>9, 10</sup>. Изучение луковых проходило в ЦСБС по двум основным направлениям. Первое в большей мере относилось к глубокому исследованию распространения в Сибири видов *Alliaceae* Batsch ex Borkh. с ревизией систематического состава луков, приведением карты их ареалов, а также изучением кариологии многих сибирских видов *Allium* L. (Фризен, 1988). Второе направление охватывало биологию, экологию, пути ритмогенеза и вопросы интродукции видов лука (Черемушкина и др., 1992; Черемушкина, 2004).

В эти же годы была создана, возможно, наиболее полная коллекция живых растений 62 видов лука, обитающих в Сибири, на Дальнем Востоке, в Казахстане и Средней Азии<sup>10</sup>. Для сравнения, по уточненным в ходе ревизии данным на территории азиатской части России зарегистрировано 66 видов и 4 подвида рода *Allium* (Ковтонюк и др., 2009). По последним данным, на территории Сибири произрастает 62 вида рода *Allium*, из которых 11 являются эндемиками

(Синицына, 2019). В процессе интродукции луков дана морфологическая характеристика семян и изучены особенности их прорастания у 26 видов. Кроме того, изучению подвергнута сезонная ритмика роста и развития половозрелых растений корневищных луков.

В 1986 г. на заседании специализированного совета Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина состоялась успешная защита В.А. Черемушкиной кандидатской диссертации на тему «Морфогенез и жизненные формы корневищных луков» по специальности 03.00.05 «Ботаника», в которой впервые была составлена монографическая сводка жизненных форм подрода *Rhiziridium* рода *Allium*, выделены типы онтоморфогенеза, описаны варианты малого жизненного цикла и ритмы морфогенеза побегов, а также намечены основные пути эволюции жизненных форм в пределах подрода. В дальнейшем биоморфология видов рода *Allium* L. Евразии и структура их ценопопуляций стала темой ее докторской диссертации, которая была успешно защищена в 2001 г.

К 1980 г. в ЦСБС в целом были завершены исследования по изучению особенностей биологии развития и морфогенеза озимого стрелкующегося чеснока, интродуцированного в лесостепную зону Сибири с 1966 г. Совместно с СибНИИРС СО ВАСХНИЛ были переданы в государственное сортоиспытание два сорта озимого чеснока (стрелкующийся сорт Сибирский и нестрелкующийся сорт Новосибирский) и даны рекомендации по их семеноводству. В 1982 г. по результатам ГСИ сорта чеснока Сибирский (авторы – Л.Л. Еременко, В.А. Комиссаров, Д.А. Старикова) и Новосибирский (авторы – Л.Л. Еременко, Д.А. Старикова, Е.Г. Гринберг) были включены в Государственный реестр селекционных достижений СССР. В 1993 г. как результат совместной работы ЦСБС с СибНИИРС включен в государственный реестр сорт стрелкующегося чеснока СИР 10.

Исследования Ботанического сада также затрагивали объекты природной флоры Сибири. Так, в Южной Сибири выявили более 60 видов ценных дикорастущих овощных растений, многие из которых представляют значительный интерес для обогащения культурной флоры (Васильева и др., 1977).

С 1979 по 1988 г. в ЦСБС под руководством д. б. н. Николая Дмитриевича Тарасенко проведены исследования по экспериментальному мутагенезу ( $\gamma$ -лучи и раствор этилметансульфоната – ЭМС) на томате и сладком перце (Тарасенко и др., 1982). В результате воздействия мутагенами в популяциях перца выщеплялись более скороспелые (на 10 дней) и менее продуктивные формы. На томате желтоплодная мутантная форма М-31-50, полученная обработкой семян красноплодного сорта Хачмасский 18, оказалась менее продуктивной и более позднеспелой, а также более восприимчивой к грибным заболеваниям по сравнению с исходным сортом.

Актуальная тема хранения семян коллекционных сортообразцов томата и изменений в процессе их длительного хранения получила развитие в исследованиях, проведенных Юрием Валентиновичем Фотевым в 1984–1986 гг. под руководством к. с.-х. н. Л.П. Тропиной и к. с.-х. н. В.В. Токарева (Тропина и др., 1986). Результаты показали, что увеличение срока хранения семян 7 сортов (Барнаульский консервный,

<sup>9</sup> Изыскание и введение в культуру хозяйственно ценных для Западной Сибири пищевых растений (заключительный отчет). Том II. Новосибирск: ЦСБС СО АН СССР, 1980.

<sup>10</sup> Там же.



**Рис. 1.** Сорт томата Дельта 264  
**Fig. 1.** Tomato cultivar Delta 264

Грунтовый Грибовский 1180, Невский, Пионер, Сибирский скороспелый 1450, Талалихин 186 и Штамбовый Алпатьева 905а) отрицательно влияет на начальные темпы роста и развития растений, а также в большинстве случаев на продуктивность выращенных из них растений. Наименьшая зависимость качества семян от продолжительности их хранения отмечена у сорта Барнаульский консервный, у которого отдельные образцы семян 19–20-летнего возраста имели всхожесть 72–94 %. Семена местной репродукции были менее долговечными по сравнению с семенами от оригинаторов за исключением семян белорусского и ленинградского происхождения. В потомстве от посева длительно хранившихся семян было увеличено количество аномальных проростков и морфологически измененных растений. Сделан вывод о том, что для семенных целей можно использовать семена, хранившиеся не более 9 лет, а для получения плодов – не более 14 лет. Некоторые формы, полученные от длительно хранившихся семян, обладали признаком мужской стерильности, выражавшейся в полном отсутствии пыльцы в цветках. Такие растения послужили основой для изучения и возможного использования в практике этого признака при помощи проведенных скрещиваний с культурными сортами и дикорастущими видами томата, в первую очередь с *Lycopersicon pimpinellifolium* Mill. и *L. hirsutum* (Humb. et Bonpl.) Dun.

**Исследования дикорастущих видов томата.** Успех в получении отдаленных гибридов на стерильной основе сорта Сибирский скороспелый 1450 подтолкнул к привлечению в скрещивания других дикорастущих видов томата и расширению спектра создаваемых гибридных комбинаций за счет выбора перспективных материнских форм. В результате такой работы, с одной стороны, в ЦСБС СО РАН была сформирована (начиная с 1986 г.), вероятно, наиболее полная в азиатской части Российской Федерации коллекция дикорастущих видов томата по числу видов и форм из количества образцов, присланных ВИР, С.М. Rick Tomato Genetics Resource Center (при Университете штата Калифорния, США)<sup>11</sup> и полученных по Делектусу семян. С другой стороны, отдаленная и межвидовая гибридизация и изучение полученных гибридов показали высокую продуктивность и устойчивость к болезням некоторых из них. Всестороннее изучение и отбор в гибридной комбинации с участием отборной формы 10–77 и дикорастущего вида *L. peruvianum* (L.) Mill. показало явное преимущество перед стандартом формы 264 с уникальным сочетанием признаков (например, типичными для *L. peruvianum* удлиненной кистью и крупноплодностью) (рис. 1), что завершилось передачей (впервые в России с участием этого вида) сорта Дельта 264 на ГСИ и включением его в 1999 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию для выращивания в защищенном грунте 4-й световой зоны. Такая работа, проведенная совместно с научным сотрудником ЦСБС Галиной Александровной Кудрявцевой, как итог успешной интродукции, показала эффективность отдаленной гибридизации для практической селекции. Всего в ЦСБС с 1983 по 2009 г. выполнены скрещивания в более чем 240 комбинациях культурного томата с 13 дикорастущими видами и разновидностями.

В дальнейшем созданный меж- и внутривидовой гибридный материал послужил основой для его оценки на устойчивость к стрессовым температурам и болезням в рамках выполнения Ю.В. Фотевым в 1989–1992 гг. на базе НИИ овощного хозяйства (ныне ФГБНУ ФНЦО, г. Москва, Мытищи) аспирантской работы под руководством д. с.-х. н. Светланы Ильиничны Игнатовой по теме «Исходный материал для селекции томата с устойчивостью к стрессовым температурам и болезням»<sup>12</sup>. К настоящему времени на основе дикорастущих видов созданы межвидовые гибриды и селектированы оригинальные межвидовые гибридные формы с высокой устойчивостью к имеющимся в регионе заболеваниям томата (кладоспориозу и альтернариозу) и низкой температуре. В потомстве межвидовых гибридов культурного томата отмечено появление форм с признаками, отсутствующими у исходных компонентов скрещиваний: способность к прорастанию пыльцы при низкой температуре (*L. pimpinellifolium*, *L. cheesmanii* Riley, *L. parviflorum* Rick et al.), доминирование оранжевоплодности над крас-

<sup>11</sup> Автор благодарен сотрудникам ВИР, С.М. Rick Tomato Genetics Resource Center (TGRC) и особенно основателю TGRC Чарльзу М. Рикку за предоставленные образцы дикорастущих видов и ценные советы по проращиванию семян «дикарей» томата.

<sup>12</sup> Фотев Ю.В. Исходный материал для селекции томата с устойчивостью к стрессовым температурам и болезням. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук по специальности «Селекция и семеноводство». М., 1992. 17 с.

ной окраской плода (*L. minutum* Chmillew. et Rick, *L. hirsutum* var. *glabratum* C.H. Mull.), интенсивная опушенность листьев и стеблей (*L. minutum*), адвентивные корни и разросшиеся листовидные чашелистики (*L. glandulosum* C.H. Mull.), соцветия сложного типа (*L. peruvianum*).

В исследованиях ЦСБС изначально использованы образцы дикорастущих видов томата из коллекции ВИР (к-), поэтому здесь и далее при упоминании видов томата использована классификация И.А. Храпаловой (ВИР), основанная на классификации Д.Д. Брежнева (1958) и изучении более 7 тыс. образцов этой культуры (Храпалова, 2021). Род *Lycopersicon* Tourn. (Solanaceae) в 1694 г. вслед за Галеном описал Ж. Турнефор (J.P. Tournefort). В итоге родом с названием *Lycopersicon* от Галена до наших дней считают 43 исследователя; шесть (6) систематиков, включая К. Линнея, выступают за вид в составе рода *Solanum* (Храпалова, 2021. С. 102). Некоторые морфологически и репродуктивно обособленные таксоны не представлены в «новой» классификации. Например, хорошо скрещивающаяся с культурным томатом слабоопушенная разновидность *L. hirsutum* (Humb. et Bonpl.) Dun. var. *glabratum* C.H. Mull. просто отсутствует в классификации, предложенной I.E. Peralta, D.M. Spooner, S. Knapp (2008). В классификации И.А. Храпаловой была также представлена удобная для селекционеров и целей систематизации кодировка от дикорастущих видов до культурного томата.

По утверждению A.R. Raduski и B. Igić (2021), несмотря на огромное экономическое значение томата, *Solanum* section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst. по-прежнему демонстрирует значительную таксономическую нестабильность, включая проблему недостаточного распознавания аллогамных видов. Вряд ли нуждается в комментариях консенсус разных авторов о близости видов *Lycopersicon* Tourn. и *Solanum* L. Тем не менее степень сходства *Lycopersicon* и *Solanum*, на наш взгляд, недостаточна для переноса видов томата в род *Solanum*. «Чтобы описать вид во всей его целостности, совершенно недостаточно диагноза хотя бы в целую страницу, детального описания всех его органов в гербарии» (Вавилов, 1931. С. 16). «Необходимо знание системы изменчивости, должна быть приведена амплитуда вариаций по отдельным признакам с указанием на частоту и район распространения тех или иных вариаций» (Там же. С. 17). Можно согласиться с мнением Д.Д. Брежнева (1958. С. 18) о том, что «филогенетически род *Lycopersicon* является молодым», свидетельством чего служат данные о небольшом его объеме, ограниченном распространении рода, большом числе общих признаков для всех его видов и подвидов и отсутствии разнообразия в числе и структуре хромосом. Все это говорит о том, что отщепление этого рода от *Solanum* произошло сравнительно недавно. Оценка молекулярного возраста показала, что диверсификация с *Petota* произошла около 7 млн лет назад, а секции *Lycopersicon* – около 2 млн лет назад (Särkinen et al., 2013). А.Л. Тахтаджан, несомненно, зная о работах I.E. Peralta и D.M. Spooner (2005 и др.), тем не менее, оставил *Lycopersicon* Tourn. в статусе отдельного рода внутри Solanaceae Juss. (Takhtajan, 2009. С. 533). В последнее время возникла проблема так называемого маркер-ассо-

циированного биопиратства (Hammond, 2011), имеющая отношение к таксономии *Solanum* L. Например, компания Monsanto делала попытки заявить права на любую другую селекционную линию томатов с таким же характером роста, независимо от того, происходит ли она от *S. pennellii* Cor. LA0716, любого другого образца *S. pennellii* или фактически от любого другого растения рода *Solanum*. К сожалению, Минсельхоз России в 2014 г. поторопился ввести в оборот госрегистрации сортов методику RTG/044/3 взамен RTG/044/2, переименовав томат в *Solanum lycopersicum* L. и не согласовав переименование столь важной культуры со специалистами ВИР.

В связи с тем что характер поверхности семян не учитывался среди других 66 морфологических признаков в таксономическом исследовании дикорастущих видов томата, проведенном I.E. Peralta и D.M. Spooner (2005), в 2013 г. на базе ЦКП ЦСБС СО РАН было выполнено сравнение морфологии поверхности семян видов томата (*L. cheesmanii* f. *minor* Riley, *L. parviflorum* C.M. Rick, *L. hirsutum* Dunal, *L. peruvianum* Mill., *L. chilense* Dunal, *L. pennellii* Cor.) и пасленов (*S. anguivi* Lam., *S. centrale* J.M. Black, *S. pyracanthum* Lam., *S. guineense* L., *S. linnaeanum* Hepper & P.-M.L. Jaeger, *S. quitoense* Lam. и *S. brachyantherum* Phil.) при помощи электронного микроскопа HITACHI TM-1000 (Фотев, 2013). Результаты показали резкие различия между семенами видов *Lycopersicon* и *Solanum*. Сделан вывод о том, что с учетом долгой истории изучения филогении рода *Lycopersicon*, принятия большинством специалистов-селекционеров классической классификации томата и экономической важности культуры, следует сохранить статус-кво рода *Lycopersicon* в том виде, в каком он был до работ приверженцев кладистической методологии. Поверхность семян томата обычно в той или иной степени «опушенная», покрыта уникальным внешним слоем семенной оболочки, по-видимому, играющим роль каркаса, поддерживающего постоянный объем защитной капсулы (Chaban et al., 2022). У пасленов семена зачастую неопушенные<sup>13</sup>. Апоморфией, выделяющей *Lycopersicon* из рода *Solanum*, нужно считать и характерные для входящих в него видов пыльники, растрескивающиеся внутри продольной щелью.

С 1996 г. исследования по овощным культурам в ЦСБС проводятся под руководством к. с.-х. н., с. н. с. Ю.В. Фотева в нескольких направлениях. Первое состояло в разработке методов изучения и моделирования экологической стабильности форм томата с использованием оценки количественных признаков в фазе зрелого мужского гаметофита и в спорофитном поколении (Фотев, Юрлова, 1996; Фотев, 2018; и др.). Опубликованные методические подходы позволяют смоделировать ответную реакцию растений разных сортов на действие комплекса взаимодействующих факторов среды с использованием фундаментальных принципов сохранения надежности систем жизнеобеспечения растительного организма (гомеостаз, буферность, канализация развития) в гапло- и диплофазах жизненного цикла растений. Сортообразцы с минимальным варьированием плодообразования по годам обычно характеризуются вы-

<sup>13</sup> Например, ключом к определению томата среди видов *Solanum* L. является опушение семян. URL: <https://florida.plantatlas.usf.edu/Genus.aspx?id=1143#classification> (дата обращения 05.01.2024).



**Рис. 2.** Схема оценки адаптивной способности форм и гибридов томата  
**Fig. 2.** Scheme for assessing the adaptive capacity of tomato forms and hybrids

соким показателем прорастания пыльцы, его минимальным варьированием на 10 и 20 % растворах ПЭГ 6000, высоким плодообразованием и его минимальным варьированием на разных соцветиях внутри растения и между растениями в микропопуляции (как правило, 8–16 растений). Последние два критерия показывают устойчивость репродуктивной сферы конкретного генотипа, с одной стороны, к меняющимся в течение вегетационного периода комплексу внешних условий (температура, влажность и др.), а с другой – свидетельствуют о его конкурентоспособности на внутрипопуляционном уровне в агроценозе (рис. 2).

Предложенный подход дает возможность прогнозировать варьирование урожайности сортов томата по годам в условиях пространственно-временных и материальных ограничений. Развитие это направление получило в аспирантской работе Е.В. Юрловой, успешно защитившей в 1996 г. диссертацию на соискание ученой степени канд. с.-х. наук по специальности 06.01.05 «Селекция и семеноводство» с темой «Оценка томатов на устойчивость к нерегулируемым абиотическим факторам с использованием признаков гаметофитного и спорофитного поколений»<sup>14</sup>.

**Селекция томатов.** Второе направление исследований связано с отдаленной и внутривидовой гибридизацией, созданием сортов и гибридов томата, перца и баклажана для условий защищенного и открытого грунта Сибири. В начале 1990-х гг. одним из основных приоритетов в исследованиях

<sup>14</sup> Юрлова Е.В. Оценка томатов на устойчивость к нерегулируемым абиотическим факторам с использованием признаков гаметофитного и спорофитного поколений. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Сиб. науч.-исслед. ин-т кормов. Новосибирск, 2006. 21 с.

овощных культур становятся межсортовая гибридизация томатов на гетерозис по продуктивности и создание форм с высокой лежкостью на базе геноисточников *tin* и *nor*. Деятельное участие в этой работе принимала н. с. ЦСБС Галина Александровна Кудрявцева.

С использованием селектированного материала, созданного на искусственном инфекционном фоне (фитобокс в тепличном комбинате «Кировец», 1993–1996 гг.) и устойчивого к возбудителям ВТМ, кладоспориоза, фузариоза и галловым нематодам, были получены гибриды F<sub>1</sub> с комплексной устойчивостью и высокой продуктивностью (Фиеста TCF, Сенбернар TmCFN Островок TmC, Верлибр TmC, Сибарит TmCN и др.), испытанные совместно с Сибирским институтом физиологии и биохимии растений (СИФИБР, г. Иркутск; д. с.-х. н. Ю.Ф. Палкин)<sup>15</sup>. Однако с закрытием тепличных комбинатов «Кировец» и «Агрофирма «Иня» в Новосибирске испытание, размножение и передача в ГСИ перспективных новых сортов и гибридов стали затруднительными. Тем не менее постепенно в ЦСБС СО РАН создание и размножение различных по характеристикам сортов для овощеводов Сибири приобретает важное значение.

Селектированы 19 сортов томата: крупноплодные сорта Зырянка, Дельта 264, Топ-модель, Любимый король, Ваше Величество, Желтая ракета, Никитка, Сливка красная, Маняша и др., с необычной формой и окраской плода (Толстый боцман [ген *gs*]), высоким содержанием аскорбиновой кислоты (41–44 мг %) и многоплодностью (черри-томаты Оже-

<sup>15</sup> Первые два гибрида (F<sub>1</sub> Фиеста, F<sub>1</sub> Сенбернар) включены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию.



**Рис. 3.** Сорт томата Зырянка  
**Fig. 3.** Tomato cultivar Zyryanka



**Рис. 4.** Сорт томата Топ-модель  
**Fig. 4.** Tomato cultivar Top-model

релье желтое и Ожерелье красное [ген *sl*]), отменными засолочными качествами (Минор, Сибирский пируэт) и высокой устойчивостью к болезням – ВТМ, кладоспориозу и альтернариозу для открытого, защищенного грунта и горшечной культуры в закрытых помещениях.

В ЦСБС СО РАН созданы, вероятно, лучшие в Сибири по товарным, вкусовым качествам и продуктивности сорта томата детерминантного типа Зырянка и Топ-модель, имеющие красную и оранжевую окраску созревшего плода соответственно (рис. 3, 4). С 1999 по 2013 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, включены 19 сортов томата разного назначения. Некоторые дикорастущие виды томата (*L. hirsutum*, *L. cheesmanii*, *L. peruvianum*, *L. pennellii*) были рекомендованы в качестве декоративных растений. Такой подход в использовании дикорастущих видов сородичей культурных растений предлагается также как один из вариантов сохранения и применения биоразнообразия. Выведенные в ЦСБС СО РАН сорта томата удовлетворяют самому широкому спектру требований сибирских овощеводов в отношении их потребительских качеств, биохимических достоинств и устойчивости к болезням. Например, сорт Сливка красная – черри-томат, характеризующийся помимо высокой устойчивости к патотипам ВТМ, *Cladosporium fulvum* Cooke и *Alternaria solani* Sor., длительной лежкостью плодов (до двух месяцев в обычных условиях).

Для информирования овощеводов о достижениях в се-

лекции овощных культур и агротехники их выращивания в 1998 г. при сотрудничестве с издательством «ЦЭРИС» начал выпуск серии брошюр «Дела садовые» под редакцией Ю.В. Фотева. Вышло в свет четыре номера, последний посвящен культуре томата. В 1998 г. опубликовано справочное пособие «Основные неудачи при выращивании плодовых, овощных и цветочных культур» (1998). В 1999 г. совместно с сотрудниками СО РАСХН напечатана книга «Овощи в Сибири». В 2000 г. издано справочное руководство «Сорта томата в Сибири». В 2010 г. опубликована книга «Овощные культуры и картофель в Сибири» (авторы В.Н. Губко, О.А. Черноволова, Ю.В. Фотев и др.)<sup>16</sup>.

**Селекция перцев и баклажанов.** В 1983 г. получено авторское свидетельство на скороспелый сорт перца сладкого Новосибирский (авторы Л.П. Тропина, З.А. Нежданова, В.П. Белоусова и Н.Ю. Антипова), до сих пор популярный у овощеводов Сибири. Созданный к этому времени совместно с СибНИИРС сорт томата Чароит долгие годы являлся

<sup>16</sup> Ермакова Н.И., Витченко Э.Ф., Гринберг Е.Г., Губко В.Н., Мелешкина Т.Н., Назарюк В.М., Токарев В.В., Фотев Ю.В. Овощи в Сибири. Новосибирск: Ревик-К, 1999.

Фотев Ю.В., Кудрявцева Г.А. Сорта томата в Сибири. Новосибирск: Сибирский хронограф, 2000.

Губко В.Н., Черноволова О.А., Фотев Ю.В. Пасленовые. В кн.: Овощные культуры и картофель в Сибири. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния Россельхозакадемии, 2010. С. 4–133.

Штайнерт Т.В., Мелешкина Т.Н., Горшкова Е.М., Фотев Ю.В. Тыквенные. В кн.: Овощные культуры и картофель в Сибири. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния Россельхозакадемии, 2010. С. 134–209.



**Рис. 5.** Сорт сладкого перца Бегемот  
**Fig. 5.** Sweet pepper cultivar Begemot

своего рода эталоном скороспелости и надежности получения раннего урожая.

В 1987 г. результатом многолетней работы с ревенем стало включение в Государственный реестр селекционных достижений СССР сорта ревеня Обской.

Со второй половины 1990-х гг. проводятся работы по созданию сортов и гибридов перца сладкого и баклажана, в которых активное участие принимает н. с. Валентина Петровна Белоусова. В дополнение к выведенному ранее (1983 г.) раннеспелому сорту Новосибирский в ЦСБС селектированы и включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, семь сортов: крупноплодные сорта перца Бегемот (рис. 5), Ягуар, Ятаган, Золотой теленок, Багира, отличающиеся ценным биохимическим составом и высокой продуктивностью. Созданные в ЦСБС, сорта Сибирский экспресс и Роман отличаются высокой энергией плодообразования, раннеспелостью и специально предназначены для садово-огородных участков юга Западной Сибири. В 2013 г. селектирован и включен в Госреестр селекционных достижений первый в азиатской части России  $F_1$  гибрид баклажана Сибирский аргумент, рекомендуемый для открытого грунта и временных пленочных укрытий Сибири.



**Рис. 6.** Плоды коллекционных видов и форм перца (*Capsicum* L.) в ЦСБС СО РАН

**Fig. 6.** Fruits of pepper (*Capsicum* L.) species collection in the Central Siberian Botanical Garden, SB RAS

Результатом работы с острым перцем в ЦСБС является создание большой коллекции видов, форм и гибридов перца *Capsicum* L. (рис. 6). Созданы две гибридные формы, № 52 и 53, обладающие желтой и красной окраской созревшего плода соответственно. Растения высотой 30–40 см, плоды удлиненно-конусовидной формы, длиной 6–10 см. Формы отличаются высокой энергией плодообразования и декоративностью. Интерес для горшечной культуры в закрытых помещениях могут представлять и выведенные карликовые, желтоплодные формы перца с высотой растений до 25 см, а также низкорослые фиолетовоплодные формы, полученные гибридизацией острого и сладкого перца. Коллекция острого перца в ЦСБС постоянно расширяется, в том числе за счет получения новых видов и форм по Делектусу, от любителей, а также в результате сотрудничества с Институтом острого перца (The Chile Pepper Institute, New Mexico State University, США). Был опубликован материал по истории выращивания острого перца в России (Fotev, 2007).

**Интродукция новых (нетрадиционных) видов и форм.** Третье направление, активно развивающееся с 2000-х гг., связано с поиском и интродукцией новых для России видов и форм овощных растений. К 2017 г. коллекция овощных растений ЦСБС СО РАН насчитывала свыше 1690 сортообразцов



**Рис. 7.** Плоды спаржевой вигны, сорт Сибирский размер  
**Fig. 7.** Beans of asparagus vigna, cultivar Sibirskiy razmer



**Рис. 8.** Плод момордики, сорт Гоша  
**Fig. 8.** Bitter melon fruit, cultivar Gosha



**Рис. 9.** Кивано, сорт Зеленый дракон  
**Fig. 9.** Kiwano, cultivar Zeleniy drakon



**Рис. 10.** Плоды бенниказы, сорт Акулина  
**Fig. 10.** Wax gourd fruits, cultivar Akulina



**Рис. 11.** *Houlttuynia cordata*, соцветие  
**Fig. 11.** *Houlttuynia cordata*, inflorescence



**Рис. 12.** Китайская брокколи, или кай-лан  
**Fig. 12.** Chinese broccoli or kai lan

и форм, относящихся к 9 семействам, 35 родам, 84 видам, и 267 межвидовых гибридов. Живая коллекция овощных растений семейства Cucurbitaceae Juss. представлена 29 видами, относящимися к 18 родам в количестве около 120 образцов, семейства Fabaceae Lindl. – 33 видами, относящимися к 10 родам в количестве около 300 образцов. В коллекции наибольшее внимание уделяется представителям семейств Cucurbitaceae, Fabaceae и Solanaceae. Наиболее представительны таксоны внутривидового уровня, включая созданные в ЦСБС СО РАН гибриды  $F_1 \dots F_7$  и отборные формы, вигны (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., Fabaceae) – свыше 200 образцов, момордика (*Momordica charantia* L., Cucurbitaceae) – около 30 и бенинказа (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn., Cucurbitaceae) – около 35. В настоящее время интенсивно ведутся исследования, включая внутривидовую гибридизацию, спаржевой вигны (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), момордики (*Momordica charantia* L.), кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey ex. Schrad, Cucurbitaceae) и бенинказы (*Benincasa hispida*

(Thunb.) Cogn.) для условий Сибири. Выделенные виды и формы новых для Сибири овощных культур содержат комплексы ценных функциональных пищевых ингредиентов (по ГОСТ Р 52349-2005) – белки, пектины, витамин С, микроэлементы Ca, Mg, Fe, Mo (вигны), микроэлементы Ca, K, Mg, Zn, Cu, Fe (кивано), белки, витамин С, катехины, ликопин и другие каротиноиды, стероидные сапонины, инсулиноподобные пептиды, алкалоиды и микроэлементы K, Mg, Mn, Zn, Cu (момордика), комплекс антиоксидантов, тритерпены, стеролы, феноловые соединения, микроэлементы Fe, Zn, Mo (бенинказа). Представляют особый интерес высокое содержание аскорбиновой кислоты и каротиноидов в листьях (350.8–545.1 мг %) и ариллусе плодов (68.9–177.6 мг % FW) момордики, а также высокая концентрация микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Co, Mo) в плодах момордики, бенинказы, кивано и вигны. Впервые исследован состав антиоксидантов и фотосинтетических пигментов в новых для России овощных культурах (Gins et al., 2020).

Самый высокий антиоксидантный статус (по содержанию суммы каротиноидов, хлорофилла и антиоксидантов) имеют листья и плоды момордики из открытого грунта.

Плоды кивано сорта Зеленый дракон, выращенные в Сибири (г. Новосибирск), имеют в 1.5 раза более высокое суммарное содержание антиоксидантов по сравнению с репродукцией в условиях Московской области. За счет повышенного содержания функциональных пищевых ингредиентов – аскорбиновой кислоты, каротиноидов, пектинов, катехинов (Фотев и др., 2008) и микроэлементов (Mn, Fe, Co, Cu, Mo) (Наумова и др., 2014) – плоды и листья момордики, плоды вигны, кивано и бенинказы целесообразно использовать для получения функциональных пищевых продуктов (Фотев и др., 2017). В результате интродукции и селекции в ЦСБС СО РАН впервые в России созданы и включены в Государственный реестр сорта вигны Сибирский размер и Юньнаньская, кивано Зеленый дракон, момордики Гоша и бенинказы Акулина, пригодные для выращивания на юге Западной Сибири (Государственный реестр..., 2022) (рис. 7–10). Помимо ценного биохимического состава важным качеством новых сортов является их лежкость: плоды кивано могут храниться до 6 мес., а бенинказы – свыше 2 лет при комнатной температуре.

В исследованиях, проводимых в ЦСБС СО РАН, доказана возможность создания продуктивных форм и сортов вигны, пригодных для выращивания на юге Западной Сибири (55N)<sup>17</sup>. Впервые в России созданы симбиотические азотфиксирующие системы – сорта вигны и соответствующие им штаммы ризобий (виды рода *Bradyrhizobium* Jordan), рекомендуемые для агроценозов с этой культурой (Фотев и др., 2016). Результаты исследования в ЦСБС СО РАН морфометрических и других признаков вигны были использованы при разработке первой в России официальной методики Госсортокмиссии РФ (RTG/1076/1) для оценки отличимости, однородности и стабильности новых сортов этой культуры. На основе исследования коллекции и межсортовой гибридизации вигны селектированы перспективные, продуктивные константные формы с зеленой, красно-зеленой и красно-пурпурной окраской плода, которые могут стать основой сортимента вигны для регионов РФ. На основе концепции мультифакторных экологических блоков была исследована изменчивость элементного состава семян сортообразцов вигны (*V. unguiculata*) на юге Западной Сибири и в Крыму, выделены стабильные по биохимическому составу сорта и формы – сорт Сибирский размер и форма Zinder (Фотев и др., 2021а, б). Впервые изучены на разных этапах онтогенеза и определены основные возбудители грибных заболеваний спаржевой вигны на юге Западной Сибири (Фотев, Казакова, 2019).

Одним из важнейших источников данных о стабильности генотипов, изучаемых в Сибири теплолюбивых интродуцентов, является показатель взаимодействия «генотип – среда». По методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой (1985) установлена значительная разница между образцами по этому показателю. Например, у форм бенинказы самая низкая вариация взаимодействия генотипа и среды (года испытания)  $\sigma^2(G \times E)_g$  была у формы Куньминская (1.73), самая высокая –

у формы Z-1951-1 (4.06). Лучшими образцами, сочетающими высокую продуктивность со стабильным урожаем, оказались форма Куньминская с показателем селекционной ценности генотипа 5.99, у формы 2 JinYu и сорта Акулина этот показатель составил 4.56 и 4.27 соответственно, а у формы Z-1951-1 – 0.33. По данным пятилетних исследований (2008–2012 гг.), урожайность сортообразцов бенинказы была от  $6.2 \pm 2.55$  кг до  $8.3 \pm 1.48$  кг/м<sup>2</sup> при массе плода от  $3.7 \pm 0.96$  до  $5.0 \pm 0.67$  кг, однако на 5 % уровне значимости влияние условий года было выше разницы в их урожайности между образцами. Существенно, что в условиях необогреваемой пленочной теплицы в контрастные по температурному фактору годы при повышении в июне средней температуры почвы на глубине 15 см с +14...+15.5 (2009 г.) до +20...+22 (2012 г.) °C прирост растений в высоту увеличился в 8.3 раза, а скорость формирования новых листьев – в 2.7 раза.

Отдельные результаты исследования в ЦСБС СО РАН новых для России видов овощных растений были приведены в коллективной монографии «Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири», изданной в 2013 г.<sup>18</sup>

Большой интерес для растениеводческой отрасли, пищевой промышленности и фармакологической отрасли России может представлять распространенная в странах Юго-Восточной Азии, но совершенно новая для нашей страны овощная и лекарственная культура – хауттуйния сердцевидная, или рыба мята *Houttuynia cordata* Thunb., семейства Saururaceae Rich. ex T. Lestib (Фотев и др., 2017) (рис. 11). Новый объект исследования в ЦСБС СО РАН, несмотря на южное происхождение, можно культивировать в условиях умеренного климата в открытом грунте и использовать для получения функциональных продуктов питания. Растение представляет собой потенциальный источник антиоксидантов и широко используется в народной медицине при лечении значительного числа болезней, таких как сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, анемия, сахарный диабет, дизентерия и др. (Rathi et al., 2013). Последователи китайской народной медицины широко используют рыбу мяту (листья, корневища) для улучшения когнитивных функций и в качестве адаптогена, а также в антиэйдж-терапии (Hurrell, Puentes, 2017).

В качестве перспективной овощной культуры для промышленного растениеводства предлагается использовать китайскую брокколи, или кай-лан (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* (L.H. Bailey) Musil.) (Фотев и др., 2018а) (рис. 12). Растение богато активными веществами – глюкозинолатами, проявляющими антиоксидантные, антимикробные и антикарциногенные свойства (Essoh et al., 2020). В пищу используют цветоносные побеги и молодые листья этой культуры. Обычно нежные побеги тушат в растительном масле, иногда с добавлением имбиря и чеснока. Вид используется в меж- и внутривидовой гибридизации, а также в селекционно-генетических экспериментах для

<sup>18</sup> Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2013. С главами: «Вигна» (Фотев Ю.В., Белоусова В.П.), «Момордика» (Фотев Ю.В., Белоусова В.П.), «Кивано» (Фотев Ю.В., Белоусова В.П.), «Бенинказа» (Фотев Ю.В., Белоусова В.П.) и «Дикорастущие виды томата» (Фотев Ю.В.).

<sup>17</sup> URL: <https://map-rus.com/ugzapad-sibir.html>

картирования с применением QTL. В ЦСБС совместно с ВИР были проведены электронно-микроскопическое исследование поверхности пыльцы и семян коллекционных форм вида, анализ биохимического состава, включая содержание макро- и микроэлементов, а также молекулярно-генетический скрининг полиморфизма SSR-маркерами (Na10D09, OI12F02, Ra2E12, BC7 и BC 65) (Фотев и др., 2018а). Наибольший полиморфизм был отмечен при скринировании исследуемого материала маркером BC7, связанным с числом листьев.

При оценке коллекции экзотических теплолюбивых овощных растений в ЦСБС СО РАН разработан комплекс биологических и технологических параметров, важных для прогностической оценки результата интродукции овощных растений, создана методика интродукции и селекции теплолюбивых овощных культур в Сибири (Фотев, 2018). Предложена концепция создания национальной системы функциональных продуктов питания (Фотев и др., 2018б).

Таким образом, вся история исследований овощных растений в ЦСБС СО РАН за более чем 75-летний период включала важные для сибирского региона и страны в целом направления, связанные с изучением биоразнообразия, интродукцией и селекцией новых или малораспространенных в стране культур, решением вопросов репродуктивной биологии, семеноведения и устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды.

## Заключение

Ретроспектива основных направлений работы с овощными растениями в ЦСБС СО РАН позволяет выделить ряд важных этапов развития исследовательского потенциала. В 1940–1960-е гг. основное внимание уделялось созданию и изучению коллекций видов, сортов и форм культурных растений, вопросам морфобиологической изменчивости и семеноведению интродуцентов. Большое значение придавалось разработке практических рекомендаций по выращиванию культур и семеноводству, а также прямому внедрению разработок в сельскохозяйственное производство. В 1970–1980-е гг. приоритетными были исследования по изучению изменчивости сортов томата и перца в процессе адаптации к условиям Сибири, а также работы по всестороннему изучению и интродукции видов луковых растений, включая корневищные луки. В 1980–1990-е гг. на основе сформированной большой коллекции дикорастущих видов и культурных сортообразцов томата проводились их оценка на устойчивость к низкой и высокой температурам в гапло- и диплофазах жизненного цикла растений и патогенам, а также межвидовая гибридизация внутри рода *Lycopersicon* Tournef. В 2000-е гг. наибольшее внимание было отведено интродукции и селекции новых для Сибири и России теплолюбивых культур (спаржевой вигне, кивано, момордике и бенинказе), изучению их биохимического состава, морфобиологических особенностей, холодостойкости и устойчивости к болезням, а также межвидовой гибридизации томата. Была разработана схема оценки экологической стабильности форм томата с использованием количественных признаков в фазе зрелого мужского гаметофита и в спорофитном поколении, а также сформулированы методические

основы интродукции теплолюбивых культур в Сибири.

В дальнейшем необходимы сохранение преемственности исследовательских подходов в отношении новых для Сибири видов и форм овощных растений и развитие компетенций по актуальным направлениям изучения изменчивости количественных признаков интродуцентов. Нужна актуализация исследований по физиологии устойчивости к стрессовым факторам среды и биоразнообразию микросимбионтов.

Основными направлениями исследований овощных растений в ЦСБС СО РАН в ближайшие годы будут:

- поддержание изучаемой с применением современных и классических методов по разным направлениям коллекции дикорастущих и культурных форм овощных интродуцентов (сем. Solanaceae, Cucurbitaceae и Fabaceae);
- интродукция и селекция новых для России и Сибири видов растений, культур и форм, представляющих интерес в качестве функциональных продуктов питания;
- оценка холодостойкости интродуцентов разными методами в гапло- и диплофазах жизненного цикла растений;
- исследование состава патогенных микромицетов на семенах и вегетирующих растениях при разных температурных режимах;
- изучение биологического потенциала, репродуктивной биологии и особенностей семеноводства теплолюбивых овощных интродуцентов в условиях Сибири;
- совместно с другими научно-исследовательскими учреждениями России (ФНЦО, ИЦиГ СО РАН, ИПА СО РАН, НГАУ и ВИР) изучение изменчивости биохимического состава овощных растений, выделение стабильных биохимически ценных форм и сортов в целях формирования национальной системы функциональных продуктов питания.

В последние годы в связи с отсутствием отечественной инфраструктуры производства семян наблюдается массовый завоз в Россию и Сибирь семян зарубежного производства, часто невысокого качества. Так, за январь – март 2023 г. сибирские таможенники оформили почти две тонны семян капусты, огурцов, редиса, томата, свеклы, петрушки, укропа, базилика, кориандра, салата, перца и лука-батун, произведенных в Китае, Таиланде, Индии, Чили и других странах<sup>19</sup>. Во ввозимом семенном материале обнаруживаются опасные карантинные возбудители грибных, бактериальных и вирусных болезней, а также вредители<sup>20</sup>. В результате для овощеводства региона складывается ситуация возрастания риска недополучения урожаев и распространения опасных, в том числе карантинных, патогенов. Для решения задачи обеспечения продовольственной безопасности необходимо в полной мере задействовать пока имеющийся научный и кадровый потенциал ЦСБС СО РАН, других учреждений РАН, учебно-образовательные учреждения, подведомственные Минобрнауки, и сохранившиеся растениеводческие хозяйства.

<sup>19</sup> Данные с сайта Сибирского таможенного управления. URL: <https://stu.customs.gov.ru/news/document/387303> (дата обращения 05.01.2024).

<sup>20</sup> Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2022 году. М., 2023;33 с. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/nacionalnyj-doklad-o-karantinno-m-fitosanitarnom-sostojanii-territorii-rossijskoj-federacii-v-2022-godu/> (дата обращения 05.01.2024).

## Список литературы / References

- Брежнев Д.Д. Томат – *Lycopersicon* Tourn. В: Культурная флора СССР. Т. 20. Овощные пасленовые (томат, баклажан, черный паслен, дынная груша, перец, физалис, мандрагора). М.-Л.: Сельхозгиз, 1958;7-288.  
[Brezhnev D.D. Tomato – *Lycopersicon* Tourn. In: Cultural flora of the USSR. V. 20. Vegetable nightshades (tomato, eggplant, black nightshade, pepino, pepper, physalis, mandrake). Moscow–Leningrad: Selkhozgiz Publ., 1958;7-288 (in Russian)]
- Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система. Доклад V Международному Ботаническому Конгрессу в Кэмбридже, август 1930 г. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931;7-32  
[Vavilov N.I. The Linnean species as a system. Report to the V International Botanical Congress in Cambridge, August 1930. Moscow–Leningrad: Selkhozgiz Publ., 1931;7-32 (in Russian)]
- Валуцкая А.Г. Прикладные исследования и внедрение разработок Центрального сибирского ботанического сада СО РАН в народное хозяйство (к 70-летию Ботанического сада). *Растительный мир Азиатской России*. 2014;(4):78-90  
[Valutskaya A.G. Applied research and application of developments of Central Siberian Botanical Garden SB RAS in national economy (to the 70th anniversary of Botanical Garden). *Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2014;(4):78-90 (in Russian)]
- Васильева В.Н., Горбунов А.Б., Днепровский Ю.М., Саламатов М.Н., Симагин В.С., Тропина Л.П., Федоровский В.Д., Шишкина Л.А. Интродукция пищевых растений в лесостепи Западной Сибири. В: Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977;93-127  
[Vasilyeva V.N., Gorbunov A.B., Dneprovsky Yu.M., Salamatov M.N., Simagin V.S., Tropina L.P., Fedorovsky V.D., Shishkina L.A. Introduction of food plants in the forest-steppe of Western Siberia. In: Introduction of plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977;93-127 (in Russian)]
- Гончаров П.Л. 70 славных лет (к юбилею СибНИИРС). В кн.: Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Новосибирск: РАСХН, 1996;3-19  
[Goncharov P.L. 70 glorious years (to the anniversary of SibNIIRS). In: Selection and seed production of agricultural crops. Novosibirsk: RASHN Publ., 1996;3-19 (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. Новосибирск: Гео, 2018  
[Goncharov N.P., Goncharov P.L. Methodological basis of plant breeding. Novosibirsk: Geo Publ., 2018 (in Russian)]
- Горбунов А.Б. Итоги интродукции пищевых растений в ЦСБС за 65 лет (1946–2011 гг.). *Растительный мир Азиатской России*. 2014;(2):80-89  
[Gorbunov A.B. Results of introduction of food plants in CSBG for 65 years (1946–2011). *Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2014;(2):80-89 (in Russian)]
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022  
[State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). V. 1. Plant Varieties (official publication). Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2022 (in Russian)]
- Гринберг Е.Г., Машьянова Г.К., Еременко Л.Л., Тропина Л.П., Целищева Э.П. Лук. Чеснок. Новосибирск: Западно-Сибирское книжное изд-во, 1975  
[Grinberg E.G., Mashyanova G.K., Eremenko L.L., Tropina L.P., Tselishcheva E.P. Onion. Garlic. Novosibirsk: Zapadno-Sibirskoye Knizhnoye Izdatel'stvo Publ., 1975 (in Russian)]
- Еременко Л.Л. Опыт выращивания скороспелых крупноплодных томатов в Новосибирске. *Сад и огород*. 1949;(7):61-62  
[Eremenko L.L. Experience in growing early-ripening large-fruited tomatoes in Novosibirsk. *Sad i Ogorod*. 1949;(7):61-62 (in Russian)]
- Еременко Л.Л. Особенности поведения некоторых диких видов картофеля в Новосибирске. *Бюллетень Главного ботанического сада*. 1955;23:82-89  
[Eremenko L.L. Peculiarities of behavior of some wild potato species in Novosibirsk. *Bulletin of the Main Botanical Garden*. 1955;23:82-89 (in Russian)]
- Еременко Л.Л. Особенности выращивания помидоров в Новосибирске. В: Выращивание помидоров на приусадебных участках. Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1956;5-80  
[Eremenko L.L. Features of growing tomatoes in Novosibirsk. In: Growing tomatoes in personal plots. Novosibirsk: Novosibirskoe Knizhnoye Izdatel'stvo Publ., 1956;5-80 (in Russian)]
- Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью. Новосибирск: Наука, 1975  
[Eremenko L.L. Morphological features of vegetable plants in connection with seed productivity. Novosibirsk: Nauka Publ., 1975 (in Russian)]
- Еременко Л.Л. Развитие исследований по семеноведению и репродукция интродуцентов в ЦСБС СО АН СССР. В: Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977;212-226  
[Eremenko L.L. Development of research on seed science and reproduction of introduced plants in the Central Seed Garden of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. In: Introduction of plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977;212-226 (in Russian)]
- Еременко Л.Л., Белоусова К.К. Морфофизиологический анализ растений перца на разных этапах органогенеза. В: Морфогенез овощных растений. Новосибирск: Наука, 1971  
[Eremenko L.L., Belousova K.K. Morphophysiological analysis of pepper plants at different stages of organogenesis. In: Morphogenesis of vegetable plants. Novosibirsk: Nauka Publ., 1971 (in Russian)]
- Еременко Л.Л., Комиссаров В.А. Многолетние и зеленые овощи. Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1955  
[Eremenko L.L., Komissarov V.A. Perennial and green vegetables. Novosibirsk: Novosibirskoe Knizhnoye Izdatel'stvo Publ., 1955 (in Russian)]
- Зубкус Л.П. Изучение цветочно-декоративных растений в ботаническом саду Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР. *Труды Центрального Сибирского ботанического сада*. Новосибирск, 1956;1:11-18  
[Zubkus L.P. Study of floral and ornamental plants in the botanical garden of the West Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. *Trudy Central'nogo Sibirskogo botanicheskogo sada*. Novosibirsk, 1956;1:11-18 (in Russian)]
- Зубкус Л.П. Итоги и пути интродукции декоративных растений в ЦСБС. В: Декоративные растения и их интродукция в Западную Сибирь. Новосибирск: Наука, 1977;3-43  
[Zubkus L.P. Results and ways of introducing ornamental plants in CSBG. In: Ornamental plants and their introduction to Western Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977;3-43 (in Russian)]
- Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*. 1985;21(9):1481-1490  
[Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. A method for estimation of genotypes adaptive ability and stability, of environment's differentiative ABILITY. I. Grounds of the method. *Genetika (Moscow)*. 1985;21(9):1481-1490 (in Russian)]
- Ковтонюк Н.К., Баркалов В.Ю., Фризен Н.В. Конспект семейства Alliaceae Borkh. – Луковые флоры Азиатской части России. *Turczaninowia*. 2009;12(3-4):31-39  
[Kovtonyuk N.K., Barkalov V.Ju., Friesen N.V. Synopsis of the family Alliaceae Borkh. (Onions) of Asian part of Russia. *Turczaninowia*. 2009;12(3-4):31-39 (in Russian)]
- Наумова Н.Б., Фотев Ю.В., Бугровская Г.А., Белоусова В.П. Макро- и микроэлементный состав вигны, кивано, момордики и бенинказы при тепличном выращивании. *Овощи России*. 2014;3(24):11-17  
[Naumova N.B., Fotev Y.V., Bugrovskaya G.A., Belousova V.P. Content of macro- and microelements of vigna, kiwano, bitter melon, and wax gourd in greenhouse cultivation. *Vegetable Crops of Russia*. 2014;(3):11-17. DOI 10.18619/2072-9146-2014-3-11-17 (in Russian)]
- Основные неудачи при выращивании плодовых, овощных и цветочных культур. Новосибирск: ЦЭРИС, 1998  
[Main failures in growing fruit, vegetable and flower crops. Novosibirsk: CERIS Publ., 1998 (in Russian)]
- Синицына Т.А. Род *Allium* L. (Alliaceae) Сибири. *Vavilovia*. 2019;2(3):3-22. DOI 10.30901/2658-3860-2019-3-3-22

- [Sinitsyna T.A. Genus *Allium* L. (Alliaceae) in Siberia. *Vavilovia*. 2019;2(3):3-22. DOI 10.30901/2658-3860-2019-3-3-22 (in Russian)]
- Тарасенко Н.Д., Тропина Л.П., Кудрявцева И. Использование гамма-лучей и этилметансульфоната для усиления изменчивости томата закрытого грунта. В: Мат. науч. конф. «Чувствительность организмов к мутагенным факторам и возникновение мутаций». Вильнюс: Вильнюсский госуниверситет, 1982;104-105
- [Tarasenko N.D., Tropina L.P., Kudryavtseva I. The use of gamma rays and ethyl methane sulfonate to enhance the variability of tomato in greenhouses. In: Mat. sci. conf. «Sensitivity of organisms to mutagenic factors and the occurrence of mutations.» Vilnius: Vilnius State University Publ., 1982;104-105 (in Russian)]
- Тропина Л.П. Интродукция дынь и арбузов в условиях Новосибирской области. В: Интродукция и акклиматизация культурных растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1972;144-150
- [Tropina L.P. Introduction of melons and watermelons in the conditions of the Novosibirsk region. In: Introduction and acclimatization of cultivated plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1972;144-150 (in Russian)]
- Тропина Л.П., Нежданова З.А. Особенности роста и развития теплолюбивых овощных растений при их интродукции в условиях Западной Сибири. В: Растительные богатства Сибири. Новосибирск: Наука, 1971;180-183
- [Tropina L.P., Nezhdanova Z.A. Features of growth and development of heat-loving vegetable plants during their introduction in the conditions of Western Siberia. In: Plant wealth of Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1971;180-183 (in Russian)]
- Тропина Л.П., Нежданова З.А. Реакция перца сладкого на действие низких температур. В: Изменчивость, формообразование и устойчивость пищевых растений при интродукции. Новосибирск: Наука, 1975;81-86
- [Tropina L.P., Nezhdanova Z.A. Reaction of sweet pepper to low temperatures. In: Variability, morphogenesis and stability of food plants during introduction. Novosibirsk: Nauka Publ., 1975;81-86 (in Russian)]
- Тропина Л.П., Санкина А.С. О мутагенном действии низких температур на томаты. В: Интродукция и акклиматизация культурных растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1972;172-187
- [Tropina L.P., Sankina A.S. On the mutagenic effect of low temperatures on tomatoes. In: Introduction and acclimatization of cultivated plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1972;172-187 (in Russian)]
- Тропина Л.П., Гринберг Е.Г., Елькина Е.Л., Белова Л.Б., Старикова Д.А., Штундюк А.В., Делова Г.В., Витченко Э.Ф., Губко В.Н., Нежданова З.А., Целищева Э.П. Овощи к нашему столу. Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1969
- [Tropina L.P., Grinberg E.G., Elkina E.L., Belova L.B., Starikova D.A., Shtundyuk A.V., Delova G.V., Vitchenko E.F., Gubko V.N., Nezhdanova Z.A., Tselishcheva E.P. Vegetables for our table. Novosibirsk: Novosibirskoe Knizhnoe Izdatel'stvo Publ., 1969 (in Russian)]
- Тропина Л.П., Токарев В.В., Фотев Ю.В., Лысенко Н.И. Влияние длительного хранения семян томата на их продуктивные качества. В: Пути повышения урожайности овощных и технических культур. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1986;46-50
- [Tropina L.P., Tokarev V.V., Fotev Yu.V., Lysenko N.I. The influence of long-term storage of tomato seeds on their productive qualities. In: Ways to increase the productivity of vegetable and industrial crops. Novosibirsk: SO VASKHNIL Publ., 1986;46-50 (in Russian)]
- Фотев Ю.В. Дикорастущие виды томата в Сибири. В: Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2013;234-254
- [Fotev Yu.V. Wild tomato species in Siberia. In the book: Introduction of non-traditional fruit, berry and vegetable plants in Western Siberia. Novosibirsk: Geo Publ., 2013;234-254 (in Russian)]
- Фотев Ю.В. К методике интродукции теплолюбивых овощных растений в Сибири. *Вестник НГАУ*. 2018;(4):104-118. DOI 10.31677/2072-6724-2018-49-4-104-118
- [Fotev Yu.V. Revisiting methodology of thermophilic vegetable plants application in Siberia. *Bulletin of NSAU*. 2018;(4):104-118. DOI 10.31677/2072-6724-2018-49-4-104-118 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Казакова О.А. Грибные заболевания спаржевой вигны на юге Западной Сибири. *Овощи России*. 2019;2(46):97-105. DOI 10.18619/2072-9146-2019-2-97-105
- [Fotev Yu.V., Kazakova O.A. Fungal diseases of asparagus vigna in the south of Western Siberia. *Vegetable Crops of Russia*. 2019;2(46):97-105. DOI 10.18619/2072-9146-2019-2-97-105 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Юрлова Е.В. Показатель прорастания пыльцы как критерий оценки адаптационной способности гибридов томата. *Сельскохозяйственная биология*. 1996;(3):46-51
- [Fotev Yu.V., Yurlova E.V. Pollen germination indicator as a criterion for assessing the adaptive capacity of tomato hybrids. *Agricultural Biology*. 1996;(3):46-51 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Сидорова К.К., Новикова Т.И., Белоусова В.П. Изучение нодуляции и азотфиксации у двух сортов вигны (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) при инокуляции разными штаммами ризобий (*Bradyrhizobium* sp.). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016;20(3):348-354. DOI 10.18699/VJ16.099
- [Fotev Yu.V., Sidorova K.K., Novikova T.I., Belousova V.P. Study of nodulation and nitrogen fixation in two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars inoculated with different strains of *Bradyrhizobium* sp. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016;20(3):348-354. DOI 10.18699/VJ16.099 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Кукушкина Т.А., Чанкина О.В., Белоусова В.П. Хауттуиния (*Houttuynia cordata* Thunb.) – новая для России овощная и лекарственная культура (морфологические особенности и биохимический состав). *Овощи России*. 2017;(5):57-61. DOI 10.18619/2072-9146-2017-5-57-61
- [Fotev Yu.V., Kukushkina T.A., Chankina O.V., Belousova V.P. Houttuynia (*Houttuynia cordata* Thunb.) – new vegetable and medicinal crop for Russia (morphological features and biochemical composition). *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):57-61. DOI 10.18619/2072-9146-2017-5-57-61 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Артемьева А.М., Фатеев Д.А., Наумова Н.Б., Бугровская Г.А., Белоусова В.П., Кукушкина Т.А. Особенности морфологии, биохимического состава и генетического полиморфизма китайской брокколи – новой для России овощной культуры. *Овощи России*. 2018a;(1):12-19. DOI 10.18619/2072-9146-2018-1-12-19
- [Fotev Yu.V., Artemyeva A.M., Fateev D.A., Naumova N.B., Bugrovskaya G.A., Belousova V.P., Kukushkina T.A. Results of SSR analysis, properties of plant morphology and biochemical composition of chinese broccoli – a new vegetable crop for Russia. *Vegetable Crops of Russia*. 2018a;(1):12-19. DOI 10.18619/2072-9146-2018-1-12-19 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Пивоваров В.Ф., Артемьева А.М., Куликов И.М., Гончарова Ю.К., Сысо А.И., Гончаров Н.П. Концепция создания Российской национальной системы функциональных продуктов питания. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018b;22(7):776-783. DOI 10.18699/VJ18.421
- [Fotev Yu.V., Pivovarov V.F., Artemyeva A.M., Kulikov I.M., Goncharova Y.K., Syso A.I., Goncharov N.P. Concept of producing of the Russian national system of functional food. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018b;22(7):776-783. DOI 10.18699/VJ18.421 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Артемьева А.М., Зверева О.А. Генетические ресурсы овощных растений: от селекции нетрадиционных культур к функциональным продуктам питания. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021a;25(4):442-447. DOI 10.18699/VJ21.049
- [Fotev Yu.V., Artemyeva A.M., Zvereva O.A. Genetic resources of vegetable crops: from breeding nontraditional crops to functional food. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021a;25(4):442-447. DOI 10.18699/VJ21.049 (in Russian)]
- Фотев Ю.В., Шевчук О.М., Сысо А.И. Изучение вариативности элементного состава семян сортообразцов *Vigna unguiculata* (L.) Walp. на юге Западной Сибири и в Крыму. *Химия растительного сырья*. 2021b;(2):217-226. DOI 10.14258/jcpr.2021027543
- [Fotev Yu.V., Shevchuk O.M., Syso A.I. Study of the variability of the elemental composition of seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. varieties in the south of Western Siberia and Crimea. *Khimija rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw materials*. 2021b;(2):217-226. DOI 10.14258/jcpr.2021027543 (in Russian)]
- Фризен Н.В. Луковые Сибири (систематика, кариология, хорология). Новосибирск: Наука, 1988
- [Frizen N.V. Alliaceae of Siberia: systematics, karyology, chorology. Novosibirsk: Nauka Publ., 1988 (in Russian)]

- Храмов А.А., Тарасенко М.Л. Внедрение некоторых групп интродуцентов в народное хозяйство. В: Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977;238-244 [Khramov A.A., Tarasenko M.L. Introduction of some groups of introduced species into the national economy. In: Introduction of plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977;238-244 (in Russian)]
- Храпалова И.А. Система рода *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. и идентификация коллекции томата ВИР. *Известия ФНЦО*. 2021;(1-2):101-108. DOI 10.18619/2658-4832-2021-1-2-101-108 [Khrapalova I.A. System genus *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. and identifications of collections tomato VIR. *News of FSVС*. 2021;(1-2):101-108. DOI 10.18619/2658-4832-2021-1-2-101-108 (in Russian)]
- Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004 [Cheremushkina V.A. Biology of onions of Eurasia. Novosibirsk: Nauka Publ., 2004 (in Russian)]
- Черемушкина В.А., Днепровский Ю.М., Гранкина В.П., Судобина В.П. Корневищные луки Северной Азии: биология, экология, интродукция. Новосибирск: Наука, 1992 [Cheremushkina V.A., Dneprovsky Yu.M., Grankina V.P., Sudobina V.P. Rhizome onions of North Asia: biology, ecology, introduction. Novosibirsk: Nauka Publ., 1992 (in Russian)]
- Шабалин И.Н., Тропина Л.П. Интродукция теплолюбивых овощных растений в орошаемых условиях Кулундинской степи. В: Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977; 204-211 [Shabalin I.N., Tropina L.P. Introduction of heat-loving vegetable plants in irrigated conditions of the Kulunda steppe. In: Introduction of plants in Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977;204-211 (in Russian)]
- Chaban I.A., Gulevich A.A., Baranova E.N. Formation of unique placental seed capsules in the maturation process of the tomato fruit. *Int. J. Mol. Sci.* 2022;23(19):11101. DOI 10.3390/ijms231911101
- Essoh A.P., Monteiro F., Pena A.R., Pais M.S., Moura M., Romeiras M.M. Exploring glucosinolates diversity in Brassicaceae: a genomic and chemical assessment for deciphering abiotic stress tolerance. *Plant Physiol. Biochem.* 2020;150:151-161. DOI 10.1016/j.plaphy.2020.02.032
- Gins V., Fotev Y., Baikov A., Mizrukina Y., Gadzhikurbanov A., Rebouh Y. Survey of antioxidants and photosynthetic pigments in the newly introduced crops of Russia: *Benincasa hispida*, *Vigna unguiculata*, *Cucumis metuliferus* and *Momordica charantia*. *Res. Crops.* 2020;21(2):339-343. DOI 10.31830/2348-7542.2020.057
- Fotev Y.V. Chile Peppers in Russia. *Chile Pepper Inst. Newsl.* 2007;XYIII(3):1-2, 4
- Hammond E. Marker-assisted biopiracy. *Ex situ* wild tomato collections, genetic breeding techniques and patent claims. In: TWN Briefing Paper. Vol. 61. Penang (Malaysia): Third World Network, 2011;1-8.
- Hurrell J.A., Puentes J.P. Plant species and products of the traditional Chinese phytotherapy in the Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. *Ethnobiol. Conserv.* 2017;6:1. DOI 10.15451/ec2017-02-6.1-1-43
- Peralta I.E., Spooner D.M. Morphological characterization and relationships of wild tomatoes (*Solanum* L. sect. *Lycopersicon*). *Monogr. Syst. Bot. Mo. Bot. Gard.* 2005;104:227-257
- Raduski A.R., Igić B. Biosystematic studies on the status of *Solanum chilense*. *Am. J. Bot.* 2021;108(3):520-537.
- Rathi R.S., Roy S., Misra A.K., Singh S.K. Ethnobotanical notes on *Houttuynia cordata* Thunb. in North-eastern region of India. *Ind. J. Nat. Prod. Res.* 2013;4(4):432-435
- Särkinen T., Bohs L., Olmstead R.G., Knapp S. A phylogenetic framework for evolutionary study of the nightshades (Solanaceae): a dated 1000-tip tree. *BMC Evol. Biol.* 2013;13:214. DOI 10.1186/1471-2148-13-214
- Takhtajan A. *Flowering Plants*. Springer, 2009;871. DOI 10.1007/978-1-4020-9609-9

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 01.12.2023. После доработки 10.01.2024. Принята к публикации 17.01.2024.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-6

Обзор

## Выдающиеся ученые России. Академик Петр Лазаревич Гончаров

Н.П. Гончаров<sup>1, 2</sup> ✉

**Аннотация:** Приводится описание жизненного пути, научно-организационной деятельности, преподавательской работы и основных научных достижений выдающегося ученого в области селекционно-семеноводческой работы, академика П.Л. Гончарова (1929–2016).

**Ключевые слова:** академик П.Л. Гончаров; Сибирское отделение РАСХН; аграрная наука; селекция растений; семеноводство; полевые культуры; сорта.

**Для цитирования:** Гончаров Н.П. Выдающиеся ученые России. Академик Петр Лазаревич Гончаров. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):54-73. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-6

**Финансирование:** Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН FWNR-2022-0017.

Review

## Outstanding scientists of Russia. Full Member of the Russian Academy of Sciences Pyotr L. Goncharov

N.P. Goncharov<sup>1, 2</sup> ✉

**Abstract:** The article provides a description of the life path, scientific, organizational, teaching work and main scientific achievements of outstanding scientist Full Member of the Russian Academy of Sciences P.L. Goncharov (1929–2016). He is a recognized scientist in the field of breeding and seed production.

**Key words:** Full Member of the Russian Academy of Sciences P.L. Goncharov; Siberian Branch of the Russian Agricultural Academy of Sciences; agricultural science; plant breeding; seed production; crops; commercial cultivars.

**For citation:** Goncharov N.P. Outstanding scientists of Russia. Full Member of the Russian Academy of Sciences Pyotr L. Goncharov. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):54-73. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-6 (in Russian)

**Funding:** The work was supported by the budget project of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, FWNR-2022-0017.

Развитие сельского хозяйства есть залог процветания страны: где сельское хозяйство находится на пути прогресса, там и сама страна заключает в себе здоровые условия для дальнейших успехов на пути цивилизации и величия.

*Промышленность и техника. Энциклопедия промышленных знаний. Т. IV  
Сельское хозяйство и обработка важнейших его продуктов. СПб., 1904. С. 3-4.*

Петр Лазаревич Гончаров родился 2 февраля 1929 г. в д. Ново-Троицк Канского района Красноярского округа Сибирского края в семье крестьян Лазаря Яковлевича (1908–1967) и Анны Ивановны (1910–1982) Гончаровых.

В 1943 и 1944 гг. два летних сезона работал учетчиком-заправщиком тракторной бригады. Окончил Большеуриинскую семилетнюю школу в Канском районе Красноярского края и

в 1945–1946 гг. год учился в Канском библиотечном техникуме (ныне Канский библиотечный колледж). В 1948 г. после окончания 10 классов средней школы № 2 в г. Канске поступил на агрономический факультет Новосибирского СХИ, который окончил с отличием в 1953 г. по специальности «агрономия» со специализацией «технические культуры». Лекции на агрофаке НСХИ читали известные сибирские ученые: фи-

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия  
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

✉ gonch@bionet.nsc.ru

© Гончаров Н.П., 2024



зику – проф. С.П. Талько-Гринцевич, органическую химию – А.М. Лукьянов (он же был деканом агрофака), физколлоидную химию – В.Т. Орлов, зоологию – доцент К.З. Митлюченко, ботанику – С.И. Глуздаков, физиологию растений – Г.Б. Ермилов, спецкурсы – проф. М.Н. Саламатов (плодоводство и лесоводство) и проф. И.М. Леонов (селекция), стоявшие у истоков развития садоводства Сибири (Деятели..., 1979), проф. И.В. Бородин (овощеводство) и др. Дипломную работу «Влияние орошения на урожай яровой пшеницы» П.Л. Гончаров выполнил под руководством канд. с.-х. наук, доцента Захара Дмитриевича Красикова<sup>1</sup>. После окончания института был направлен на работу заведующим Венгеровским госсортучастком Новосибирской области (1953–1954 гг.).

В 1954–1956 гг. учился в очной аспирантуре Сибирского НИИ сельского хозяйства (СибНИИСХоз, ныне Омский аграрный научный центр РАН, г. Омск) – старейшего сельскохозяйственного научно-исследовательского учреждения мира (Вараксин, Катин-Ярцев, 1986). В 1956 г. после ее окончания едет по распределению на созданную в 1907 г. Тулунскую государственную селекционную станцию (Иркутская обл.) (Гончаров П.Л., 2007). В 1957 г. в Иркутском СХИ защищает кандидатскую диссертацию «Культура могоара и чумизы в степных и лесостепных районах Омской области» (научный руководитель – директор СибНИИСХоз, к. б. н. Г.П. Высокос) и получает ученую степень канд. с.-х. наук.

На Тулунской ГСС работал зав. группой, лабораторией, отделом кормовых культур. С 1965 по 1970 г. – заместитель директора по научной работе, с 1970 по 1976 г. – директор

Госселекстанции и одновременно директор ее опытно-производственного хозяйства. За годы работы на Тулунской ГСС им выведено девять сортов кормовых трав, из них шесть были районированы, и получен богатый селекционный материал, который будет основой для создания ряда сортов в НИУ как Восточной, так и Западной Сибири. Это была научная школа, сохранившая традиции, генофонд селектурируемых растений и дух учреждения Переселенческого управления МВД (позже Министерства земледелия) Российской империи, награжденного в 1967 г. в связи с 60-летием орденом Трудового Красного Знамени (Гончаров П.Л., 2007). В 1971 г. защищает докторскую диссертацию «Люцерна в Восточной Сибири (возделывание, селекция и семеноводство)» во Всесоюзном НИИ кормов им. В.Р. Вильямса (ныне ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса», г. Москва), в 1973 г. избирается членом-корреспондентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ) по специальности «растениеводство» на московскую вакансию. В совершенстве овладев методами селекционно-семеноводческой работы с кормовыми травами, становится ведущим ученым страны в этой области.

С 1976 г. П.Л. Гончаров – директор Сибирского филиала ВИР<sup>2</sup>, за предыдущие четыре года так и не ставшего самостоятельным учреждением и в январе 1977 г. реорганизованного в Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО ВАСХНИЛ (СибНИИРС), затем генеральный директор НПО<sup>3</sup> «Селекция», с 2004 г. – почетный директор института (Артемова, Лихенко, 2016). С 1977 г. – руководитель селекционно-

<sup>1</sup> Длительное время заведовал кафедрой растениеводства (в 1961–1966 гг. – ректор НСХИ).

<sup>2</sup> См. И.К. Захаров (2020).

<sup>3</sup> НПО – научно-производственное объединение (см. А.В. Рычков, 2021).



На практике по плодоводству. Питомник учхоза НСХИ. Август 1952 г.



На практикуме по агрохимии. НСХИ. 1951 г.

го центра СибНИИРС, утвержденного приказом МСХ СССР. В зону деятельности селекцентра вошли Новосибирская, Томская и Кемеровская области. В 1976–1984 гг. одновременно зав. лабораторией гетерозиса, а с 1984–2006 гг. – зав. отделом методических основ селекции СибНИИРС. В 1977 г. в институте были созданы лаборатории генетики (зав. – д. б. н., проф. Р.А. Цильке), технологии и биохимии зерна (зав. – к. с.-х. н. В.В. Сироткин), физиологии устойчивости

и искусственного климата (зав. – к. с.-х. н. Б.И. Кривогорницын), иммунитета (зав. – к. с.-х. н. Ю.А. Христов), гетерозиса (зав. – П.Л. Гончаров). Были образованы опорные пункты института в Кулунде, на Алтае, Кузбассе, в Приангарье (Усть-Ордынский Бурятский национальный округ) и в зоне строительства БАМ<sup>4</sup>. Значительно расширились и укрепились

<sup>4</sup> При организации производства растениеводческой продукции в зоне БАМ использовался опыт Якутии (Гончаров П.Л. и др., 2009).



П.Л. и А.В. Гончаровы готовят новый сорт пелюшки (кормового гороха) Тулунской ГСС Скороспелка 16 для государственного сортоиспытания. Тулун, 1963 г.

связи института с другими научно-исследовательскими учреждениями и селекционными центрами региона и страны. Это позволило коллективу института за время работы П.Л. Гончарова директором (28 лет) создать более 90 сортов сельскохозяйственных культур, 75 из которых были включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Государственный реестр..., 2023), собрать и охарактеризовать крупнейшую на востоке страны коллекцию генетических ресурсов растений (Гончаров Н.П., 2021).

СибНИИРС осуществлял координацию комплексных исследований в регионе, сотрудничая с СибНИИСХоз (ныне Омский АНЦ), Алтайским (ныне Алтайский научный центр агробиотехнологий), Красноярским, Тувинским, Горно-Алтайским и Якутским научно-исследовательскими институтами сельского хозяйства. Основными направлениями работы института стали:

- сбор, сохранение и изучение растительных ресурсов Сибири и Дальнего Востока, использование этого генофонда растений в селекции<sup>5</sup>;
- исследование закономерностей наследования основ-

ных хозяйственно и биологически важных признаков и свойств растений, разработка методов, направленных на ускорение селекционного процесса и повышение его эффективности, совершенствование приемов оптимизации селекционного процесса;

- создание новых высокоурожайных, адаптивных и высококачественных сортов и гибридов основных сельскохозяйственных культур, их размножение и внедрение в производство, разработка сортовой агротехники;
- производство оригинальных семян сортов селекции института (Лихенко и др., 2008).

П.Л. Гончаров инициировал сбор и всестороннее изучение для последующего включения в селекционный процесс коллекции дикорастущей растительности Сибири и сопредельных территорий (Гончаров Н.П., Косолапов, 2021). На ее основе под его руководством и при непосредственном участии были созданы уникальные по зимостойкости и продуктивности сорта люцерны (Таежная, Тулунская и др.), костреча безостого (Тулунский, Антей), овсяницы луговой (Приангарская, Новосибирская 21), донников белого (Саянский) и желтого (Лазарь) и других кормовых культур, обеспечивавшие стабильность животноводческого

<sup>5</sup> В последнее время во всем мире возрастает значение для селекции аборигенных генофондов растений (Plucknett, Smith, 2014).



В зоне строительства БАМ (в центре П.Л. Гончаров, 2-й справа – заместитель председателя СО ВАСХНИЛ по зоне БАМ Ю.А. Новоселов)

комплекса региона (Солошенко, 2008). Коллекция пырея из предгорий Северного Казахстана послужила донором морозоустойчивости и зимостойкости для сортов озимой пшеницы (Размахнин и др., 2012), в том числе для передачи генов с использованием андрогенеза (Размахнин, 2017). Собранные сотрудниками СибНИИРС коллекции сибирского генофонда растений (Гончаров П.Л., Лихенко, 2006; Гончаров Н.П., Шумный, 2008) ждут своей международной аккредитации и должны в итоге стать основой регионального генбанка, что диверсифицирует единственную в стране официальную государственную коллекцию ВИР. Для этой цели в регионе имеется и собственное хранилище «Судного дня», созданное Сибирским отделением РАН и правительством Республики Саха (Якутия) в вечной мерзлоте в столице Республики на базе Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (Кершенгольц и др., 2012).

С 1979 по 2004 г. П.Л. Гончаров – председатель Сибирского отделения ВАСХНИЛ (с 1992 г. Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук (СО РАСХН))<sup>6</sup>,

<sup>6</sup> В постановлении ЦК КПСС и СМ СССР № 786 от 02.10.1968 «О мерах по дальнейшему улучшению научно-исследовательских работ в области сельского хозяйства» указывалось на необходимость организации

с 2004 по 2016 г. – главный специалист президиума и почетный его председатель. В составе отделения работало 30 институтов и 56 опытно-производственных хозяйств. В земледелии НИУ и ОПХ отделения еще и в начале 2010-х гг. оставалось около 800 тыс. га (Донченко и др., 2014). Возглавляя его 25 лет, П.Л. Гончаров прилагал значительные усилия по совершенствованию научного обеспечения АПК региона, повышению эффективности его функционирования, освоению достижений науки в практике, сохранению и наращиванию научного потенциала сибирской аграрной науки (Донченко, Гончаров П.Л., 2009). С конца 1980-х гг. недофинансирование аграрной науки в регионе покрывалось увеличением хоздоговорных тематик за счет выполнения прямых договоров с сельхозпроизводителями. Это был важный задел, так как объем бюджетного финансирования

Сибирского отделения ВАСХНИЛ в г. Новосибирске. Замысел научного комплекса СО ВАСХНИЛ был отличен от такового СО АН СССР: изначально помимо Новосибирска и Барнаула в других сибирских городах региона не планировалось создание крупных комплексов институтов. Хотя зона патинирования СО ВАСХНИЛ была шире: в нее входил еще Крайний Север РФ. В большинстве сибирских регионов имелись или со временем были созданы комплексные НИИ сельского хозяйства. Кроме того, в 1979 г. СО ВАСХНИЛ передана вся региональная сеть НИИ и НИУ МСХ СССР.



П.Л. Гончаров и Е.Э. Андрусович в лаборатории гетерозиса СибНИИРС. Январь 1985 г. Фото А. Полякова



Выездное заседание Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике в СО ВАСХНИЛ. 10 июля 1984 г. Фото О.П. Теплоуховой



На опытных делянках СибНИИРС. 1999 г. Фото О.П. Теплоуховой



Председатель Совмина РСФСР В.И. Воротников на полях СибНИИРС. Фото О.П. Теплоуховой



Авторские свидетельства, выданные Госсорткомиссиями МСХ РСФСР (слева) и РФ (справа)



Авторское свидетельство Республики Казахстан на сорт люцерны Кокорай

в начале 1990-х гг. даже по сравнению с 1990 г. уменьшился в 20 раз (Курцев, 1999). Высокая стоимость для товаропроизводителей, продолжительность и разнонаправленность научных исследований в сельском хозяйстве, обусловленные особенностями технологии сельскохозяйственного производства, создали дополнительные трудности для ученых-аграриев. Следствием этого стали постоянный поиск финансирования для обеспечения продовольственной безопасности страны<sup>7</sup> и высокая доля (более 40 %) частных малых хозяйств в общем числе агропредприятий страны, владеющих третьей частью пашенных земель (Сельское хозяйство..., 2023). Для них крупные инвестиции в инновационную продукцию невозможны. Отсутствие же массового платежеспособного спроса на продукцию научно-технического профиля не способствует формированию взаимосвязи между научными организациями и предприятиями аграрного комплекса (Прохорова, Тимошенко, 2022). Отсюда разработка методических рекомендаций для эффективного ведения крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств в Сибири (Системы..., 2004) и занятие крестьян-земледельцами (Крестьянство..., 1991). После 1991 г. П.Л. Гончаров предпринимал попытки удержать на плаву промышленное семеноводство региона, когда после распада СССР единая селекционно-семеноводческая сеть страны оказалась разорванной (Полухин и др., 2021).

Много сил П.Л. Гончаров отдавал строительству институтов и научного городка (п. Краснообск), формированию и обеспечению функционирования его инфраструктуры (Донченко и др., 2008), созданию неосуществленного проекта будущего – Агротехнополиса «Новосибирский» (Агротехнополис..., 1996) и др. От того, насколько эффективно будет участие Сибири в глобальной экономике, во многом определяется роль и место Российской Федерации в процессах глобализации (Дубнов, 1993; Курцев, 2011). В социально-экономическом развитии как Сибири в целом, так и ее регионов важное значение принадлежит сельскому хозяйству (Курцев, 2011), эффективное развитие которого неразрывно связано, в свою очередь, с развитием аграрной науки региона (Гончаров П.Л., 2004).

СО ВАСХНИЛ вело экспертную оценку глобальных проектов, касающихся РСФСР и Сибирского региона. Отделение мотивированно выступало противником переброски части стока вод сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию и было поддержано предсовмина РСФСР М.С. Соломенцевым, бесповоротно решившим этот вопрос, несмотря на беспрецедентное давление партийного руководства среднеазиатских республик. Проект перманентно «всплывает»: он дожил от И.В. Сталина (Давыдов, 1952) до сей поры (Лужков, 2008). При этом ситуация с дефицитом воды в мире не изменилась и в настоящее время стоит вопрос о том, готова ли Россия, устойчиво выйдя на мировой продовольственный рынок, выйти и на мировой рынок пресной воды (Румянцев, 2013).

**Научная деятельность.** Основное направление работ П.Л. Гончарова – научные основы и методология селекции

<sup>7</sup> Плачевно, но современные экономисты (Литвинова, Талалаева, 2019) и менеджеры (Сергеева, Сергеев, 2014), в отличие от ученых старшего поколения (Ушачев, 2009), не видят места аграрной науке в комплексе мероприятий, обеспечивающих продовольственную безопасность страны.

полевых культур, семеноводство, кормопроизводство и растениеводство в целом. Он автор и соавтор 49 сортов яровой и озимой мягкой пшеницы, картофеля, различных кормовых культур (однолетних и многолетних трав), включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации и Республике Казахстан. Соавтором созданных им сортов кормовых трав является его супруга чл.-кор. РАН А.В. Гончарова (К юбилею..., 2016). Сорт картофеля Северный не только включен в Государственный реестр Российской Федерации, но и широко выращивается картофелеводами-любителями.

За счет лучшей репродуктивной способности и скороспелости на основе созданных им сортов надежно решаются вопросы товарного семеноводства в северной лесостепи, подтаежных и северных таежных зонах Западной и Восточной Сибири. Они являются реальным вкладом П.Л. Гончарова в укрепление продовольственной базы Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера Российской Федерации и ряда областей европейской части страны. Урожай зерновых примерно на 45–50 % определяется сортом, использованием семян высоких репродукций и посевных кондиций на фоне применения зональных и сортовых агротехнологий.

П.Л. Гончаров внес значительный вклад в развитие теории и практики отбора, им были проведены приоритетные исследования по совершенствованию методических основ создания селекционного материала, организованы и осуществлены исследования по комплексным селекционным программам сибирского региона. П.Л. Гончаров много внимания уделял формализации селекционного процесса для превращения «селекции как искусства» в селекцию как технологию. В основе сформулированной им концепции создания сортов сельскохозяйственных растений лежит идея о том, что новые сорта должны быть адаптированы к условиям предполагаемой зоны их возделывания, отвечать заданным параметрам по продуктивности и качеству, устойчивости и/или иммунности к основным болезням и вредителям и давать стабильные урожаи с высоким качеством продукции, в том числе при неустойчивых гидротермических режимах, а также превосходить возделываемые в зоне сорта по определяющим признакам, показателям или по их комплексу. Эти требования он формализовал в виде схемы (рис. 1), ставя во главу посыл, что селекционер работает на будущее. Если он не будет учитывать, каким будет растениеводство через 15–20 лет<sup>8</sup>, его сорт не пойдет в производство. Сорта создают только те селекционеры, которые знают, что в итоге конкретно желают получить, и которые постоянно и целеустремленно идут к намеченной цели и владеют средствами для ее достижения. Селекционер, работая с материалом, который станет сортом только лет через 15–20, должен реально представлять себе агротехнологии будущего, агроэкологическую ситуацию, общий уровень будущего развития АПК и т. д. То есть он должен оценить все то, что поможет сорту «работать» в полную силу. В случае если всего вышперечисленного не предусмотреть, сорт, даже если в него заложены самые лучшие параметры, может и не получиться

<sup>8</sup> Это средняя продолжительность работ в РФ от начала создания нового сорта до его включения в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию».



Рис. 1. Принципиальная схема создания сорта (из: Гончаров П.Л., 2003)

(оказаться не конкурентоспособным ранее созданным сортам). Прямая модернизация возделываемых культур крайне затруднительна, что обычно предполагает выведение новых сортов.

Важным шагом формализации селекционного процесса является формулирование модели селективируемого вида растений по отдельным признакам или в целом – в терминах С.М. Donald (1968), должен быть создан идиотип сорта<sup>9</sup>. Перед тем как начать работать, каждый селекционер строит модель будущего сорта (формулирует его идиотип) (Blixt, Vose, 1984). Модель сорта – это прогноз, который должен быть научно обоснован. В качестве модели многие исследователи предлагали использовать аналоги наиболее широко распространенных сортов, у которых необходимо только исправить один или несколько признаков (Davies, 1977). Модель целесообразно представить как образец, эскиз или конструкцию будущего сорта, по которому он будет создаваться. Она может быть образной (в виде рисунка), описательной (вербальной) или цифровой (с указанием планируемых параметров выраженности селективируемых признаков). На рис. 2 и в табл. 1, 2 представлены предложенные П.Л. Гончаровым образная, вербальная и цифровая модели, позволяющие формализовать селекционный процесс. Реальность модели – одно из основных предъявляемых к ней требований.

Кроме создания сортов П.Л. Гончаров уделял значительное внимание разработке системы семеноводства в Восточной и Западной Сибири и сортовой агротехнике. Подготовил рекомендации по возделыванию своих новых сортов, выпуская сорта в производства вместе с сортовыми (индивидуальными для каждого сорта) технологиями их возделывания (Альт и др., 2008). В последние годы значительный

<sup>9</sup> В данном случае селекция на определенный идиотип – это селекция на устранение недостатков у лучших из существующих сортов.

акцент при внедрении новых сортов в аграрный комплекс делается на технологиях, используемых для производства и выращивания продукции. При их соблюдении товаропроизводителями они гарантировали стабильное увеличение урожайности и высокое качество получаемой продукции.

П.Л. Гончаров считал, что главным делом его жизни являются «...исследования, научно-методическая работа и подготовка кадров. Интерес к науке никогда не иссякает: чем больше узнаешь, тем, кажется, меньше знаешь. Что же касается селекции – это одно из увлекательнейших занятий на свете. Когда видишь, что выведенные тобой сорта занимают миллионы гектаров, ощущаешь, что они дают реальную продукцию, тогда возникают новые и новые задумки. ...Сорта называют, как и любимых детей – красиво! Тут на помощь часто приходит фантазия: дают имена дорогих людей, иногда – исторических героев, порой сорт связывают с местом, где он создавался...» (из интервью П.Л. Гончарова, данного корреспонденту «Науки в Сибири» Л. Юдиной. 1999. С. 5).

Научные труды П.Л. Гончарова получили широкую известность и до сих пор успешно используются как в нашей стране, так и за рубежом. Его разработки нашли применение при создании высокоурожайных, устойчивых к вредителям и болезням высокобелковых сортов кормовых культур, а также сортов пшеницы и картофеля, способных успешно произрастать в экстремальных для ведения сельского хозяйства природно-климатических условиях Сибири, Дальнего Востока, Северного Казахстана, районов Крайнего Севера РФ. Он опубликовал более 600 научных работ, в том числе более 20 книг и монографий (Петр Лазаревич Гончаров..., 2009).

**Научно-методическая деятельность.** П.Л. Гончаров много времени уделял методическому руководству селекционными центрами Сибири, сотрудники которых должны

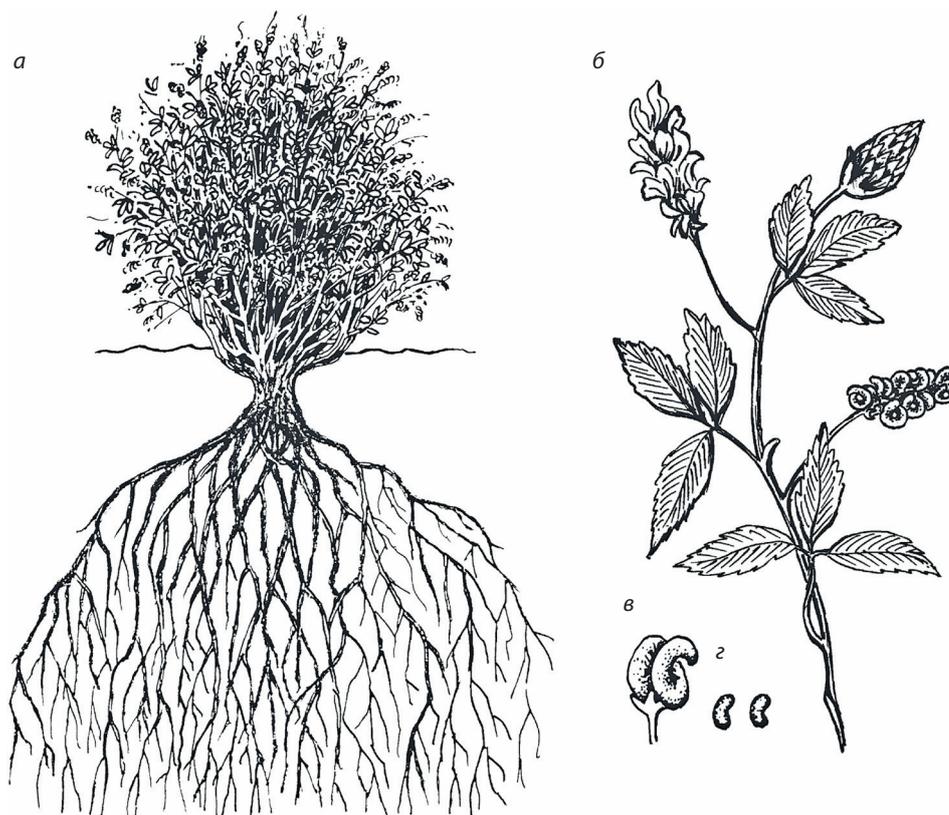


Рис. 2. Образная модель сорта люцерны (из: Гончаров П.Л., 2003): а – растение; б – побег; в – боб; з – семена

Таблица 1. Типовая модель сорта сельскохозяйственной культуры (описательная)  
(из: Гончаров Н.П., Гончаров П.Л., 2018, с изменениями)

Показатель	Фенотип или степень выраженности
Тип развития	Озимый, яровой, двуручка (промежуточный)
Реакция на длину дня	Сильная, средняя, нейтральная
Габитус растения	Прямостоячее, приподнятое, развалистое
Стебель	Длинный, средний, короткий
Кустистость (ветвление)	Сильная, средняя, слабая, отсутствует
Листья	В зависимости от вида
Соцветия (колос, метелка, ветвь, кисть)	В зависимости от вида
Плод (зерновка, боб)	В зависимости от вида
Урожай	Биомасса, сухое вещество, зерно (семена), т/га
Качество	Белки, углеводы, жиры, сахара, аминокислоты, каротин, клейковина и др., %
Вегетационный период (по фазам развития)	Сутки
Число зерен (семян) в колоске (колосе, метелке и др.), бобе	Штука
Способность держать густоту	Хорошая, средняя, плохая (изреживается)
Тип корневой системы	Мочковатая, стержневая
Отношение к влаге	Засухоустойчив, влаголюбив
Зимостойкость (для озимых и многолетних культур)	Высокая, средняя, слабая
Холодостойкость	Высокая, средняя, низкая (слабая устойчивость к пониженным температурам весной/осенью)
Полегаемость	Сильная, слабая, отсутствует
Осыпаемость	Сильная, слабая, отсутствует
Устойчивость (по видам болезней)	Устойчив, среднеустойчив, слабоустойчив, неустойчив
Отношение к вредителям (по видам вредителей)	Устойчив, среднеустойчив, слабоустойчив, неустойчив
Долголетие (для многолетних культур)	Годы
Отавность (для трав)	Высокая, средняя, слабая, отсутствует
Накопление пожнивных остатков и корней	Высокое, среднее, слабое
Другие показатели в зависимости от селекционируемого вида	Их качественные и количественные оценки

**Таблица 2.** Цифровая модель сорта люцерны (из: Гончаров П.Л., 2003)

Показатель	Параметр
Потенциальный урожай, т/га	
зеленой массы	50–60
сена	9–10
семян	0.12–0.15
Густота травостоя, шт./м <sup>2</sup>	
растений при возделывании на корм	200–250
стеблей при возделывании на корм	500–600
растений при возделывании на семена	50–60
стеблей при возделывании на семена	200–250
Высота растений, см	80–90
Количество бобов, шт.	
на 1 растении	80–100
на 1 м <sup>2</sup>	5000–6000
Число семян в бобе, шт.	2–3
Масса 1000 семян, г	1.8–2.0
Облиственность в 1-м укосе, %	40–45
Облиственность отавы, %	45–50
Сырой протеин в биомассе, %	15–16
Зимостойкость, балл*	4–5
Засухоустойчивость, балл*	4–5
Устойчивость к болезням, балл**:	
мелкая бурая пятнистость	8–10
бактериальная гниль корней	7–10
Вегетационный период, дней	
от начала вегетации до 1-го укоса	60–70
от 1-го до 2-го укоса	60–70
от начала вегетации до созревания	120–130
Произрастание под покровом и в травосмесях, балл*	4–5
Устойчивость к стравливанью на корню, балл*	1–5

\* По 5-балльной шкале; \*\* по 10-балльной шкале

были регулярно разрабатывать всеобъемлющие программы на 20-летние периоды: на 1971–1990 и 1991–2010 гг. (Программа..., 1978, 1989). По всем восьми сибирским селекцентрам<sup>10</sup> программы были разработаны и на 2011–2030 гг. (Программа..., 2011а, б). Для текущего руководства селекцентрами в 1972 г. при Президиуме СО ВАСХНИЛ (с 1992 г. при Президиуме СО РАСХН) создан Объединенный научный и проблемный совет по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству. Совет осуществлял научно-методическое руководство селекцентрами Сибири и координацию их взаимодействия (Шумный и др., 2016). В 1972–2016 гг. П.Л. Гончаров руководил этим советом. К выездным заседаниям были традиционно приурочены всероссийские, а позже и международные конференции селекционеров. При этом в обязательном порядке закладывались демонстрационные сравнительные посевы новейших сортов всех НИУ региона по селективируемым в них культурам. Заседания Проблемного совета организовывались челночно (с чередованием мест

проведения в аграрных учреждениях региона). В некотором смысле это соответствовало популярной в последнее время челночной селекции (Tanio et al., 2006).

С 2000 г. П.Л. Гончаров – президент Союза селекционеров Сибири, возглавлял школу сибирской селекции. Сорта НИУ СО Россельхозакадемии в 2000-е гг. по статистике занимали более 80 % посевных площадей региона, поэтому из-за ее пределов семенной материал практически не завозится, за исключением теплолюбивых культур и семян овощных, с производством которых уже многие годы проблема ни в РФ, ни в Сибири никак не решается. Информация о районированных в Сибири сортах систематизирована в трижды переизданных выпусках Каталогов, составленных по его инициативе и при активном участии (Каталог..., 2009), и включена в региональную базу данных (Альт и др., 2008).

Кроме того, сибирские селекционеры работали по региональным, ДИАС (Генетика..., 1984) и всероссийским целевым программам (Гончаров Н.П., Шумный, 2006), в числе которых всесоюзная программа «Люцерна» (Гончаров П.Л. и др., 2009) и региональная «Сибирская пшеница» (Гончаров П.Л. и др., 1989). В рамках последней были созданы сорта яровой мягкой пшеницы Обская 14, Баганская 93, Новосибирская 29, Удача, Александрина, Полюшко, Сибирская 12, Баганская 95,

<sup>10</sup> На момент ликвидации («реорганизации») в 2013 г. отраслевой сельскохозяйственной академии РАСХН и передачи ее институтов в ведение ФАНО РФ на территории СФО действовали восемь специализированных селекционных центров – при СибНИИСХ, Алтайском, Красноярском и Кемеровском НИИСХ, СибНИИРС, СибНИИ кормов, НИИСС им. М.А. Лисавенко и НИИСХ Северного Зауралья (Гончаров Н.П., 2021).



Совместное заседание трех Президиумов: СО АН СССР, СО ВАСХНИЛ и СО АМН СССР. 15 января 1982 г. 1-й ряд (слева направо): зам. председателя Президиума СО АН СССР, директор ИЦиГ СО АН СССР академик Д.К. Беляев, 1-й секретарь Новосибирского ГК КПСС Г.В. Алёшин, 1-й секретарь Новосибирского ОК КПСС А.П. Филатов, председатель СО ВАСХНИЛ академик П.Л. Гончаров, председатель СО АН СССР академик В.А. Коптюг, 1-й зам. председателя СО АН СССР академик А.А. Трофимук, председатель Новосибирского облисполкома В.А. Филатов, председатель СО АМН СССР академик Ю.И. Бородин. 2-й ряд: зам. председателя Президиума СО АН СССР чл.-кор. АН СССР Е.И. Шемякин, ..., 1-й зам. председателя Президиума СО ВАСХНИЛ чл.-кор. ВАСХНИЛ В.Р. Боев, председатель объединенного ученого совета по экономическим наукам СО АН СССР академик А.Г. Аганбегян, главный ученый секретарь Президиума СО ВАСХНИЛ чл.-кор. ВАСХНИЛ Р.Б. Кондратьев, главный ученый секретарь Президиума СО АМН СССР чл.-кор. АМН СССР Л.Д. Сидорова, ..., главный ученый секретарь Президиума СО АН СССР чл.-кор. АН СССР В.Л. Макаров

Памяти Вавенкова и ряд других, районированных в разное время в Западной и Восточной Сибири (Лихенко и др., 2008). Был разработан и успешно реализован и ряд других комплексных программ, таких как «Климатический фактор как средство формообразования растений», «Создание адаптированных сортов с высоким генетическим потенциалом и заданными параметрами», «Стратегия оптимизации селекционного процесса», «Генофонд растений для Сибири, Урала и Крайнего Севера».

П.Л. Гончаров являлся руководителем научной программы «Агропромышленный комплекс Сибири и Дальнего Востока», входившей в региональную суперпрограмму «Сибирь», интегрирующую теоретические и прикладные исследования<sup>11</sup>, а также конкурсного проекта Миннауки РФ «Генотипы растений, сочетающие продуктивность, средообразующую функцию и устойчивость к жестким по-

звоенно-климатическим режимам Сибири, Урала и Крайнего Севера», входящего в федеральную целевую научно-техническую подпрограмму «Перспективные процессы производства сельскохозяйственной продукции» (руководитель академик А.А. Жученко), руководителем комплексной программы по разработке новых и усовершенствованию существующих технологий селекционного процесса.

В 1979 г. при Президиуме отделения создан центр научного поиска, в котором на конкурсной основе формировалась тематика исследований под лидера.

С 1979 по 2004 г. П.Л. Гончаров – главный редактор журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки».

**Преподавательская деятельность.** В отличие от СО АН СССР, в институты СО ВАСХНИЛ из Европейской части СССР удалось привлечь значительно меньше ученых, а говорить о переезде научных школ было бы очевидным преувеличением (Узбекова, 2011). Основой кадрового обеспечения институтов должны были стать местные кадры, а также выпускники аграрных вузов и университетов. В качестве источника кадрового пополнения за Сибирским отделением ВАСХНИЛ закреплялся НСХИ. П.Л. Гончаров преподавал в Томском государственном университете (кафедра агрономии) (Профессора..., 2013) и Новосибирском государствен-

<sup>11</sup> 22 октября 1979 г. вышло постановление Президиума СО АН СССР «О составе Научного совета по программе "Сибирь" и его секций, составах координационных советов по целевым программам». После распада СССР и перехода России на рыночные механизмы хозяйствования программа «Сибирь» просуществовала до 2003 г. включительно, с сохранением частичного финансирования из федерального бюджета. К сожалению, она не вошла составной частью в «Сибирское соглашение» и не сохранилась.



Выступление перед школьниками в СибНИИРС. За столом сидит селекционер к. с.-х. н. В.П. Максименко. Конец 1970-х гг.



Участники 8-й селекционно-генетической школы-семинара (Новосибирск, 2001 г.). Фото О.П. Теплоуховой



Научная династия. Фото автора

ном аграрном университете (кафедра генетики и селекции) (Цильке, 2011). Читал курсы и спецкурсы: «Селекция сельскохозяйственных культур и генетические ресурсы растений Сибири», «История и методология научной агрономии», «Продукционный процесс и пути повышения генетического потенциала урожайности и качества», «Генетические ресурсы и создание генофонда адаптированных форм растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Специфические провокационные, инфекционные и селективные фоны при отборе и браковке по заданным параметрам» и др. Они послужили основой для написания оригинального учебника «Методические основы селекции растений», вышедшего тремя изданиями, последнее из которых опубликовано при финансовой поддержке ФАО ООН (Гончаров Н.П., Гончаров П.Л., 2018). Студенты профильных кафедр ТГУ и НГАУ проходили практику и выполняли дипломные работы в лабораториях СибНИИРС и других НИУ СО РАСХН. Была заложена формула развития агронауки в СО ВАСХНИЛ (СО РАСХН), включавшая единство науки, образования и сельскохозяйственного производства.

Система подготовки кадров, организованная и действовавшая в Сибирском отделении ВАСХНИЛ (РАСХН) благодаря усилиям П.Л. Гончарова, включала в себя и профессиональную ориентацию школьников (станция юных натуралистов, специализированный химико-биологический класс, Малая сельскохозяйственная академия учащихся с филиалами в Якутии, Туве, Бурятии).

В СО ВАСХНИЛ с 1976 г. регулярно проводились селек-

ционно-генетические школы (Цильке, 2005), много лет заполнявшие образовательный разрыв между селекцией и современной генетикой<sup>12</sup>. Всего было проведено 11 школ, последняя в 2012 г.

Петром Лазаревичем подготовлена плеяда ученых высшей квалификации. Под его руководством защищены 14 кандидатских диссертаций. Был консультантом у 12 докторов наук.

Избирался депутатом Верховного Совета РСФСР 10–11-го созывов, делегатом XVI–XVII съездов КПСС. Является кавалером орденов «За заслуги перед Отечеством IV степени», двух орденов Трудового Красного Знамени, ордена Октябрьской Революции, Дружбы народов, Почета. Награжден медалями СССР и РФ, в том числе «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», девятью медалями ВДНХ СССР и золотой медалью ВВЦ РФ. Ему присвоены многочисленные почетные звания. Избран членом Национальной академии наук Монголии, Монгольской и Казахской академий сельскохозяйственных наук, почетным членом Академии наук Республики Саха (Якутия), почетным доктором Монгольской академии наук и других.

**Семья.** Жена – Антонина Васильевна Гончарова (Степанова), д-р с.-х. наук, чл.-кор. РАН, селекционер, г. н. с. лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания

<sup>12</sup> В 1988 г. согласно приказу № 381 Госкомитета СССР по науке и технике от 10 июня в десяти сельскохозяйственных вузах страны, в том числе в НСХИ, были организованы кафедры селекции и генетики с введением новой специальности 31.06 – «селекция и генетика сельскохозяйственных культур» (Цильке, 2011).

полевых культур СибНИИРС – филиала ИЦИГ СО РАН. Сын – Николай Петрович, д-р биол. наук, академик, г. н. с. сектора генетики пшениц Института цитологии и генетики СО РАН. Дочь – Надежда Петровна, врач-кардиолог. Три внука – Анна, Петр, Александра – и три правнука – Вадим, Гордей, Таисия.

## Список литературы / References

- Агротехнополис Новосибирский. Создание нового агропромышленного формирования по производству, переработке и реализации продукции животноводства на основе наукоемких технологий и прогрессивных форм хозяйствования (1996–2003 гг.). Сост. П.Л. Гончаров и др. Новосибирск, 1996  
[Agrotechnopolis Novosibirsk. Creation of a new agro-industrial formation for the production, processing and sale of livestock products based on high-tech technologies and progressive forms of management (1996–2003). Comp. P.L. Goncharov et al. Novosibirsk, 1996 (in Russian)]
- Альт В.В., Гончаров П.Л., Сурин Н.А. Методология формирования баз данных по сортам пшеницы и ячменя. *Информационный вестник ВОГуС*. 2008;12(4):717-725  
[Alt V.V., Goncharov P.L., Surin N.A. Methodology for creating databases on wheat and barley varieties. *Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeders*. 2008;12(4):717-725 (in Russian)]
- Артемова Г.В., Лихенко И.Е. Исторические аспекты и основные результаты научных исследований в СибНИИРС – филиале ИЦИГ СО РАН. *Письма в Вавиловский журнал*. 2016;2(1):23-32  
[Artemova G.V., Likhenko I.E. Historical aspects and main results of scientific research in SibNIIRS – branch of the Institute of Cytology and Genetics SO RAN. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016;2(1):23-32 (in Russian)]
- Вараксин А.В., Катин-Ярцев Л.В. Омский опытный хутор. Омск: Омское кн. изд-во, 1986  
[Varaksin A.V., Katin-Yartsev L.V. Omsk experimental farm. Omsk: Omsk Book Publ. House, 1986 (in Russian)]
- Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984  
[Genetics of productivity traits of spring wheat in Western Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1984 (in Russian)]
- Гончаров Н.П. Научное обеспечение селекции и семеноводства Сибири в XXI веке. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021;25(4):448-459. DOI 10.18699/VJ21.050  
[Goncharov N.P. Scientific support to plant breeding and seed production in Siberia in the XXI century. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(4):448-459. DOI 10.18699/VJ21.050 (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. Новосибирск: Гео, 2018  
[Goncharov N.P., Goncharov P.L. Methodical bases of plant breeding. Novosibirsk: Geo Publ., 2018 (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Косолапов В.М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021;25(4):361-366. DOI 10.18699/VJ21.039  
[Goncharov N.P., Kosolapov V.M. Plant breeding is the food security basis in the Russian Federation. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(4):361-366. DOI 10.18699/VJ21.039 (in Russian)]
- Гончаров Н.П., Шумный В.К. Методы генетики в селекции растений: к 80-летию Сибирского НИИ растениеводства и селекции. *Информационный вестник ВОГИС*. 2006;10(2):395-403  
[Goncharov N.P., Shumny V.K. Plant genetics methods in plant breeding: the 80th anniversary of Siberian Institute of Plant Industry and Breeding. *Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeders*. 2006;10(2):395-403 (in Russian)]
- Гончаров П.Л. Методика селекции кормовых трав в Сибири. Новосибирск, 2003  
[Goncharov P.L. Methods of breeding of forage grasses in Siberia. Novosibirsk, 2003 (in Russian)]
- Гончаров П.Л. О времени, о проблемах села и об аграрной науке Сибири (к 35-летию Сибирского отделения Россельхозакадемии). *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2004;(4):3-16  
[Goncharov P.L. About time, about the problems of the village and about the agricultural science of Siberia (to the 35th anniversary of the Siberian Branch of the Russian Agricultural Academy). *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2004;(4):3-16 (in Russian)]
- Гончаров П.Л. Феномен Приангарья (к 100-летию Тулунской ордена Трудового Красного Знамени государственной селекционной станции). *Информационный вестник ВОГуС*. 2007;11(3/4):617-621  
[Goncharov P.L. Phenomenon of the Angara region (to the 100th anniversary of the Tulun Order of the Red Banner of Labor state breeding station). *Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeders*. 2007;11(3/4):617-621 (in Russian)]
- Гончаров П.Л., Лихенко И.Е. Приумножая генофонд растений Сибири (к 80-летию Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции СО Россельхозакадемии). *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2006;(5):110-115  
[Goncharov P.L., Likhenko I.E. Increased gene pool of plants of Siberia (for the 80th anniversary of the Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding of Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences). *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2006;(5):110-115 (in Russian)]
- Гончаров П.Л., Гончарова А.В., Лихенко И.Е. Растениеводство в условиях вечной мерзлоты. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2009;(6):17-22  
[Goncharov P.L., Goncharova A.V., Likhenko I.E. Crop production in permafrost conditions. *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2009;(6):17-22 (in Russian)]
- Гончаров П.Л., Жуков В.И., Максименко В.П., Цильке Р.А., Михеев В.А., Сироткин В.В., Христов Ю.А. Комплексная селекционная программа «Сибирская пшеница». Новосибирск, 1989  
[Goncharov P.L., Zhukov V.I., Maksimenko V.P., Zilke R.A., Mikheev V.A., Sirotkin V.V., Khristov Yu.A. Complex breeding program "Siberian Wheat". Novosibirsk, 1989 (in Russian)]
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М.: Росинформагротех, 2023  
[State register of selection achievements authorized for use for production purposes. Vol. 1. Plant Varieties. Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2023 (in Russian)]
- Давыдов М.М. Воды сибирских рек пустыням Средней Азии. Материал к лекции. Ленинград, 1952  
[Davydov M.M. The waters of Siberian rivers – the deserts of Central Asia. Material for the lecture. Leningrad, 1952 (in Russian)]
- Деятели сельскохозяйственной науки Сибири и Дальнего Востока: биобиблиографический справочник. Сост. П.Л. Гончаров и др. Новосибирск: Наука, 1979  
[The personalities of agricultural science in Siberia and the Far East: bio-bibliographic reference book. Comp. P.L. Goncharov et al. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979 (in Russian)]
- Донченко А.С., Гончаров П.Л. Из истории развития аграрной науки в Сибири (к 40-летию Сибирского регионального отделения Российской академии сельскохозяйственных наук). *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2009;(10):5-16  
[Donchenko A.S., Goncharov P.L. From the history of the development of agricultural science in Siberia (to the 40th anniversary of the Siberian regional branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences). *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2009;(10):5-16 (in Russian)]
- Донченко А.С., Солошенко В.А., Кашеваров Н.И., Гончаров П.Л., Власенко А.Н., Каличкин В.К., Першукевич П.М., Альт В.В., Лихенко И.Е., Мотовилов К.Я., Иванов Н.М., Чепурин Г.Е., Шкиль Н.А., Шелепов В.Г. Новосибирский научный центр история становления, достижения и планы на будущее. *Достижения науки и техники АПК*. 2008;(5):2-14 (in Russian)  
[Donchenko A.S., Soloshenko V.A., Kashevarov N.I., Goncharov P.L., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K., Pershukovich P.M., Alt V.V., Likhenko I.E., Motovilov K.Ya., Ivanov N.M., Chepurin G.E., Shkil N.A., Shelepov V.G. Novosibirsk Scientific Center history of formation, achievements and plans for the future. *Dostizheniya Nauki i Tehniki APK = Achievements of Science and Technology APC*. 2008;(5):2-14 (in Russian)]
- Донченко А.С., Каличкин В.К., Горобей И.М. Сибирское региональное отделение Россельхозакадемии. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2014;(5):5-12

- [Donchenko A.S., Kalichkin V.K., Gorobey I.M. Siberian branch of the Russian academy of agricultural science. *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2014;(5):5-12 (in Russian)]
- Дубнов Н. Сибирь в контексте суперпрограмм ООН на XXI в. *Сибирь: политика, экономика, управление*. 1993;(1):21-35  
[Dubnov N. Siberia in the context of the UN super programs for the 21st century. *Siberia: politics, economics, management*. 1993;(1):21-35 (in Russian)]
- Захаров И.К. Влияние ВИР на становление и развитие научных направлений по генетике и селекции растений в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР/РАН и *vice versa*. *Историко-биологические исследования*. 2020;12(3):46-65  
[Zakharov I.K. The influence of VIR on the formation and development of research areas in genetics and plant breeding at the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the USSR/Russian Academy of Sciences and *vice versa*. *Istoriko-biologicheskie Issledovaniya = Studies in History of Biology*. 2020;12(3):46-65
- К юбилею Антонины Васильевны Гончаровой. *Письма в Вавилонский журнал*. 2016;2(1):33-34  
[To the anniversary of Antonina Vasilievna Goncharova. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal = Letters to Vavilov Journal*. 2016;2(1):33-34 (in Russian)]
- Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2008 гг. Вып. 4 в 2-х тт. / Сост. П.Л. Гончаров, Ю.А. Христов и др. Новосибирск, 2009  
[Catalog of Varieties of Agricultural Crops Produced by Scientists of Siberia and Included in the State Register of the Russian Federation (zoned) in 1929–2008. Issue 4 in 2 vols. / Compiled by P.L. Goncharov, Yu.A. Khristov, et al. Novosibirsk, 2009 (in Russian)]
- Кершенгольц Б.М., Жимулев И.Ф., Гончаров Н.П., Чжан Р.В., Филипова Г.В., Шейн А.А., Прокопьев И.А. Сохранение генофонда растений в условиях многолетней мерзлоты: состояние, преимущества, перспективы. *Вавилонский журнал генетики и селекции*. 2012;16(3):675-682  
[Kershengolts B.M., Zhimulev I.F., Goncharov N.P., Zhang R.V., Filipova G.V., Shein A.A., Prokopiev I.A. Preservation of the gene pool of plants under permafrost conditions: State, advantages, and prospects. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2013;3(1):35-39. DOI 10.1134/S2079059713010073]
- Крестьянство и сельское хозяйство Сибири. 1960–1980-е гг. Новосибирск: Наука, 1991  
[Peasantry and agriculture of Siberia. 1960–1980's. Novosibirsk, Nauka Publ., 1991 (in Russian)]
- Курцев И.В. Развитие системы научного обеспечения АПК Сибири. В: Аграрная экономическая наука на рубеже веков: методология, традиции, перспективы развития. Никоновские чтения. М., 1999;88-91  
[Kurtsev I.V. Development of the scientific support system for the agro-industrial complex of Siberia. In: Agricultural economic science at the turn of the century: methodology, traditions, development prospects. Nikonov's readings. Moscow, 1999;88-91 (in Russian)]
- Курцев И.В. Значение сельского хозяйства для эффективного участия Сибири в глобальной экономике. Никоновские чтения. 2011;(16):45-46  
[Kurtsev I.V. The importance of agriculture for the effective participation of Siberia in the global economy. Nikonovskie chteniya. 2011;(16):45-46 (in Russian)]
- Литвинова А.В., Талалаева Н.С. Продовольственная безопасность России: эволюция приоритетов и способов оценки. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2019;21(4):182-196.  
[Litvinova A.V., Talalaeva N.S. Food security in Russia: evolution of priorities and assessment methods. Bulletin of Volgograd State University. Episode 3: Economics. Ecology. 2019;21(4):182-196 (in Russian)]
- Лихенко И.Е., Гончаров П.Л., Машьянова Г.К., Артемова Г.В. Основные итоги селекционных исследований сибирских растениеводов. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2008;(5):35-41  
[Likhenko I.E., Goncharov P.L., Mashyanova G.K., Artemova G.V. The main results of breeding research by Siberian plant breeders. *Sibirskiy Vestnik Selskokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2008;(5):35-41 (in Russian)]
- Лужков Ю. Вода и мир. М.: Московские учебники, 2008  
[Luzhkov Yu. Water and peace. M.: Moscow textbooks, 2008 (in Russian)]
- Петр Лазаревич Гончаров: Библиографический указатель. Новосибирск: ЦНСБ СО, 2009  
[Petr Lazarevich Goncharov: Bibliographic list. Novosibirsk: Central Science Siberian Library Publ., 2009 (in Russian)]
- Полухин А.А., Гусева А.Н., Цуканова З.Р., Бош Е.С., Мерцалов Е.Н., Гусев А.С. К 100-летию системы семеноводства в России. *Zernobobovye i krupnyane kul'tury = Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021;(2):6-14  
[Polukhin A.A., Guseva A.N., Tsukanova Z.R., Bosh E.S., Mertsalov E.N., Gusev A.S. The 100th anniversary of the seed production system in Russia. *Leguminous and Cereal Crops*. 2021;(2):6-14 (in Russian)]
- Программа работ селекцентра СибНИИ растениеводства и селекции до 1990 г. Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 1978  
[Program of Works of the Breeding Center of the Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding until 1990. Novosibirsk: Siberian Branch of VASKHNIL Publ., 1978 (in Russian)]
- Программа работ селекцентра СибНИИ растениеводства и селекции до 2010 г. Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 1989  
[Program of Works of the Breeding Center of the Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding until 1990. Novosibirsk: Siberian Branch of VASKHNIL Publ., 1989 (in Russian)]
- Программа работ селекцентра ГНУ СибНИИ растениеводства и селекции до 2030 г. Вып. 3. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2011а  
[Program of Works of the Breeding Center of the Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding until 2030. Issue 3. Novosibirsk: Siberian Branch of RASKHN Publ., 2011a (in Russian)]
- Программа работ селекционного центра Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на период 2011–2030 гг. Новосибирск: РАСХН Сиб. отд-ние, 2011б  
[Program of Works of the Breeding Center of the Siberian Research Institute of Agriculture for the period 2011–2030. Novosibirsk: Siberian Branch of RASKHN Publ., 2011b (in Russian)]
- Профессора Томского университета: Биографический словарь (2003-2012) / С.Ф. Фоминых, С.А. Некрылов, М.В. Грибовский и др. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2013;6:67-71  
[Professors of Tomsk University: Biographical Dictionary (2003-2012) / S.F. Fominykh, S.A. Nekrylov, M.V. Gribovsky et al. Tomsk: Tomsk University Publ. House, 2013;6:67-71 (in Russian)]
- Прохорова И.С., Тимошенко А.В. Агропромышленный комплекс Российской Федерации как индикатор готовности России к инновационному прорыву. *4E-Management*. 2022;5(1):101-110. DOI 10.26425/2658-3445-2022-5-1-101-110  
[Prokhorova I.S., Timoshenko A.V. Agro-industrial complex of the Russian Federation as an indicator of Russia's readiness for an innovation breakthrough. *4E-Management*. 2022;5(1):101-110. DOI 10.26425/2658-3445-2022-5-1-101-110 (in Russian)]
- Размахнин Е.П. Андрогенез *in vitro* у пырея сизого *Elytrigia intermedia*. Новосибирск, 2017  
[Razmakhnin E.P. Androgenesis *in vitro* in wheatgrass *Elytrigia intermedia*. Novosibirsk, 2017 (in Russian)]
- Размахнин Е.П., Размахнина Т.М., Козлов В.Е., Гордеева Е.И., Гончаров Н.П., Галицын Ю.Г., Вепрев С.Г., Чекуров В.М. Получение высокоморозостойких форм пшенично-пырейных гибридов. *Вавилонский журнал генетики и селекции*. 2012;16(1):240-249  
[Razmakhnin E.P., Razmakhnina T.M., Kozlov V.E., Gordeeva E.I., Goncharov N.P., Galitsyn G.Y., Veprev S.G., Chekurov V.M. Raising highly frost resistant *Agropyron-Triticum* hybrids. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2012;2(4):344-351. DOI 10.1134/S2079059712040090]
- Румянцев В.А. Еще раз об участии России в мировом рынке воды. *Общество. Среда. Развитие*. 2013;(3):237-246  
[Rumyantsev V.A. Once again about Russia's participation in the global water market. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye = Society. Environment. Development*. 2013;(3):237-246 (in Russian)]
- Рычков А.В. Научно-производственные объединения и научно-производственные системы в сельском хозяйстве Сибири в 1980-е гг. *Вестник Томского государственного университета*. 2021;(464):153-158. DOI 10.17223/15617793/464/18

- [Rychkov A.V. Scientific production associations and scientific production systems in the agriculture of Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Tomsk State University Journal*. 2021;(464):153-158. DOI 10.17223/15617793/464/18 (in Russian)]
- Сельское хозяйство в России. 2023: Статистический сборник. М., 2023. Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel\\_xoz-vo\\_2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_xoz-vo_2023.pdf) (дата обращения 15.12.2023) [Agriculture in Russia. 2023: Statistical digest. Moscow, 2023. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel\\_xoz-vo\\_2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_xoz-vo_2023.pdf) (date 15.12.2023) (in Russian)]
- Сергеева И.А., Сергеев А.Ю. Угрозы продовольственной безопасности России. *Продовольственная политика и безопасность*. 2014;1(1):13-24. [Sergeeva I.A., Sergeev A.Yu. Threats to food security in Russia. *Food Policy and Security*. 2014;1(1):13-24. (in Russian)]
- Системы ведения крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств Сибири. Новосибирск, 2004 [Systems for managing peasant (farmer) and personal subsidiary plots in Siberia. Novosibirsk, 2004 (in Russian)]
- Солошенко В.А. Научное обеспечение приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (ускоренное развитие животноводства) в Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2008;(10):23-26 [Soloshenko V.A. Scientific support of the priority national project "Development of the agro-industrial complex" (accelerated development of livestock farming) in Siberia. *Dostizheniya Nauki i Tehniki APK = Achievements of Science and Technology APC*. 2008;(10):23-26 (in Russian)]
- Узбекова Ю.И. Создание и становление Сибирского отделения Российской академии сельскохозяйственных наук (1969-1979 годы). *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология*. 2011;10(10):92-97 [Uzbekova Yu.I. Creation and establishment of the Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences (1969-1979). *Bulletin of Novosibirsk State University. Series: History, Philology*. 2011;10(10):92-97 (in Russian)]
- Ушачев И.Г. Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности России. *АПК: экономика, управление*. 2009;(8):9-20 [Ushachev I.G. The role of agricultural science in ensuring food security in Russia. *APC: economics, management*. 2009;(8):9-20 (in Russian)]
- Цильке Р.А. Тридцать лет генетико-селекционной школе. *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2005;2:11-17 [Zilke R.A. Thirty years of the genetic breeding school. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2005;2:11-17 (in Russian)]
- Цильке Р.А. Некоторые итоги научной и учебной деятельности кафедры селекции и генетики. *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2011;(5):43-48 [Zilke R.A. Some results of scientific and educational activities of the Department of Breeding and Genetics. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2011;(5):43-48 (in Russian)]
- Шумный В.К., Тихонович И.А., Беспалова Л.А., Сурин Н.А., Харитонов Е.М., Харченко П.Н., Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш. Памяти академика Петра Лазаревича Гончарова (1929–2016). *Письма в Вавилонский журнал*. 2016;2(3):27-28 [Shumny V.K., Tikhonovich I.A., Bespalova L.A., Surin N.A., Kharitonov E.M., Kharchenko P.N., Kosolapov V.M., Shamsutdinov Z.Sh. In memoriam Academician Pyotr L. Goncharov (1929–2016). *Pisma v Vavilovskii Zhurnal = Letters to Vavilov Journal*. 2016;2(3):27-28 (in Russian)]
- Юдина Л. Светлый взгляд в будущее: беседа с академиком П.Л. Гончаровым. *Наука в Сибири*. 1999;(16):5 [Yudina L. A bright look into the future: a conversation with academician P.L. Goncharov. *Nauka v Sibiri = Science in Siberia*. 1999;(16):5 (in Russian)]
- Blixt S., Vose P. B. Breeding towards an ideotype-aiming at a moving target. In: *Crop Breeding. A Contemporary Basis*, 1984:414-426
- Davies D.R. Creation of new models for crop plants and their use in plant breeding. *Appl. Biol*. 1977;2:87-127
- Donald C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*. 1968;17:385-403. DOI 10.1007/BF00056241
- Plucknett D.L., Smith N.J. Gene banks and the world's food. In: *Gene banks and the world's food*. Princeton University Press. 2014. (Vol. 457)
- Tanio M., Kato K., Ishikawa N., Tabiki T., Nishio Z., Nakamichi K., Tamura Y., Sato M., Takagi H., Matsuoka M. Effect of shuttle breeding with rapid generation advancement on heading traits of Japanese wheat. *Breed. Sci*. 2006;56(3):311-320. DOI 10.1270/jsbbs.56.311

## Список книг и монографий П.Л. Гончарова

- Гончаров П.Л. Люцерна в Иркутской области. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1965. 106 с.
- Гончаров П.Л. Люцерна в Восточной Сибири. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1975. 232 с.
- Гончаров П.Л., Крестьянинова Н.Г., Савенкова Е.З. Интенсификация производства зерна в Приангарье. Иркутск: Обл. кн. изд-во. 1978. 153 с.
- Деятели сельскохозяйственной науки Сибири и Дальнего Востока: (Биобиблиограф. справ.) / Сост. Гончаров П.Л., Шелухин И.С. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. 367 с.
- Гончаров П.Л., Лубенец П.А. Биологические аспекты возделывания люцерны. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. 255 с.
- Гончаров П.Л. Научные основы травосеяния в Сибири. М.: Агропромиздат, 1986. 286 с.
- Природно-экономические условия ведения сельского хозяйства Сибири и Дальнего Востока / Сост. А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров, А.А. Вершинин. Новосибирск, 1991. 356 с.
- Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири. Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1992. 264 с.
- Гончаров П.Л., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений. Новосибирск: изд-во Новосибир. ун-та, 1993. 312 с.
- Агрпромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика: Стат. сб. в 3 томах / РАСХН, сост. Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, П.Л. Гончаров, А.А. Шутьков, И.П. Макаров. Новосибирск, 1995. Т. 3. 170 с.
- Учреждения и деятели сельскохозяйственной науки Сибири и Дальнего Востока: биограф.-библиогр. справ. / сост. П.Л. Гончаров, Ю.А. Белоножко, А.В. Карамзин. Новосибирск: СО РАСХН, 1997. 662 с.
- Гончаров П.Л. Творцы сибирских сортов. Новосибирск, 1998. 248 с.
- Гончаров П.Л. Кормовые растения России / П.Л. Гончаров, Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников. М., 1999. 372 с.
- Сорта сельскохозяйственных растений и селекционеры Сибири / Сост. П.Л. Гончаров, А.В. Карамзин. Новосибирск: СО РАСХН, 1999. 416 с.
- Гончаров П.Л. Методика селекции кормовых трав в Сибири. Новосибирск, 2003. 394 с.
- Гончаров П.Л., Гончаров Н.П., Шумный В.К., Лихенко И.Е., Сапрыкин В.С. Чародеи Приобья: сорта и селекционеры СибНИИ растениеводства и селекции. Новосибирск, 2007. 284 с.
- Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2008 гг. Вып. 4 в 2 томах. Т. 1 / Сост. П.Л. Гончаров, Ю.А. Христов и др. Новосибирск, 2009. 207 с.
- Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2008 гг. Вып. 4 в 2 томах. Т. 2 / Сост. П.Л. Гончаров, Ю.А. Христов и др. Новосибирск, 2010. 207 с.
- Аграрная наука Сибири: [биограф. справ.] / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние; сост. П.Л. Гончаров, О.П. Теплоухова, Т.Н. Мельникова. Новосибирск, 2010. 874 с.
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. 3-е изд., перераб. и доп. Новосибирск, 2018. 439 с.

## Авторские свидетельства на селекционные достижения П.Л. Гончарова

### 1968

1. Горох на корм (пелюшка) Тулунская : а. с. 973/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.И. Назарова, А.С. Звездкина. – 1968.
2. Горох на корм Скороспелый 16 : а. с. 974/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – 1968.

### 1970

3. Костер безостый Тулунский : а. с. 1395/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – 1970.

### 1971

4. Люцерна Таежная : а. с. 1387/ П.Л. Гончаров. – 1971.
5. Чумиза Северянка : а. с. 1575/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – 1971.

### 1972

6. Вика яровая Байкальская : а. с. 1753/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.С. Звездкина. – 1972.

### 1973

7. Донник белый Саянский : а. с. 1754/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – 1973.

### 1975

8. Овсяница луговая Приангарская : а. с. 1974/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, В.С. Сименас. – 1975.

### 1978

9. Вика яровая Надежда : а. с. 2501/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – 1978.

### 1979

10. Люцерна Тулунская гибридная : а. с. 5629/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.М. Константинова. – 1979.

### 1980

11. Костер безостый Антей : а. с. 2872/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, М.С. Ильюшенко, Г.Е. Кузьмина. – 1980.

### 1982

12. Вика яровая Новосибирская : а. с. 3226/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.Ф. Перевозчиков. – 1982.

### 1990

13. Овсяница луговая Новосибирская 21 : а. с. 5363/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Хан Чаоки, В.Н. Пьянков, М.С. Ильюшенко. – 1990.

### 1994

14. Пелюшка (горох кормовой) Новосибирская 1 : а. с. 6414/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Хан Чаоки, Е.Э. Андрусович, Г.И. Мусинов, Н.В. Дедкова. – 1994.
15. Люцерна Сибирская 8 : а. с. 6423/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Хан Чаоки, Б.А. Абубекеров, В.С. Вережкин. – 1994.

### 1995

16. Вика яровая Приобская 25 : а. с. 6447/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Хан Чаоки, Е.Э. Андрусович, Г.И. Мусинов, З.П. Ананьева, Г.И. Беребердина, М.В. Овчаренко. – 1995.
17. Донник желтый Лазарь : а. с. 6656/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Г.Е. Кузьмина, А.М. Иванов, В.Д. Чепинога. – 1995.

### 1997<sup>13</sup>

18. Вика посевная яровая Тулунская 73 : а. с. 28299/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.М. Иванов, С.В. Мирвода, Е.Ф. Рязанцева, В.Д. Чепинога. – 1997.

### 1998

19. Пшеница мягкая яровая Обская 14 : а. с. 29251/ П.Л. Гончаров, В.И. Жуков, А.Н. Лубнин, В.А. Михеев, Ю.А. Христов, С.И. Аносов, Н.П. Коурдакова. – 1998.

<sup>13</sup> С 1996 г. Госсортокмиссия в авторских свидетельствах формирует списки авторов не по вкладу в создание сорта, а по алфавиту. В случаях, если алфавитный порядок в списках авторов нарушен, то он соответствует поданному в заявке.

### 1999

20. Пшеница мягкая яровая Баганская 93 : а. с. 29250/ П.Л. Гончаров, В.В. Васин, А.Н. Лубнин, В.П. Максименко, Н.К. Молькина, А.С. Тарасова, Ю.А. Христов. – 1999.
21. Кострец безостый Вулкан : а. с. 29675/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.М. Иванов, Г.Е. Кузьмина, С.В. Мирвода, Е.Ф. Рязанцева, В.Д. Чепинога. – 1999.

### 2002

22. Овсяница луговая Жемчужная : а. с. 29700/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.М. Иванов, М.С. Ильюшенко, С.В. Мирвода, Е.Ф. Рязанцева, В.Д. Чепинога. – 2002.

### 2003

23. Суданская трава Приобская 97 : а. с. 33424/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Е.Э. Андрусович, Р.П. Лаук, Т.В. Ряттель, Е.Р. Шукис. – 2003
24. Пшеница мягкая яровая Новосибирская 29 : а. с. 33647/ Н.В. Вавенков, П.Л. Гончаров, А.Н. Лубнин В.В. Советов. – 2003.

### 2004

25. Люцерна изменчивая Приобская 50 : а. с. 34708/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Е.Р. Шукис, Е.Э. Андрусович, Т.В. Ряттель, Г.Г. Дегтяренко, Л.В. Каштанова. – 2004.
26. Пшеница мягкая яровая озимая Новосибирская 32 : а. с. 34761/ П.Л. Гончаров, В.Е. Козлов, Н.Г. Митрофанов, В.И. Пономаренко, И.П. Титков, В.М. Чекуров. – 2004.

### 2006

27. Пшеница мягкая яровая Сибирская 12 : а. с. 38946/ П.Л. Гончаров, Р.А. Цильке, А.А. Тимофеев, Тимофеева Л.П., Е.Р. Ребенкова. – 2006.
28. Пшеница мягкая яровая Удача : а. с. 39096/ А.Ф. Зырянова, П.И. Степочкин, П.Л. Гончаров, Н.И. Степочкина, С.И. Аносов, Ю.А. Христов, Ж.А. Бахарева, Л.В. Рудькова, Н.Т. Сорочинская. – 2006.

### 2007

29. Пшеница мягкая яровая Александрина : а. с. 40409/ А.Ф. Зырянова, П.Л. Гончаров, Л.В. Рудькова, Н.Т. Сорочинская, Л.П. Сочалова, П.И. Степочкин, Н.И. Степочкина, Ю.А. Христов. – 2007.
30. Пшеница мягкая яровая Баганская 95 : а. с. 40546/ П.Л. Гончаров, С.В. Куркова, А.Н. Лубнин, А.С. Тарасова. – 2007.

### 2008

31. Пшеница мягкая яровая Памяти Вавенкова : а. с. 42412/ Н.В. Вавенков, П.Л. Гончаров, Г.П. Карловец, А.Н. Лубнин, С.А. Минина, В.В. Советов. – 2008.
32. Пшеница мягкая яровая Чагытай : а. с. 42718/ П.Л. Гончаров, М.М. Донгак, Б.Ф. Немцев. – 2008.
33. Пшеница мягкая яровая Полюшко : а. с. / А.Ф. Зырянова, П.И. Степочкин, П.Л. Гончаров, Ж.А. Бахарева, Н.И. Степочкина. – 2008.

### 2009

34. Люцерна изменчивая Флора 7 : а. с. 44267/ Б.А. Абубекеров, Е.Э. Андрусович, П.Л. Гончаров, Г.Я. Козлова, Л.В. Мешкова, А.Х. Момонов. – 2009.

### 2010

35. Пшеница мягкая озимая Новосибирская 40 : а. с. 46865/ П.Л. Гончаров, В.Е. Козлов, В.И. Пономаренко, Г.В. Пономаренко, А.Г. Ревко, В.М. Чекуров. – 2010.
36. Пшеница мягкая озимая Новосибирская 51 : а. с. 46863/ П.Л. Гончаров, В.Е. Козлов, В.И. Пономаренко, Г.В. Пономаренко, А.Г. Ревко, В.М. Чекуров. – 2010.
37. Пшеница мягкая яровая Новосибирская 44 : а. с. 52186/ Ж.А. Бахарева, П.Л. Гончаров, Н.Д. Дудкина, Э.И. Ландгольф, А.Н. Лубнин, В.В. Советов. – 2010.
38. Люцерна Кокорай : а. с. №428 РК/ Г.Т. Мейерман, Н.А. Николенко, П.Л. Гончаров [и др.]. – 2010.

### 2011

39. Пшеница мягкая яровая Новосибирская 18 : а. с. 51322/ В.В. Советов, А.Н. Лубнин, П.Л. Гончаров [и др.]. – 2011.

**2012**

40. Люцерна изменчивая Деметра : а. с. / П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Т.В. Ряттель, И.С. Салмина. – 2012.
41. Вика посевная яровая Даринка : а. с. / П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, З.Б. Толбина, В.А. Жаркова, А.Т. Подкорытов, Н.Г. Иванова, Е.Э. Андрусович, Т.В. Ряттель, А.Я. Савников. – 2012.

**2013**

42. Картофель Северный : а. с. / П.Л. Гончаров, П.П. Охлопкова; Р.Д. Васильева. – 2011.

**2014**

43. Вика посевная яровая Ленская 15 : а. с. / А.Н. Неустроев, П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.Г. Емельянова, Е.Э. Андрусович, Т.В. Ряттель. – 2014.
44. Пшеница мягкая яровая Обская 2 : а. с. / А.Ф. Зырянова, П.И. Стёпочкин, И.Е. Лихенко, П.Л. Гончаров, Д.П. Зыбченко, Е.А. Орлова, Л.П. Сочалова, Н.И. Стёпочкина. – 2014.
45. Пшеница мягкая озимая Новосибирская 3 : а. с. / П.Л. Гончаров, Н.И. Лихенко, А.А. Мединский, В.И. Пономаренко, Г.И. Пономаренко, П.И. Степочкин. – 2014.

**2016**

46. Люцерна изменчивая Флора 8 : а. с. / Абубекеров Б.А., Гончаров П.Л., Гончарова А.В., Козлова Г.Я., Мешкова Л.В., Момонов А.Х., Поползухин П.В. – 2016.
47. Пшеница мягкая озимая Новосибирская 2 : а. с. / В.И. Пономаренко, Г.И. Пономаренко, П.Л. Гончаров, Г.В. Артемова, Н.И. Лихенко, В.М. Чекуров, В.Е. Козлов. – 2016.

**2019**

48. Вика посевная яровая Обская 16 : а. с. / П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Т.В. Ряттель, Е.Э. Андрусович. – 2019.

**2021**

49. Вика посевная яровая Гармония : а. с. / Е.Р. Шукис, П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, А.А. Туманов, С.К. Шукис. – 2021.

---

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 10.12.2023. После доработки 27.01.2024. Принята к публикации 01.02.2024.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-7

## Обзор

## Выдающиеся ученые России. Академик Владимир Константинович Шумный

А.В. Кочетов<sup>1</sup> , И.Н. Леонова<sup>1</sup>  , Л.А. Першина<sup>1</sup> , И.К. Захаров<sup>1</sup>, Е.К. Хлесткина<sup>1,2</sup> ,  
Е.А. Салина<sup>1</sup> , Н.П. Гончаров<sup>1</sup>

**Аннотация:** 12 февраля 2024 г. исполнилось 90 лет выдающемуся советскому и российскому ученому, доктору биологических наук, профессору, академику Российской академии наук Владимиру Константиновичу Шумному. В.К. Шумный – известный ученый в области генетики и генетических основ селекции растений, крупный организатор биологической науки в Сибири. В данной статье кратко описаны основные научные направления и результаты, полученные в отделе генетики растений Института цитологии и генетики СО РАН под руководством В.К. Шумного.

**Ключевые слова:** генетика растений; отдаленная гибридизация; генная инженерия; академик В.К. Шумный.

**Для цитирования:** Кочетов А.В., Леонова И.Н., Першина Л.А., Захаров И.К., Хлесткина Е.К., Салина Е.А., Гончаров Н.П. Выдающиеся ученые России. Академик Владимир Константинович Шумный. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):74-81. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-7

**Финансирование:** Статья подготовлена в рамках бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № FWN-2022-0017.

## Review

## Outstanding scientists of Russia. Full Member of the Russian Academy of Sciences Vladimir K. Shumny

A.V. Kochetov<sup>1</sup> , I.N. Leonova<sup>1</sup>  , L.A. Pershina<sup>1</sup> , I.K. Zakharov<sup>1</sup>, E.K. Khlestkina<sup>1,2</sup> ,  
E.A. Salina<sup>1</sup> , N.P. Goncharov<sup>1</sup>

**Abstract:** On February 12, 2024, Vladimir K. Shumny, an outstanding Soviet and Russian scientist, Doctor of Biological Sciences, Professor, Full Member of the Russian Academy of Sciences, turned 90 years old. V.K. Shumny is a well-known scientist in the field of plant genetics and the genetic basis of plant breeding, a major organizer of biological science in Siberia. This article briefly describes the main scientific directions and results obtained in the Department of Plant Genetics of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, obtained under the leadership of V.K. Shumny.

**Key words:** plant genetics; distant hybridization; genetic engineering; Full Member of the Russian Academy of Sciences V.K. Shumny.

**For citation:** Kochetov A.V., Leonova I.N., Pershina L.A., Zakharov I.K., Khlestkina E.K., Salina E.A., Goncharov N.P. Outstanding scientists of Russia. Full Member of the Russian Academy of Sciences Vladimir K. Shumny. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):74-81. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-7 (in Russian)

**Funding:** The work was carried out within the framework of the budget project of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, No. FWN-2022-0017.

Владимир Константинович Шумный родился в 1934 г. в с. Ховмы Черниговской области Украинской ССР. По окончании средней школы поступил на биолого-почвенный факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, который окончил в 1958 г. по специ-

альности «ботаника». Более 65 лет научная и общественная жизнь В.К. Шумного неразрывно связана с новосибирским Академгородком и Институтом цитологии и генетики СО АН СССР (сейчас – РАН). Он прошел путь от старшего лаборанта лаборатории гетерозиса до директора Института,

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург, Россия  
Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia

 leonova@bionet.nsc.ru

 Кочетов А.В., Леонова И.Н., Першина Л.А., Захаров И.К., Хлесткина Е.К., Салина Е.А., Гончаров Н.П., 2024



президента Вавиловского общества генетиков и селекционеров, председателя Объединенного совета по биологическим наукам СО РАН, заведующего кафедрой цитологии и генетики Новосибирского государственного университета. В 1997 г. по инициативе В.К. Шумного организован научный журнал «Информационный вестник ВОГиС», который в 2011 г. был переименован в «Вавиловский журнал генетики и селекции». Под руководством В.К. Шумного как главного редактора издание стало одним из ведущих в России в области генетики, селекции, компьютерной биологии и биоинформатики, статьи которого индексируются в международных системах цитирования Scopus и Web of Science, а также в полнотекстовой базе данных PubMed Central.

Более 50 лет В.К. Шумный занимается проблемами организации науки в ИЦиГ СО РАН – с 1970 г. как заместитель директора по научной работе, с 1985 г. как директор Института, а с 2007 г. как советник РАН. Деятельность В.К. Шумного на посту директора можно охарактеризовать как преемственность и стабильность. Ему удалось в сложный для страны период конца прошлого века сохранить научные кадры,

материально-техническую базу и развить научный потенциал Института. По мнению ученика В.К. Шумного А.В. Кочетова (директора ИЦиГ СО РАН), стиль руководства Владимира Константиновича основан на всемерной поддержке идей и планов, возникающих у научных сотрудников. Это дало замечательные результаты в виде крупной научной школы в области генетики растений.

В.К. Шумный – автор более 400 научных работ по проблемам генетики и селекции сельскохозяйственных растений, автор 13 патентов на изобретения и 12 авторских свидетельств на сорта. В составе группы авторов В.К. Шумным подготовлены учебники по классическому и углубленному курсам изучения биологии для 10–11-х классов средней школы (Биология, 2011, 2020). Знакомясь с отдельными главами в учебнике для углубленного изучения биологии, школьники имеют возможность из первых рук узнать о работе с генетическими ресурсами растений, вкладе Н.И. Вавилова в сохранение мирового биоразнообразия, о современных методах маркер-ориентированной и геномной селекции,



Отдел генетики растений, 1994 г. Слева направо: 1-й ряд: Э.В. Квасова, Е.В. Дейнеко, В.И. Коваленко, Л.В. Знак, В.К. Шумный, Н.И. Романцева, А.Н. Сидоров, М.И. Голышева; 2-й ряд: Э.П. Девяткина, И.Л. Степаненко, Е.В. Зинченко, О.П. Смирнова, Л.А. Пшеницын, Л.И. Белова, С.М. Ибрагимова, Л.А. Конопкина, Г.А. Похмельных, Л.А. Першина, О.П. Нумерова; 3-й ряд: Ю.Н. Иванов, О.В. Захарова, Р.С. Юдина, Л.Д. Колосова, Н.А. Омелянчук, В.А. Годовикова, Н.С. Леонова, А.В. Железнов, Г.К. Архипова, Н.Б. Железнова, Л.И. Сметанина

возможностях генной инженерии и генетического редактирования для улучшения сортов растений (Хлесткина, Шумный, 2019).

Под руководством Владимира Константиновича защищено 8 докторских и более 20 кандидатских диссертаций. Среди его учеников и последователей заслуженный деятель науки РФ (д. б. н., проф. Е.А. Салина) и директора крупных институтов Российской Федерации – директор ИЦиГ СО РАН академик РАН А.В. Кочетов и директор ВИР им. Н.И. Вавилова проф. РАН Е.К. Хлесткина.

Имя Владимира Константиновича Шумного неразрывно связано с развитием генетических исследований в нашей стране. Началом научной деятельности ученого следует считать разработку моделей для изучения основ и эффектов гетерозиса и создание первых отечественных тетраплоидных форм кукурузы на гибридной основе (Шумный, 1964). Совместно с коллективом авторов В.К. Шумным проведен цикл работ по сравнительному молекулярно-генетическому анализу культурных и дикорастущих видов злаков и их гибридов, хромосомной и генетической инженерии. Были инициированы работы по модификации геномов растений методами культуры клеток и генной инженерии.

В рамках исследований, проводимых по хромосомной инженерии, были разработаны подходы, основанные на сочетании классических методов отдаленной гибридизации и методов культивирования *in vitro*, направленные на преодоление несовместимости при межподтрибных скрещиваниях злаков, увеличение цитоплазматического разнообразия пшеницы, получение дигаплоидных линий на основе аллоплазматических рекомбинантных линий пшеницы и интрогрессии хромосом дикого ячменя в геном мягкой пшеницы (Шумный, Першина, 1979, 1980; Шумный и др., 1995; Першина и др., 1998, 1999, 2004, 2023). За цикл работ по изучению закономерностей образования аллоплазматических линий пшеницы, носителей цитоплазмы ячменя, коллектив В.К. Шумного в 2005 г. удостоен Премии МАИК (Першина и др., 1998, 1999, 2004; Нумерова и др., 2004). Эти линии являются уникальными моделями для изучения механизмов ядерно-цитоплазматических взаимодействий и изменчивости цитоплазматических геномов (Trubacheeva et al., 2012). Рекомбинантные и аллоплазматические интрогрессивные дигаплоидные линии использованы для получения новых сортов яровой мягкой пшеницы (Арбузова и др., 2009; Белан и др., 2012; Абакумов и др., 2017; Першина и др., 2018).



Лауреаты Премии академика В.А. Коптюга, 2007 г. Слева направо: О.Г. Силкова, Л.А. Першина, Л.Н. Каминская, Н.И. Дубовец, О.Г. Давыденко, В.К. Шумный, Е.А. Салина

В 1980 г. Владимир Константинович инициировал работы по изучению генома растений (Шумный, 1997). Работы по фракционированию генома на отдельные последовательности ДНК и их использованию для анализа генетического разнообразия ячменя, пшеницы и других видов зерновых, а также гибридных форм злаков были пионерскими в России (Вершинин и др., 1982, 1986; Салина и др., 1984, 1986; Свиташев и др., 1988). Впервые стало возможным говорить о сходстве и различии геномов различных видов злаков, о геномной структуре гибридов мягкой пшеницы. Была создана первая база маркеров для генетических и цитогенетических исследований, часть из которых сохраняет актуальность до настоящего времени (Салина и др., 2001). Под руководством В.К. Шумного впервые проведена масштабная ДНК-паспортизация отечественных стародавних и современных сортов яровой мягкой пшеницы (Хлесткина и др., 2004). Разработан формат генетического паспорта. Впервые в мире введен новый индекс ( $A_{xy}$ ) для сравнительной оценки генетического разнообразия, который стал широко использоваться в мировой практике при сравнении выборок сортов, так как позволил оценивать не только качественные, но и количественные изменения при определении со-

става аллелей в маркерных локусах (Khlestkina et al., 2004).

Он прекрасно понимал возможности генной инженерии как инструмента «обратной генетики»: трансгенные растения с увеличенной или выключенной экспрессией генамишени представляли собой идеальные модели для систематического описания функций всех генов в геноме. Кроме того, идея «программируемых» растений для создания эффективного сельского хозяйства нового типа привлекала огромный интерес молодых исследователей. Растения, не поражаемые патогенами и вредителями, с низкой потребностью в удобрениях, с высоким содержанием микроэлементов и питательных веществ, продуцирующие лекарства и биодобавки, – эти перспективы вызывали энтузиазм.

С именем В.К. Шумного связано внедрение в Институте цитологии и генетики СО РАН прорывных подходов в исследовании генетики и селекции растений. С появлением первых работ по генетическому редактированию растений В.К. Шумный горячо поддержал инициативу по апробации этих методов (Хлесткина, Шумный, 2016; Колчанов и др., 2017). Под его руководством был составлен первый каталог отредактированных генов (Короткова и др., 2017), проведен системный анализ имевшихся на тот момент методик,

подходящих для редактирования однодольных растений (Герасимова и др., 2017). Наконец, В.К. Шумным совместно с Е.К. Хлесткиной, А.В. Кочетовым и С.В. Герасимовой впервые в стране было успешно проведено редактирование генома ячменя (Gerasimova et al., 2018).

В ИЦиГ СО РАН под курированием В.К. Шумного выполнен большой цикл экспериментальных работ в области генетической инженерии. Созданы одни из первых в РФ трансгенные растения, экспрессирующие ген бета-интерферона человека. Перед коллективом Владимира Константиновича стояла задача как оценки влияния этого гена на вирусоустойчивость растений, так и возможность использовать растения для наработки ценного лекарственного препарата (Ривкин и др., 1993). Было проведено значительное количество исследований с использованием трансгенных растений как инструмента «обратной генетики» для изучения функций одной из групп генов (экстраклеточных S-подобных рибонуклеаз) и функции рибонуклеаз в апопласте в целом. Получен целый ряд генетических моделей – растений, экспрессирующих гены неспецифической нуклеазы *Serratia marcescens* (Трифонова и др., 2002, 2004), S-подобной РНКазы *Zinnia elegans* (Сангаев и др., 2007), РНКазы А человека (Trifonova et al., 2007), а также растения *Nicotiana tabacum* с «выключенной» экспрессией собственного гена S-подобной РНКазы (Сангаев и др., 2010). В результате было впервые установлено, что РНКазы апопласта (в том числе гетерологичные) участвуют в неспецифической устойчивости растений к вирусам. Дальнейшее развитие направления показало, что они способны защищать растения от самых разных вирусов – табачной мозаики, мозаики огурца, ожога гречихи и других.

Другое направление «обратной генетики» для выявления функций генов растений было связано с системой метаболизма пролина – одной из ключевых в обеспечении устойчивости к абиотическим стрессам. Созданные модели включали трансгенные растения со сниженной экспрессией гена пролиндегидрогеназы (Кочетов и др., 2004; Колодяжная и др., 2006), которые характеризовались повышенной неспецифической устойчивостью к засолению и осмотическому стрессу, а также к присутствию в среде токсичных солей свинца, кадмия, никеля (Колодяжная и др., 2007), с увеличенной экспрессией орнитинаминотрансферазы (Герасимова и др., 2010). Дальнейшее развитие этой тематики на различных видах сельскохозяйственных растений подтвердило, что частичная супрессия гена, отвечающего за катаболизм пролина, ассоциируется с увеличенной неспецифической устойчивостью к абиотическим стрессам различной природы.

Большую научную значимость представляют выполненные под руководством В.К. Шумного исследования, связанные с изучением реорганизации генома и хромосомных перестроек в процессе межвидовой гибридизации. Значительная часть результатов была получена в сотрудничестве с Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси. В 2007 г. за цикл научных работ по теме «Реорганизация ядерного и цитоплазматических геномов при создании новых форм злаков методами биотехнологии», выполненных в рамках сотрудничества НАН Беларуси и Сибирского отделения

РАН, коллективу авторов во главе с В.К. Шумным присуждена премия академика В.А. Коптюга НАН Беларуси и СО РАН (Дубовец и др., 2005; Леонова и др., 2005; Синявская и др., 2005; Aksyonova et al., 2005; Силкова и др., 2006, 2007; Каминская и др., 2008).

Также совместно с Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси были созданы и охарактеризованы по хозяйственно важным признакам коллекции аллоплазматических, интрогрессивных, замещенных и дополненных генетическим материалом дикорастущих родичей линий мягкой пшеницы (Каминская и др., 2008; Адонина и др., 2011; Леонова и др., 2013; Орловская и др., 2015; Леонова, Шумный, 2023). Такие коллекции являются ценнейшим источником новых хозяйственно ценных генов и активно используются при создании сортов мягкой пшеницы (Гончаров, Шумный, 2008; Арбузова и др., 2009; Белан и др., 2020).

За разработку и внедрение образца нового класса иммунизированных лекарственных средств препарата «Тромбовазим» для лечения сердечно-сосудистых заболеваний человека в условиях экстренной медицинской помощи и планового лечения авторскому коллективу ученых и разработчиков лекарственного препарата «Тромбовазим» была вручена государственная премия Новосибирской области 2013 г. Среди лауреатов и В.К. Шумный.

«Главная задача ученого – выстраивать свое мировоззрение на основе добытых знаний и достоверных фактов. Все это он делает для блага человека, для улучшения условий его земной жизни», – считает академик Шумный (2020).

Коллектив ИЦиГ СО РАН поздравляет Владимира Константиновича с замечательным юбилеем и желает крепкого здоровья и благополучия.

## Список литературы / References

- Абакумов С.Н., Белан И.А., Блохина Н.П., Бондарь Н.П., Игнатьева Е.Ю., Макиенко О.И., Мешкова Л.В., Першина Л.А., Поползухин П.В., Россеева Л.П., Трубачеева Н.В., Шумный В.К. Пшеница мягкая яровая Ишимская 11. Патент на селекционное достижение. 2017. RUS 10854  
[Abakumov S.N., Belan I.A., Blokhina N.P., Bondar' N.P., Ignat'eva E.Ju., Makienko O.I., Meshkova L.V., Pershina L.A., Popolzuhin P.V., Rosseeva L.P., Trubacheeva N.V., Shumnyj V.K. Soft spring wheat Ishimskaya 11. Patent. 2017. RUS 10854 (in Russian)]
- Адонина И.Г., Орловская О.А., Терещенко О.Ю., Корень Л.В., Хотылева Л.В., Шумный В.К., Салина Е.А. Формирование хозяйственно ценных признаков у линий гексаплоидных тритикале с интрогрессиями от видов эгилопсов в зависимости от геномного состава. *Генетика*. 2011;47(4):516-526  
[Adonina I.G., Orlovskaya O.A., Tereshchenko O.Y., Koren L.V., Khotyleva L.V., Shumny V.K., Salina E.A., Development of commercially valuable traits in hexaploid triticale lines with *Aegilops* introgressions as dependent on the genome composition. *Rus. J. Genet.* 2011;47(4):453-461. DOI 10.1134/S1022795411040028]
- Арбузова В.С., Белан И.А., Блохина Н.П., Ефремова Т.Т., Зыкин В.А., Колмаков Ю.В., Лайкова Л.И., Ложникова Л.Ф., Мешкова Л.В., Першина Л.А., Попова О.М., Поползухин П.В., Россеев В.М., Россеева Л.П., Шумный В.К. Пшеница мягкая яровая памяти Майстренко. Патент на селекционное достижение. 2009. RUS 6859  
[Arbuzova V.S., Belan I.A., Blokhina N.P., Efremova T.T., Zykin V.A., Kolmakov Yu.V., Laikova L.I., Lozhnikova L.F., Meshkova L.V., Pershina L.A., Popova O.M., Popolzuhin P.V., Rosseev V.M., Rosseeva L.P., Shumny V.K. Soft spring wheat in memory of Maistrenko. Patent. 2009. RUS 6859 (in Russian)]

- Белан И.А., Блохина Н.П., Валуева Л.Г., Девяткина Э.П., Зыкин В.А., Игнатъева Е.Ю., Ложникова Л.Ф., Мешкова Л.В., Моргунов А.И., Пахотина И.В., Першина Л.А., Поползухин П.В., Росеев В.М., Россеева Л.П., Шепелев С.С., Шумный В.К. Пшеница мягкая яровая Сигма. Патент на изобретение. 2012. RU 7950 [Belan I.A., Blokhina N.P., Valueva L.G., Devyatkina E.P., Zykin V.A., Ignatieva E.Yu., Lozhnikova L.F., Meshkova L.V., Morgunov A.I., Pakhotina I.V., Pershina L.A., Popolzhukhin P.V., Rosseev V.M., Rosseeva L.P., Shepelev S.S., Shumny V.K. Soft spring wheat Sigma. Patent for invention. 2012. RU 7950 (in Russian)]
- Белан И.А., Блохина Н.П., Григорьев Ю.П., Кузьмина Е.С., Ложникова Л.Ф., Мешкова Л.В., Пахотина И.В., Першина Л.А., Россеева Л.П., Трубачеева Н.В. Пшеница мягкая яровая Омская крепость. Патент на селекционное достижение. 2020. RUS 12918 [Belan I.A., Blokhina N.P., Grigoriev Yu.P., Kuzmina E.S., Lozhnikova L.F., Meshkova L.V., Pakhotina I.V., Pershina L.A., Rosseeva L.P., Trubacheeva N.V. Soft spring wheat Omskaya krepost. Patent. 2020. RUS 12918 (in Russian)]
- Биология. Общая биология. 10–11 классы: учеб. для общеобразоват. учреждений. Ред. Шумный В.К., Дымшиц Г.М. М.: Просвещение, 2011 [Biology. General biology. Grades 10–11: textbook for general education institutions. Shumny V.K., Dymshic G.M. (Eds.). Moscow: Prosveshhenie Publ., 2011 (in Russian)]
- Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций. Ред. Шумный В.К., Дымшиц Г.М. М.: Просвещение, 2020 [Biology. Grade 11: textbook for general education institutions. Shumny V.K., Dymshic G.M. (Eds.). Moscow: Prosveshhenie Publ., 2020 (in Russian)]
- Вершинин А.В., Потапова Т.А., Потапов В.А., Салина Е.А., Шумный В.К. Изучение умеренно повторяющихся последовательностей ДНК некоторых видов злаков методом гибридизации *in situ*. Доклады АН СССР. 1982;265(1):202-205 [Vershinin A.V., Potapova T.A., Potapov V.A., Salina E.A., Shumny V.K. Study of moderately repetitive DNA sequences of some cereal species using *in situ* hybridization. Dokl. Akad. Nauk SSSR. 1982;265(1):202-205 (in Russian)]
- Вершинин А.В., Салина Е.А., Свиташев С.К., Шумный В.К. Распространенность Ds-подобных последовательностей в геномах злаков. Доклады АН СССР. 1986;286(2):440-443 [Vershinin A.V., Salina E.A., Svitashov S.K., Shumny V.K. Prevalence of Ds-like sequences in cereal genomes. Dokl. Akad. Nauk SSSR. 1986;286(2):440-443 (in Russian)]
- Герасимова С.В., Колодяжная Я.С., Титов С.Е., Романова А.В., Коваль В.С., Кочетов А.В., Шумный В.К. Трансформанты табака, экспрессирующие кДНК гена орнитинаминотрансферазы *Medicago truncatula*. Генетика. 2010;46(7):1000-1003 [Gerasimova S.V., Kolodyazhnaya Ya.S., Titov S.E., Romanova A.V., Koval' V.S., Kochetov A.V., Shumnyi V.K. Tobacco transformants expressing the *Medicago truncatula* ornithine aminotransferase cDNA. Rus. J. Genet. 2010;46(7):890-893. DOI 10.1134/S102279541007015X]
- Герасимова С.В., Хлесткина Е.К., Кочетов А.В., Шумный В.К. Система CRISPR/Cas9 для редактирования геномов и особенности ее применения на однодольных растениях. Физиология растений. 2017;64(2):92-108. DOI 10.7868/S0015330317010079 [Gerasimova S.V., Khlestkina E.K., Kochetov A.V., Shumny V.K. Genome editing system Crispr/Cas9 and peculiarities of its application in monocots. Rus. J. Plant Physiol. 2017;64(2):141-155. DOI 10.1134/S1021443717010071]
- Гончаров Н.П., Шумный В.К. Методы генетики в селекции растений: к 80-летию Сибирского НИИ растениеводства и селекции. Информационный вестник ВОГИС. 2006;10(2):395-403 [Goncharov N.P., Shumny V.K. Plant genetics methods in plant breeding: the 80th anniversary of Siberian Institute of Plant Industry and Breeding. Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeders. 2006;10(2):395-403 (in Russian)]
- Дубовец Н.И., Силкова О.Г., Щапова А.И., Соловей Л.А., Штык Т.И. Особенности трансмиссии унивалентной хромосомы 5R через гаметы ди-моносомика 5D-5R. Информационный вестник ВОГИС. 2005;9(4):495-498 [Dubovets N.I., Silkova O.G., Shchapova A.I., Solovey L.A., Shtyk T.I. Transmission of univalent chromosome 5R via gametes of di-monosomic 5D-5R. Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists. 2005;9(4):495-498 (in Russian)]
- Каминская Л., Корень Л., Леонова И., Орловская О., Салина Е., Хотылева Л., Шумный В. Реорганизация генома тритикале. Наука и инновация. 2008;12(70):26-30 [Kaminskaya L., Koren L., Leonova I., Orlovskaya O., Salina E., Khotyleva L., Shumny V. Reorganization of the triticale genome. Nauka i Innovatsiya = Science and Innovation. 2008;12(70):26-30 (in Russian)]
- Колодяжная Я.С., Титов С.Е., Кочетов А.В., Комарова М.Л., Романова А.В., Коваль В.С., Шумный В.К. Оценка солеустойчивости растений табака *Nicotiana tabacum*, несущих антисмысловой супрессор гена пролиндегидрогеназы. Генетика. 2006;42(2):212-214. DOI 10.1134/S1022795406020153 [Kolodyazhnaya Ya.S., Titov S.E., Kochetov A.V., Komarova M.L., Romanova A.V., Koval' V.S., Shumny V.K. Evaluation of salt tolerance in *Nicotiana tabacum* plants bearing an antisense suppressor of the proline dehydrogenase gene. Rus. J. Genet. 2006;42(2):212-214. DOI 10.1134/S1022795406020153]
- Колодяжная Я.С., Титов С.Е., Кочетов А.В., Трифонова Е.А., Романова А.В., Комарова М.Л., Коваль В.С., Шумный В.К. Трансформанты табака, экспрессирующие антисмысловую последовательность гена пролиндегидрогеназы, проявляют устойчивость к тяжелым металлам. Генетика. 2007;43(7):994-998 [Kolodyazhnaya Ya.S., Titov S.E., Kochetov A.V., Trifonova E.A., Romanova A.V., Komarova M.L., Koval' V.S., Shumny V.K. Tobacco transformants expressing antisense sequence of proline dehydrogenase gene possess tolerance to heavy metals. Rus. J. Genet. 2007;43(7):825-828. DOI 10.1134/S1022795407070162]
- Колчанов Н.А., Кочетов А.В., Салина Е.А., Першина Л.А., Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Состояние и перспективы использования маркер-ориентированной и геномной селекции растений. Вестник Российской академии наук. 2017;87(4):348-354. DOI 10.7868/S0869587317040107 [Kolchanov N.A., Kochetov A.V., Salina E.A., Pershina L.A., Khlestkina E.K., Shumny V.K. Status and prospects of marker-assisted and genomic plant breeding. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017;87(2):125-131. DOI 10.1134/S1019331617020113]
- Короткова А.М., Герасимова С.В., Шумный В.К., Хлесткина Е.К. Гены сельскохозяйственных растений, модифицированные с помощью системы CRISPR/Cas. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(2):250-258. DOI 10.18699/VJ17.244 [Korotkova A.M., Gerasimova S.V., Shumny V.K., Khlestkina E.K. Crop genes modified using CRISPR/Cas system. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(2):250-258. DOI 10.18699/VJ17.244 (in Russian)]
- Кочетов А.В., Титов С.Е., Колодяжная Я.С., Комарова М.Л., Коваль В.С., Макарова Н.Н., Илинский Ю.Ю., Трифонова Е.А., Шумный В.К. Повышение содержания пролина и осмотического давления клеточного сока у трансформантов табака, несущих антисмысловой супрессор гена пролиндегидрогеназы. Генетика. 2004;40(2):282-285 [Kochetov A.V., Titov S.E., Kolodyazhnaya Ya.S., Komarova M.L., Koval' V.S., Makarova N.N., Il'yinskiy Yu.Yu., Trifonova E.A., Shumny V.K. Tobacco transformants bearing antisense suppressor of proline dehydrogenase gene, are characterized by higher proline content and cytoplasm osmotic pressure. Rus. J. Genet. 2004;40(2):216-218. DOI 10.1023/B:RUGE.0000016999.53466.e1]
- Леонова И.Н., Шумный В.К. Создание и изучение коллекции интрогрессивных линий мягкой пшеницы, полученных с участием *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023;9(3):111-116. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-14 [Leonova I.N., Shumny V.K. Development and study of the common wheat introgression lines obtained with the participation of *Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2023;9(3):111-116. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-14 (in Russian)]
- Леонова И.Н., Добровольская О.Б., Каминская Л.Н., Адонина И.Г., Корень Л.В., Хотылева Л.В., Салина Е.А. Молекулярный анализ линий тритикале, содержащих различные системы *VRN* генов, с помощью микросателлитных маркеров и гибридизации *in situ*. Генетика. 2005;41(9):1236-1243 [Leonova I.N., Dobrovolskaya O.B., Kaminskaya L.N., Adonina I.G., Salina E.A., Kamins-

- каya L.N., Koren L.V., Khotyljova L.V. Molecular analysis of the triticale lines with different *VRN* gene systems using microsatellite markers and hybridization *in situ*. *Rus. J. Genet.* 2005;41(9):1014-1020]
- Леонова И.Н., Бадаева Е.Д., Орловская О.А., Родер М.С., Хотылева Л.В., Салина Е.А., Шумный В.К. Сравнительная характеристика гибридных линий *Triticum aestivum/Triticum durum* и *Triticum aestivum/Triticum dicoccum* по геномному составу и устойчивости к грибным болезням в различных экологических условиях. *Генетика*. 2013;49(11):1276-1283. DOI 10.1134/S1022795413110136 [Leonova I.N., Salina E.A., Shumny V.K., Badaeva E.D., Orlovskaya O.A., Khotyleva L.V., Röder M.S. Comparative characteristic of *Triticum aestivum/Triticum durum* and *Triticum aestivum/Triticum dicoccum* hybrid lines by genomic composition and resistance to fungal diseases under different environmental conditions. *Rus. J. Genet.* 2013;49(11):1112-1118. DOI 10.1134/S1022795413110136]
- Нумерова О.М., Першина Л.А., Салина Е.А., Шумный В.К. Выявление хромосом ячменя с использованием метода геномной *in situ* гибридизации в геноме беккроссных потомков ячменно-пшеничных амфилоидов [*Hordeum geniculatum* All. ( $2n = 28$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ )] ( $2n = 70$ ). *Генетика*. 2004;40(9):1229-1233 [Numerova O.M., Pershina L.A., Salina E.A., Shumny V.K. Barley chromosome identification using genomic *in situ* hybridization in the genome of backcrossed progeny of barley-wheat amphiploids [*Hordeum geniculatum* All. ( $2n = 28$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ )] ( $2n = 70$ ). *Rus. J. Genet.* 2004;40(9):1007-1010. DOI 10.1023/B:RUGE.0000041380.12101.ab (in Russian)]
- Орловская О.А., Леонова И.Н., Адонина И.Г., Салина Е.А., Хотылева Л.В., Шумный В.К. Молекулярно-цитогенетический анализ линий тритикале и пшеницы с интрогрессиями генетического материала видов трибы *Triticeae*. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015;19(5):552-560. DOI 10.18699/VJ15.072 [Orlovskaya O.A., Leonova I.N., Adonina I.G., Salina E.A., Khotyleva L.V., Shumny V.K. Molecular-cytogenetic analysis of triticale and wheat lines with introgressions of the tribe *Triticeae* species genetic material. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2015;19(5):552-560. DOI 10.18699/VJ15.072 (in Russian)]
- Першина Л.А., Нумерова О.М., Белова Л.И., Девяткина Э.П., Шумный В.К. Влияние генотипического разнообразия *Hordeum vulgare* L. и *Triticum aestivum* L. на скрещиваемость и получение частично фертильных ячменно-пшеничных гибридов. *Генетика*. 1998;34(10):1368-1375 [Pershina L.A., Numerova O.M., Belova L.I., Devyatkina E.P., Shumny V.K. The effect of the genotypic diversity of *Hordeum vulgare* L. and *Triticum aestivum* L. on the crossability and production of partially fertile barley-wheat hybrids. *Rus. J. Genet.* 1998;34(10):1156-1163]
- Першина Л.А., Нумерова О.М., Белова Л.И., Девяткина Э.П., Шумный В.К. Восстановление фертильности у беккроссных потомков ячменно-пшеничных гибридов *Hordeum vulgare* L. ( $2n = 14$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ ) в зависимости от генотипов пшеницы, введенных в возвратные скрещивания. *Генетика*. 1999;35(2):228-236 [Pershina L.A., Numerova O.M., Belova L.I., Devyatkina E.P., Shumny V.K. Restoration of fertility in backcross progeny of barley-wheat hybrids *Hordeum vulgare* L. ( $2n = 14$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ ) in relation to wheat genotypes involved in backcrosses. *Rus. J. Genet.* 1999;35(2):176-183]
- Першина Л.А., Нумерова О.М., Белова Л.И., Девяткина Э.П., Раковцева Т.С., Шумный В.К. Проявление фертильности в процессе формирования у самоопыленных беккроссных потомков ячменно-пшеничных амфилоидов [*Hordeum geniculatum* All. ( $2n = 28$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ )] ( $2n = 70$ ). *Генетика*. 2004;40(5):636-641 [Pershina L.A., Numerova O.M., Belova L.I., Devyatkina E.P., Rakovtseva T.S., Shumny V.K. Expression of fertility during morphogenesis in self-pollinated backcrossed progenies of barley-wheat amphiploids [*Hordeum geniculatum* All. ( $2n = 28$ ) × *Triticum aestivum* L. ( $2n = 42$ )] ( $2n = 70$ ). *Rus. J. Genet.* 2004;40(5):510-514. DOI 10.1023/B:RUGE.0000029153.61243.c2]
- Першина Л.А., Белова Л.И., Трубочеева Н.В., Осадчая Т.С., Шумный В.К., Белан И.А., Россеева Л.П., Немченко В.В., Абакумов С.Н. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*H. vulgare*)-*T. aestivum* с транслокацией 1RS.1BL: исходные генотипы для создания сортов яровой мягкой пшеницы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018;22(5):544-552. DOI 10.18699/VJ18.393 [Pershina L.A., Belova L.I., Trubacheeva N.V., Osadchaya T.S., Shumny V.K., Belan I.A., Rosseeva L.P., Nemchenko V.V., Abakumov S.N. Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*)-*T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(5):544-552. DOI 10.18699/VJ18.393 (in Russian)]
- Першина Л.А., Трубочеева Н.В., Шумный В.К., Бадаева Е.Д. Получение и изучение линии с замещением хромосомы 4В пшеницы *Triticum aestivum* L. на хромосому 4Hмар дикого ячменя *Hordeum marinum* ssp. *gussoneanum* (4x). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2023;27(6):545-552. DOI 10.18699/VJGB-23-66 [Pershina L.A., Trubacheeva N.V., Shumny V.K., Badaeva E.D. Development and characterization of a line with substitution of chromosome 4B of wheat *Triticum aestivum* L. on chromosome 4Hmar of wild barley *Hordeum marinum* ssp. *gussoneanum* (4x). *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2023;27(6): 545-552. DOI 10.18699/VJGB-23-66 (in Russian)]
- Ривкин М.И., Дейнеко Е.В., Комарова М.Л., Кочетов А.В., Шумный В.К. Оценка вирусостойчивости трансгенных растений табака и люцерны, несущих ген бета-интерферона человека. *Доклады РАН*. 1993;331(5):652-654 [Rivkin M.I., Deineko E.V., Komarova M.L., Kochetov A.V., Shumny V.K. Assessment of virus resistance of transgenic tobacco and alfalfa plants carrying the human beta interferon gene. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*. 1993;331(5):652-654 (in Russian)]
- Салина Е.А., Свиташев С.К., Вершинин А.В., Шумный В.К. Гетерогенность быстро и умеренно реассоциирующей ДНК злаков. *Доклады АН СССР*. 1984;279(4):994-997 [Salina E.A., Svitashov S.K., Vershinin A.V., Shumny V.K. Heterogeneity of fast and moderate reassociating DNA in cereals. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1984;279(4):994-997 (in Russian)]
- Салина Е.А., Вершинин А.В., Свиташев С.К., Шумный В.К. Получение и анализ библиотеки клонов частоповторяющейся ДНК ячменя. *Доклады АН СССР*. 1986;288(2):478-481 [Salina E.A., Vershinin A.V., Svitashov S.K., Shumny V.K. Preparation and analysis of a library of high-repetition DNA clones in barley. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1986;288(2):478-481 (in Russian)]
- Салина Е.А., Леонова И.Н., Рёдер М.С., Лайкова Л.И., Майстренко О.И., Будашкина Е.Б., Шумный В.К. Микросателлиты пшеницы: перспективы использования для картирования генов и анализа реконструированных геномов. *Физиология растений*. 2001;48(3):441-446 [Salina E.A., Leonova I.N., Laikova L.I., Maystrenko O.I., Budashkina E.B., Shumny V.K., Röder M.S. Wheat microsatellites: the prospects of application for gene mapping and analysis of the reconstructed genomes. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2001;48(3):377-381. DOI 10.1023/A:1016626719432]
- Сангаев С.С., Трифонова Е.А., Титов С.Е., Романова А.В., Колодяжная Я.С., Комарова М.Л., Сапоцкий М.В., Малиновский В.И., Кочетов А.В., Шумный В.К. Эффективная экспрессия гена экстраклеточной рибонуклеазы *Zinnia elegans* в растениях табака *Nicotiana tabacum* SR1. *Генетика*. 2007;43(7):1002-1005 [Sangaev S.S., Trifonova E.A., Titov S.E., Romanova A.V., Kolodyazhnaya Ya.S., Komarova M.L., Sapotsky M.V., Malinovsky V.I., Kochetov A.V., Shumny V.K. Effective expression of the gene encoding an extracellular ribonuclease of *Zinnia elegans* in the SR1 *Nicotiana tabacum* plants. *Rus. J. Genet.* 2007;43(7):831-833. DOI 10.1134/S1022795407070186]
- Сангаев С.С., Трифонова Е.А., Титов С.Е., Романова А.В., Колодяжная Я.С., Сапоцкий М.В., Малиновский В.И., Кочетов А.В. Инактивация гена *Nk1* в растениях табака *Nicotiana tabacum* SR1 за счет РНК-интерференции. *Генетика*. 2010;46(1):131-134 [Sangaev S.S., Trifonova E.A., Titov S.E., Romanova A.V., Kolodyazhnaya Ya.S., Sapotsky M.V., Malinovsky V.I., Kochetov A.V. Silencing of the *Nk1* gene in the SR1 *Nicotiana tabacum* plants by RNA interference. *Rus. J. Genet.* 2010;46(1):117-119. DOI 10.1134/S1022795410010187]
- Свиташев С.К., Вершинин А.В., Першина Л.А., Салина Е.А., Шумный В.К. Анализ геномов гибридов *Hordeum* × *Secale*. *Доклады АН СССР*. 1988;298(2):483-486 [Svitashov S.K., Vershinin A.V., Pershina L.A., Salina E.A., Shumny V.K.

- Analysis of genomes of *Hordeum* × *Secale* hybrids. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1988;298(2):483-486 (in Russian)
- Силкова О.Г., Добровольская О.Б., Дубовец Н.И., Адонина И.Г., Кравцова Л.А., Родер М.С., Салина Е.А., Шапова А.И., Шумный В.К. Создание пшенично-ржаных замещенных линий с идентификацией хромосомного состава кариотипов C-banding, GISH и SSR-маркерами. *Генетика*. 2006;42(6):793-802
- [Silkova O.G., Dobrovolskaya O.B., Adonina I.G., Kravtsova L.A., Salina E.A., Shchapova A.I., Shumny V.K., Dubovets N.I., Roeder M.S. Production of wheat-rye substitution lines and identification of chromosome composition of karyotypes using C-banding, GISH and SSR markers. *Rus. J. Genet.* 2006;42(6):645-653. DOI 10.1134/S1022795406060093]
- Силкова О.Г., Добровольская О.Б., Дубовец Н.И., Адонина И.Г., Кравцова Л.А., Шапова А.И., Шумный В.К. Получение пшенично-ржаных замещенных линий на основе озимых сортов ржи с идентификацией кариотипов методами C-бэндинга, GISH и SSR-маркеров. *Генетика*. 2007;43(8):1149-1152
- [Silkova O.G., Dobrovolskaya O.B., Adonina I.G., Kravtsova L.A., Shchapova A.I., Shumny V.K., Dubovets N.I. Production of wheat-rye substitution lines based on winter rye cultivars with karyotype identification by means of C-banding, GISH and SSR markers. *Rus. J. Genet.* 2007;43(8):957-960. DOI 10.1134/S1022795407080200]
- Синявская М.Г., Аксенова Е.А., Першина Л.А., Коваль С.Ф., Даниленко Н.Г., Давыденко О.Г. Изменение ДНК хлоропластов и митохондриальной ДНК при отдаленной гибридизации у злаков. *Информационный вестник ВОГИС*. 2005;9(4):505-511
- [Sinyavskaya M.G., Aksyonova E.A., Pershina L.A., Koval S.F., Danilenko N.G., Davydenko O.G. Change of chloroplast and mitochondrial DNA at wide hybridization in cereals. *Informatsionny Vestnik VOGIS = Informatsionny Vestnik VOGIS = The Herald of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists*. 2005;9(4):505-511 (in Russian)]
- Трифонова Е.А., Комарова М.Л., Сырник О.А., Кочетов А.В., Шумный В.К. Трансгенные растения табака *Nicotiana tabacum* SR1, экспрессирующие нуклеазу *Serratia marcescens*. *Генетика*. 2002;38(2):274-277
- [Trifonova E.A., Komarova M.L., Syrnik O.A., Kochetov A.V., Shumny V.K. Transgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* SR1) plants expressing the gene coding for *Serratia marcescens* nuclease. *Rus. J. Genet.* 2002;38(2):210-212. DOI 10.1023/A:1014346413868]
- Трифонова Е.А., Комарова М.Л., Леонова Н.С., Щербань А.Б., Кочетов А.В., Малиновский В.И., Шумный В.К. Трансгенные растения картофеля *Solanum tuberosum* L., экспрессирующие ген секреторной нуклеазы *Serratia marcescens*. *Доклады Академии наук*. 2004;394(3):411-413
- [Trifonova E.A., Komarova M.L., Leonova N.S., Shcherban' A.B., Kochetov A.V., Shumny V.K., Malinovsky V.I. Transgenic potato (*Solanum tuberosum* L.) plants expressing the gene of secretory nuclease from *Serratia marcescens*. *Doklady Biochemistry and Biophysics*. 2004;394(1-6):39-41. DOI 10.1023/B:DOBI.0000017151.98825.d5]
- Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Перспективы использования прорывных технологий в селекции: система CRISPR/Cas9 для редактирования генома растений. *Генетика*. 2016;52(7):774-787. DOI 10.7868/S0016675816070055
- [Khlestkina E.K., Shumny V.K. Prospects for application of breakthrough technologies in breeding: The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing. *Rus. J. Genet.* 2016;52(7):676-687. DOI 10.1134/S102279541607005X]
- Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Доместикация и селекция. В: Биология. 11-й класс. Углубленный уровень. Глава 1. Ред. Шумный В.К., Дымшиц Г.М. М.: Просвещение, 2019;4-42
- [Khlestkina E.K., Shumny V.K. Domestication and breeding. In: *Biology. Grade 11. Advanced level. Chapter 1*. Shumny V.K., Dymshits G.M. (Eds). Moscow: Prosveshchenie Publ., 2019;4-42 (in Russian)]
- Хлесткина Е.К., Салина Е.А., Шумный В.К. Генотипирование отечественных сортов мягкой пшеницы с использованием микросателлитных (SSR) маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2004;5:44-52
- [Khlestkina E.K., Salina E.A., Shumny V.K. Genotyping the native varieties of soft wheat by the microsatellite (SSR) markers. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya = Agricultural Biology*. 2004;5:44-52 (in Russian)]
- Шумный В.К. Экспериментально полученные тетраплоиды кукурузы. *Доклады АН СССР*. 1964;154(2):445-448
- [Shumny V.K. Experimentally obtained maize tetraploids. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1964;154(2):445-448 (in Russian)]
- Шумный В.К. Проблемы генетики растений. *Генетика*. 1997;33(8):1044-1049
- [Shumny V.K. Problems of plant genetics. *Rus. J. Genet.* 1997;33(8):883-888 (in Russian)]
- Шумный В.К. Размышления генетика о жизни. *Письма в Вавилонский журнал генетики и селекции*. 2020;6(2):72-84. DOI 10.18699/Letters2020-6-11
- [Shumny V.K. A geneticist's thoughts on life. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;6(2):72-84. DOI 10.18699/Letters2020-6-11 (in Russian)]
- Шумный В.К., Першина Л.А. Получение межродовых ячменно-ржаных гибридов и их клонирование методом культивирования изолированных тканей. *Доклады АН СССР*. 1979;249(1):218-220
- [Shumny V.K., Pershina L.A. Production of intergeneric barley-rye hybrids and their cloning by isolated tissue cultivation. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1979;249(1):218-220 (in Russian)]
- Шумный В.К., Першина Л.А. К итогам отдаленной гибридизации некоторых злаков с использованием разных видов ячменя. *Сельскохозяйственная биология*. 1980;15(2):290-296
- [Shumny V.K., Pershina L.A. On the results of remote hybridization of some cereals using different types of barley. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya = Agricultural Biology*. 1980;15(2):290-296 (in Russian)]
- Шумный В.К., Першина Л.А., Нумерова О.М., Калинина Н.П., Белова Л.И., Девяткина Э.П. Аллоплазматические замещенные линии мягкой пшеницы, полученные на основе ячменно-пшеничных гибридов *H. vulgare* L. ( $2n = 14$ ) × *T. aestivum* L. ( $2n = 42$ ). *Доклады Академии наук*. 1995;340(6):847-849
- [Shumny V.K., Pershina L.A., Numerova O.M., Kalinina N.P., Belova L.I., Devyatkina E.P. Alloplasmic substituted lines of bread wheat, obtained on the basis of barley-wheat hybrids *H. vulgare* L. ( $2n = 14$ ) × *T. aestivum* L. ( $2n = 42$ ). *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*. 1995;340(6):847-849 (in Russian)]
- Aksyonova E., Sinyavskaya M., Danilenko N., Pershina L., Nakamura C., Davydenko O. Heteroplasmy and paternally oriented shift of the organellar DNA composition in barley-wheat hybrids during backcrosses with wheat parents. *Genome*. 2005;48(5):761-769. DOI 10.1139/g05-049
- Gerasimova S.V., Korotkova A.M., Hertig C., Hiekel S., Hoffie R., Budhagatapalli N., Otto I., Hensel G., Shumny V.K., Kochetov A.V., Kumlehn J., Khlestkina E.K. Targeted genome modification in protoplasts of a highly regenerable Siberian barley cultivar using RNA-guided Cas9 endonuclease. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(8):1033-1039. DOI 10.18699/VJ18.447
- Khlestkina E.K., Röder M.S., Efremova T.T., Börner A., Shumny V.K. The genetic diversity of old and modern Siberian varieties of common spring wheat determined by microsatellite markers. *Plant Breed.* 2004;123(2):122-127. DOI 10.1046/j.1439-0523.2003.00934.x
- Trifonova E.A., Sapotsky M.V., Komarova M.L., Scherban A.B., Shumny V.K., Polyakova A.M., Lapshina L.A., Kochetov A.V., Malinovsky V.I. Protection of transgenic tobacco plants expressing bovine pancreatic ribonuclease against tobacco mosaic virus. *Plant Cell Reports*. 2007;26(7):1121-1126. DOI 10.1007/s00299-006-0298-z
- Trubacheeva N.V., Kravtsova L.A., Devyatkina E.P., Efremova T.T., Sinyavskaya M.G., Shumny V.K., Pershina L.A. Heteroplasmic and homoplasmic states of mitochondrial and chloroplast DNA regions in progenies of distant common wheat hybrids of different origins. *Russ. J. Genet. Appl. Res.* 2012;2(6):494-500. DOI 10.1134/S2079059712060147

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 10.01.2024. После доработки 09.02.2024. Принята к публикации 12.02.2024.

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-8

Оригинальное исследование

## Новый сорт мягкой озимой пшеницы – Памяти Чекурова

К.К. Мусинов , В.Е. Козлов, А.С. Сурначёв 

**Аннотация:** В условиях континентального климата сорт представляет собой важный показатель стабильности урожая. В статье дана характеристика хозяйственно ценных признаков нового сорта мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – Памяти Чекурова. С 2023 г. сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону. Исследования проведены в Новосибирской области в 2016–2022 гг. Стандартом выбран районированный сорт Новосибирская 40. Так, сорт Памяти Чекурова обладает высокой потенциальной продуктивностью: характеризуется повышенной зимостойкостью и устойчивостью к полеганию за счет короткостебельности, крупным зерном и высоким коэффициентом кущения. По хлебопекарным качествам исследуемый сорт сопоставим с ценной пшеницей.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая; сорт; селекция; урожайность; зимостойкость.

**Для цитирования:** Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначёв А.С. Новый сорт мягкой озимой пшеницы – Памяти Чекурова. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;10(1):82-86. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-8

**Финансирование:** Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0018.

Original article

## A new cultivar of common winter wheat – Pamyati Chekurova

К.К. Musinov , V.E. Kozlov, A.S. Surnachev 

**Abstract:** In a continental climate, the cultivar is an important indicator of crop stability. The article describes the characteristics of a new cultivar of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Pamyati Chekurova according to economically valuable traits. The cultivar has been included in the State Register of Breeding Achievements approved for use in the West Siberian region since 2023. The research was carried out in the Novosibirsk region in 2016–2022. The standard was the zoned cultivar Novosibirskaya 40. The cultivar Pamyati Chekurova has a high potential productivity. It is characterized by increased winter hardiness and resistance to lodging due to its low-stem, large grain and high tillering coefficient. Also the cultivar Pamyati Chekurova is comparable to valuable wheat in baking qualities.

**Key words:** common winter wheat; commercial cultivars; breeding; yield; winter hardiness.

**For citation:** Musinov K.K., Kozlov V.E., Surnachev A.S. A new cultivar of common winter wheat – Pamyati Chekurova. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;10(1):82-86. DOI 10.18699/letvjgb-2024-10-8 (in Russian)

**Funding:** The work was supported by the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, budget project No. FWNR-2022-0018.

### Введение

До половины энергии, получаемой населением Земли с питанием, приходится на зерно злаковых культур, среди которых пшеница является одной из трех наиболее широко используемых. По прогнозу Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO), мировое потребление зерновых к 2032 г. увеличится с 2.8 до

3.1 млрд тонн, а объем потребления пшеницы вырастет на 11 % в сравнении с базовым периодом (OECD-FAO Agricultural Outlook, 2023). При условии дальнейшего прогресса в селекции растений и внедрения более интенсивных систем возделывания в течение предстоящего десятилетия 79 % прогнозируемого роста мирового производства сельскохозяйственных культур будет обеспечено за счет повышения

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия  
Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

 sibniirs@bk.ru

© Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначёв А.С., 2024

урожайности, чему в свою очередь будут способствовать новые и улучшенные сорта. Однако изменение климата может ограничить эту тенденцию (OECD-FAO Agricultural Outlook, 2023), поэтому в мире ведутся исследования, направленные на повышение стрессоустойчивости, в частности к таким факторам среды, как засуха и жара, у создаваемых сортов пшеницы для обеспечения стабильности по годам сборов урожая. Ожидается, что негативное действие этих двух факторов на урожайность сельскохозяйственных культур будет нарастать при текущем потеплении климата. Таким образом, глобальная продовольственная безопасность представляет собой сложную задачу, особенно в условиях меняющегося климата (Vujanovic, Germida, 2017). Решению этой проблемы во многом может способствовать увеличение производства зерна за счет расширения посевов озимых сортов там, где основную часть зернового клина занимают яровые сорта. Помимо более высокой урожайности преимущество озимых сортов состоит в том, что их убирают в более благоприятных погодных условиях – в конце лета. Уборка яровых посевов нередко осложняется осенней дождливой погодой.

В Институте цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск) ведется селекция озимой мягкой пшеницы, адаптированной к условиям региона. Богарное земледелие в Западной и Восточной Сибири осуществляется в условиях резко континентального климата. Это иллюстрирует многолетняя динамика среднемесячной температуры воздуха и осадков в период вегетации (Козлов и др., 2022; Мусинов и др., 2023). В условиях континентального климата сорт выступает важной составляющей стабильности урожая, поэтому одно из основных направлений современной селекции озимой пшеницы заключается в адаптивном улучшении, усилении способности сорта обеспечивать максимальный урожай в определенных экологических условиях (Кравченко и др., 2021; Сухоруков и др., 2022).

## Материал и методы

Исследования проведены на опытных полях Сибирского НИИ растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики СО РАН в Новосибирской области в условиях лесостепной зоны Приобья в 2016–2022 гг. Почвенный покров опытного поля представлен выщелоченным средне-мощным малогумусным среднесуглинистым черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 4.0–5.0%, содержанием  $K_2O$  – 104,  $P_2O_5$  – 284 мг/кг почвы. Предшественником служил черный пар. Глубина заделки семян составляла от 4 до 6 см. Посев питомника конкурсного сортоиспытания проведен 26 августа – 1 сентября селекционной сеялкой ССФК-7 на делянках с учетной площадью 16 м<sup>2</sup>, в четырех повторениях, с нормой высева всхожих зерен 6 млн/га. Объектом исследования служил новый сорт мягкой озимой пшеницы Памяти Чекурова. В качестве стандарта использован включенный в Госреестр РФ сорт Новосибирская 40 (Государственный реестр..., 2023).

Закладку опытов, фенологические наблюдения, учеты и оценки проводили согласно методикам государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и полевого опыта Б.А. Доспехова (2011). Математическую

обработку данных выполняли по методике полевого опыта Б.А. Доспехова с использованием программы Microsoft Excel (Microsoft, США).

Метеорологические условия в исследуемый период различались. Прекращение осенней вегетации в разные годы приходилось на 22 сентября – 28 октября. Даты установления устойчивого снежного покрова также значительно различались по годам – от 24 октября до 12 ноября. Минимальная температура на глубине узла кущения в годы исследований составила от –2 до –10 °С. В 2015–2016 и 2016–2017 гг. самым холодным месяцем был январь – среднемесячная температура составила 19.5 и 14.4 °С соответственно. В 2018–2019 гг. минимальная среднемесячная температура отмечена в декабре (–19.5 °С), в 2019–2020 гг. – в ноябре (–10.7 °С). В 2020–2021, 2021–2022 гг. самым холодным месяцем был январь со среднемесячными температурами –21.7 и –14.3 °С соответственно. Максимальная высота снежного покрова зарегистрирована в 2016–2017 гг. – 70 см. Самые засушливые условия весенне-летней вегетации сложились в 2022 г. при гидротермическом коэффициенте 0.68. Самым влажным годом был 2017-й с показателем гидротермического коэффициента 1.43. Самый холодный весенне-летний период вегетации наблюдался в 2019 г. с суммой температур 1378 °С. Наиболее теплые условия определены в 2020 г. (сумма температур 1604 °С).

Гидротермические условия за годы исследований различались в течение вегетации растений озимой пшеницы, что предоставило возможность всесторонне оценить основные хозяйственно ценные признаки нового сорта – Памяти Чекурова.

## Результаты и обсуждение

С 2023 г. в Западно-Сибирском регионе рекомендовано для возделывания и применения в производстве 24 сорта мягкой озимой пшеницы, из них 8 сортов создано в СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН. Сорт Памяти Чекурова включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущен к использованию в производстве по Западно-Сибирскому региону с 2023 г. (Государственный реестр..., 2023).

Памяти Чекурова создан в СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН методом внутривидовой гибридизации сортов с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Новосибирская 3 × Омская 6. Элитное растение выделено в 2012 г. В качестве материнской формы использован сорт селекции СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН Новосибирская 3, родословная которая, наряду с сортами озимой пшеницы, включает пшенично-пырейный гибрид (Краснодарская 39 × *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) и тритикале ЛМК 462. Цитологический анализ растений сорта Новосибирская 3 показал наличие транслокаций короткого плеча спутничной хромосомы ржи 1R в длинное плечо хромосомы пшеницы 1В (Степочкин и др., 2012). В качестве отцовской формы применен сорт мягкой пшеницы Омская 6, в родословной которого представлен сорт Краснодарский карлик 1, что, возможно, могло повлиять на высоту растений нового сорта. Сорт Памяти Чекурова относится к разновидности *velutinum*. Антоциановая окраска колеоптиле



Зерно и колос сорта мягкой озимой пшеницы Памяти Чекурова  
Grain and ear of common winter wheat cultivar Pamyati Chekurova

**Таблица 1.** Характеристика сорта мягкой озимой пшеницы Памяти Чекурова в конкурсном сортоиспытании (2016–2022 гг.)  
**Table 1.** Characteristics of the common winter wheat cultivar Pamyati Chekurova in the competitive variety testing (2016–2022)

Показатель	Новосибирская 40			Памяти Чекурова		
	min–max	$\bar{x}$	CV, %	min–max	$\bar{x}$	CV, %
Зимостойкость, %	50–70	61	13.5	44–78	62	18.7
Вегетационный период, сут	318–326	323	0.9	317–328	324	1.1
Высота растения, см	88–117	103	11.1	77–106	92	12.8
Устойчивость к полеганию, балл	3.9–4.7	4.3	7.1	4.3–4.9	4.6	4.6
Масса 1000 зерен, г	34.1–41.4	37.1	8.0	36.1–43.3	40.2	6.9
Количество продуктивных побегов, шт./м <sup>2</sup>	335–600	464	23.1	321–720	516	32.0
Коэффициент продуктивного кущения	4.0–5.6	4.8	15.3	4.5–6.2	5.0	14.3
Натура зерна, г/л	782–812	799	1.5	758–816	802	3.1
Стекловидность, %	33–51	47	14.6	42–53	50	8.0
Содержание клейковины, %	21.3–34.6	28.8	15.4	18.0–29.5	25	17.3
Сила муки, е.а.	168–370	286	28.7	200–476	290	35.3
Объем хлеба, см <sup>3</sup> /100 г муки	680–880	747	10.1	560–780	640	12.8
Общая хлебопекарная оценка, балл	3.5–4.2	3.8	6.5	3.5–4.5	3.8	9.9

**Таблица 2.** Урожайность сорта мягкой озимой пшеницы Памяти Чекурова в конкурсном сортоиспытании, т/га (2016–2022 гг.)**Table 2.** Yield of common winter wheat cultivar Pamyati Chekurova in the competitive variety testing, t/ha (2016–2022)

Сорт	Год изучения						$\bar{x}$
	2016	2017	2019	2020	2021	2022	
Новосибирская 40	2.83	5.74	4.73	3.54	5.57	3.57	4.33
Памяти Чекурова	3.51	5.79	5.11	3.73	5.90	3.34	4.56
НСР <sub>05</sub>	0.47	0.20	0.19	0.73	0.34	0.84	–

**Таблица 3.** Урожайность и элементы ее структуры у сорта мягкой озимой пшеницы Памяти Чекурова в зависимости от сроков сева (2018–2022 гг.)**Table 3.** Productivity and elements of its structure in common winter wheat cultivar Pamyati Chekurova depending on sowing dates (2018–2022)

Срок посева	2018–2019	2020–2021	2021–2022	$\bar{x}$	CV, %
Урожайность, т/га					
1-й срок (20.08)	3.89	4.64	2.27	3.77	34
2-й срок (01.09)	4.06	4.86	3.74	4.29	14
3-й срок (10.09)	3.65	4.25	3.86	3.87	8
НСР <sub>05</sub>	0.07			–	–
Зимостойкость, %					
1-й срок (20.08)	65	70	40	58	28
2-й срок (01.09)	65	70	40	58	28
3-й срок (10.09)	60	70	70	67	9
НСР <sub>05</sub>	2			–	–
Масса 1000 зерен, г					
1-й срок (20.08)	38.3	37.9	43.2	39.5	7
2-й срок (01.09)	36.9	37.7	41.2	39.7	6
3-й срок (10.09)	37.1	37.0	43.2	38.9	9
НСР <sub>05</sub>	0.4			–	–
Количество продуктивных побегов, шт./м <sup>2</sup>					
1-й срок (20.08)	551	565	227	444	43
2-й срок (01.09)	575	581	356	478	25
3-й срок (10.09)	501	477	299	433	26
НСР <sub>05</sub>	19			–	–

сильная. Форма куста полупрямостоячая, высота растений достигает в среднем 92 см. Восковой налет на верхнем междоузлии и влагалище флагового листа сильный, на колосе – слабый. Колос цилиндрический, средней длины (8.5 см), средней плотности, окраска белая. Остевидные отростки на колосе короткие (рисунок).

Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны среднее – сильное. Колосковая чешуя закругленная – прямая. Зубец слегка изогнут, короткий. Плечо закругленное, средней ширины. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет сильное опушение. Зерновка окрашенная, яйцевидной формы<sup>1</sup>.

Зимостойкость нового сорта Памяти Чекурова в среднем за годы исследований составила 62 % – на уровне

стандартного сорта Новосибирская 40 (табл. 1). Новый сорт относится к среднеспелой группе с вегетационным периодом 317–328 сут.

Сорт устойчив к полеганию (4.6 балла). Короткостебельный – средняя высота растений 92 см, что на 11 см ниже стандарта. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен – 40.2 г. У сорта Памяти Чекурова формируется более густой стеблестой (516 продуктивных побегов, шт./м<sup>2</sup>) по сравнению с Новосибирской 40 (464 шт./м<sup>2</sup>) благодаря высокому коэффициенту продуктивного кущения (5.0). По хлебопекарным качествам сорт не уступает ценной пшенице: натура зерна – 782–812 г/л, стекловидность – 33–51 %, содержание клейковины – 21.3–34.6 %, сила муки – 168–370 е.а., объем хлеба – 680–880 см<sup>3</sup>/100 г муки, общая хлебопекарная оценка – 3.5–4.2 балла.

<sup>1</sup> <https://reestr.gossortrf.ru>

В питомнике конкурсного сортоиспытания средняя урожайность сорта Памяти Чекурова за 2016–2022 гг. составила 4.56 т/га, превзойдя стандартный сорт Новосибирская 40 на 0.23 т/га. По годам урожайность варьировала от 5.90 (2021 г.) до 3.34 (2022 г.) т/га (табл. 2).

С 2018 по 2022 г. изучено влияния сроков посева сорта Памяти Чекурова на урожайность. Были взяты три срока посева: первый – 20 августа, второй – 1 сентября и третий срок – 10 сентября. Наибольшая средняя урожайность наблюдалась при посеве во второй срок – 4.29 т/га: за три года исследований она варьировала от 3.74 до 4.86 т/га (табл. 3).

Зимостойкость в зависимости от года и срока посева варьировала от 40 до 70 %. В среднем за три года растения третьего срока посева (67 %) зимовали лучше первого и второго сроков (58 %). Несмотря на то что перезимовка растений при третьем сроке посева была выше, они формировали меньше продуктивных побегов (433 шт./м<sup>2</sup>) из-за непродолжительного периода осеннего кущения. Наибольшее количество продуктивных побегов наблюдалось у растений второго срока посева. Средняя масса 1000 зерен в зависимости от сроков посева колебалась от 38.9 (третий срок) до 39.7 (второй срок) г.

## Заключение

Сорт Памяти Чекурова обладает высокой потенциальной продуктивностью: характеризуется повышенной зимостойкостью, высокой устойчивостью к полеганию за счет низкостебельности, крупным зерном и высоким коэффициентом кущения. По хлебопекарным качествам не уступает ценной пшенице. Наилучшие показатели структуры урожая формируются при посеве 1 сентября с небольшими отклонениями в обе стороны.

**Учреждение-оригинатор:** Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН (Новосибирск)

**Авторы сорта:** В.И. Пономаренко, К.К. Мусинов, Г.В. Пономаренко, А.С. Сурначёв, В.Е. Козлов, Л.П. Сочалова, Е.П. Размахнин

## Список литературы / References

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М.: Росинформгротех, 2023

[State register of selection achievements authorized for use for production purposes. Vol. 1. Plant varieties. Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2023 (in Russian)]

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011

[Dospikhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Al'yans Publ., 2011 (in Russian)]

Козлов В.Е., Пономаренко В.И., Мусинов К.К., Сурначев А.С. Семилетняя динамика количественных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в условиях богары лесостепи Западной Сибири. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;8(4):332-343. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-20

[Kozlov V.E., Ponomarenko V.I., Musinov K.K., Surnachev A.S. Seven-year dynamics of quantitative characteristics of winter common wheat varieties in the rein-fed forest-steppe of Western Siberia environments. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;8(4):332-343. DOI 10.18699/LettersVJ-2022-8-20 (in Russian)]

Кравченко Н.С., Подгорный С.В., Вожжанова Н.Н. Изучение адаптивных свойств исходного материала озимой мягкой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен». *Аграрная наука*. 2021;344(1):74-78. DOI 10.32634/0869-8155-2021-344-1-74-78

[Kravchenko N.S., Podgorny S.V., Vozhzhova N.N. The study of the adaptive properties of the initial material of winter bread wheat according to the trait "1000-grain weight". *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*. 2021;344(1):74-78. DOI 10.32634/0869-8155-2021-344-1-74-78 (in Russian)]

Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Госагропром, 1989

[Methodology of the State variety testing of agricultural crops. Moscow: Gosagroprom Publ., 1989 (in Russian)]

Мусинов К.К., Сурначев А.С., Козлов В.Е. Влияние агроклиматических условий весенне-летней вегетации на формирование урожайности озимой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2023;1(66):55-63. DOI 10.31677/2072-6724-2023-66-1-55-63

[Musinov K.K., Surnachev A.S., Kozlov V.E. Influence of agroclimatic conditions of the spring-summer vegetation on the formation of winter wheat yield under the needs of the forest-steppe of western Siberia. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023;1(66):55-63. DOI 10.31677/2072-6724-2023-66-1-55-63 (in Russian)]

Степочкин П.И., Пономаренко В.И., Першина Л.А., Осадчая Т.С., Трубачеева Н.В. Использование отдалённой гибридизации для создания селекционного материала озимой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*. 2012;(6):37-38

[Stepochkin P.I., Ponomarenko V.I., Pershina L.A., Osadchaya T.S., Trubacheeva N.V. Utilization of distant hybridization for development of breeding material of winter wheat. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012;(6):37-38 (in Russian)]

Сухоруков А.А., Бугакова Н.Э., Долженко Д.О. Создание и оценка сорта озимой пшеницы Альтернатива. *Достижения науки и техники АПК*. 2022;36(12):40-44. DOI 10.53859/02352451\_2022\_36\_12\_40

[Sukhorukov A.A., Bugakova N.E., Dolzhenko D.O. Creation and evaluation of winter wheat variety Alternative. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2022;36(12):40-44. DOI 10.53859/02352451\_2022\_36\_12\_40 (in Russian)]

OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI 10.1787/08801ab7-en

Vujanovic V., Germida J.J. Seed endosymbiosis: a vital relationship in providing prenatal care to plants *Can. J. Plant Sci.* 2017;97(6):972-981. DOI 10.1139/cjps-2016-0261

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 11.09.2023. После доработки 15.11.2023. Принята к публикации 28.11.2023.

Сетевое издание «Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции» – реестровая запись СМИ Эл № ФС77-75536, зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 08 мая 2019 г.

Основано в 2015 году (до 2019 года выходило под названием «Письма в Вавиловский журнал»). На страницах издания публикуются результаты экспериментальных, методических и теоретических исследований, аналитические обзоры по всем разделам генетики и селекции, а также по смежным областям биологических и сельскохозяйственных наук; материалы и документы по истории генетики и селекции; описания сортов растений и пород животных; рецензии; письма, адресованные редактору; персоналии и мемориальные статьи; хроника и информация из региональных отделений Вавиловского общества генетиков и селекционеров.

Цель издания – донести новейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области генетики растений, животных, человека, микроорганизмов, описание новых методов и селекционных достижений до наибольшего числа ученых, включая специалистов из смежных областей науки и техники, а также до преподавателей вузов, читающих курсы лекций по генетике и селекции.

Сетевое издание «Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции» с 15.06.2023 включено в [Перечень рецензируемых научных изданий](#), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по специальностям и отраслям науки:

- 1.5.7. Генетика (биологические науки)
- 1.5.22. Клеточная биология (биологические науки)
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Индексируется в РИНЦ, включено в DOAJ.

Прием статей осуществляется через электронную почту редакции: [pismavavilov@bionet.nsc.ru](mailto:pismavavilov@bionet.nsc.ru)

Адрес издания в сети интернет: <https://pismavavilov.ru/>

При перепечатке материалов ссылка на издание обязательна.

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)  
Почтовый адрес учредителя и издателя: проспект Академика Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090  
Почтовый адрес редакции: проспект Академика Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090  
Телефон редакции: (383) 363 4963, доб. 5316  
✉ Электронный адрес редакции: [pismavavilov@bionet.nsc.ru](mailto:pismavavilov@bionet.nsc.ru)

Выпуск подготовлен информационно-издательским отделом ИЦиГ СО РАН.

Дата публикации: 29.03.2024



Учредитель и издатель сетевого издания «Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции» – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»

Главный редактор: академик РАН *Алексей Владимирович Кочетов*

Издание предоставляет открытый доступ к контенту исходя из принципа: свободный доступ к результатам исследований способствует увеличению глобального обмена знаниями.

На страницах «Писем...» публикуются результаты экспериментальных, методических и теоретических исследований, аналитические обзоры по всем разделам генетики и селекции, а также по смежным областям биологических и сельскохозяйственных наук; материалы и документы по истории генетики и селекции; описания сортов растений и пород животных.

Цель издания – донести новейшие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области генетики растений, животных, человека, микроорганизмов, описание новых методов и селекционных достижений до наибольшего числа ученых, включая специалистов смежных областей науки и техники, а также до преподавателей вузов, читающих курсы лекций по генетике и селекции.

Издание включено в **Перечень рецензируемых научных изданий**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по специальностям и отраслям науки (с 15.06.2023):

- 1.5.7 Генетика (биологические науки)
- 1.5.22 Клеточная биология (биологические науки)
- 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)
- 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и DOAJ.

Всем статьям журнала присваивается индекс DOI.

Язык публикации: русский/английский.

Периодичность – четыре выпуска в год.

За обработку и опубликование материалов средства с авторов не взимаются.

Страницы журнала в сети интернет:

<https://pismavavilov.ru/>

[https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=73741](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=73741)

Адрес редакции: 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 10

Электронный адрес редакции (прием статей): [pismavavilov@bionet.nsc.ru](mailto:pismavavilov@bionet.nsc.ru)

