

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-60-67>
 УДК: 635.64-02:631.524.86(571.63)

Е.Г. Козарь*, Н.А. Синиченко²,
 О.Н. Пышная¹, И.А. Енгальчева¹

¹Федеральное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

²Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального государственного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» 692779, Россия, Приморский край, г. Артем, с. Суражэвка, ул. Кубанская, д.57/1

*Автор для переписки: kozar_eg@mail.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственных заданий: FGGF-2024-0010-02 «Создать сорта томата с урожайностью не менее 40 т/га, устойчивые к грибным и бактериальным гнилям плодов, обладающих общей или адаптивной способностью к определенным условиям выращивания и с дифференциацией назначения по использованию»; FGGF-2025-0003 «Разработка эффективных технологий предридинотого скрининга и выделения ген-источников для создания сортов и гибридов овощных и бахчевых культур с групповой устойчивостью к доминирующим фитопатогенам на основе иммунологических и молекулярно-генетических методов».

Вклад авторов. Козарь Е.Г.: концептуализация, администрирование данных, создание рукописи и ее редактирование. Синиченко Н.А.: проведение исследования, формальный анализ, создание черновика рукописи. Пышная О.Н.: руководство исследованием, создание рукописи и ее редактирование. Енгальчева И.А.: администрирование данных, создание рукописи и ее редактирование.

Конфликт интересов. Пышная О.Н. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Козарь Е.Г., Синиченко Н.А., Пышная О.Н., Енгальчева И.А. Создание исходного материала томата с устойчивостью к альтернариозу и комплексом хозяйственно ценных признаков для создания сортов в условиях Приморского края Дальнего Востока. *Овощи России*, 2025; (6): 60-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-60-67>

Поступила в редакцию: 06.11.2025

Принята к печати: 05.12.2025

Опубликована: 18.12.2025

Elena G. Kozar*, Natalya A. Sinichenko²,
 Olga N. Pyshnaya¹, Irina A. Engalycheva¹

¹FSBSI Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selektionnaya str., VNISSOK, Odintsovo region, Moscow district, 143072, Russia

²Primorskaya vegetable experimental station – branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal Scientific Vegetable Center» (PVES – branch of the FSBSI FSVC) 57/1, Kubanskaya st., Surazhevka, Artem, Primorsky kray, 6927792, Russia

*Corresponding Author: kozar_eg@mail.ru

Funding. The work was carried out within the framework of the State Tasks: FGGF-2024-0010-02 "Create tomato varieties with a yield of at least 40 t/ha, resistant to fungal and bacterial fruit rot, possessing general or adaptive capacity to specific growing conditions and with differentiation of intended use"; FGGF-2025-0003 "Development of effective technologies for pre-breeding screening and gene source isolation for the creation of varieties and hybrids of vegetable and melon crops with group resistance to dominant phytopathogens based on immunological and molecular genetic methods."

Authors' Contribution. Kozar E.G.: conceptualization, methodology, data curation, review & editing. Sinichenko N.A.: investigation, visualization, formal analysis, writing – original draft. Pyshnaya O.N.: supervision, writing – review & editing. Engalycheva I.A.: data curation, writing – review & editing.

Conflict of interest. Pyshnaya O.N. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2008, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Kozar E.G., Sinichenko N.A., Pyshnaya O.N., Engalycheva I.A. Creation of tomato source material with resistance to *Alternaria* and a complex of economically valuable traits for the development of varieties in the conditions of the Primorsky Krai of the Far East. *Vegetable crops of Russia*, 2025; (6): 60-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-60-67>

Received: 06.11.2025

Accepted for publication: 05.12.2025

Published: 18.12.2025

Создание исходного материала томата с устойчивостью к альтернариозу и комплексом хозяйственно ценных признаков для создания сортов в условиях Приморского края Дальнего Востока



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Поражение *Solanum lycopersicum* L. альтернариозом, вызываемого микромицетам рода *Alternaria* в условиях муссонного климата Приморского края носит стабильно вредоносный характер. Сезоны с аномально высоким уровнем осадков, провоцируют развитие эпифитотий, в результате чего ежегодные потери урожая могут превышать 30%, достигая у восприимчивых сортов и гибридов 80%. В связи с изменением климата и повышением агрессивности новых рас возбудителей поиск источников устойчивости для селекции всегда остается актуальным.

Цель работы – создание и оценка нового исходного материала, адаптированного к высокому инфекционному фону альтернариоза с различным сочетанием других селекционных признаков.

Материал и методы. Работу проводили в 2020–2025 годах на опытном поле Приморской овощной опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦО на лугово-бурых почвах с тяжелым механическим составом. Изучены 23 линии томата, полученные путем последовательных отборов из расщепляющихся потомств F₂₋₄ гибридных комбинаций Оттава 30 (линия Л8) с родительскими детерминантными линиями (Л3–Л7), созданными на основе лучших сортов селекции ФГБНУ ФНЦО, сочетающие разнообразие по массе, форме и окраске плодов. Агротехника выращивания – общепринятая для Приморского края. В период вегетации проводили фенологические наблюдения, фитопатологическую оценку, учеты проявления целевых признаков.

Результаты. Испытание созданных линий томата позволила дифференцировать их по селекционной ценности как исходного материала для разных направлений селекции. В качестве перспективного исходного материала для селекции на устойчивость к альтернариозу выделено пять линий: GK-68/20/26, GK-87/13/14, GK-48/1/1, GK-48/1/2 и GK-85/3/3. Источниками сочетания таких признаков, как продуктивность, крупноплодность высокое качество плодов могут служить линии GK-85/3/1, GK-86/1/1 и GK-87/1/1. Внедрение нового материала в селекционную практику позволит создать конкурентноспособные устойчивые к альтернариозу сорта и гибриды, минимизировать зависимость агротехнологий от многократных химических обработок, снизить потери продукции и обеспечить устойчивое производство томата, отвечающего требованиям рынка как по продуктивности, так и питательной ценности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Solanum lycopersicum, томат, исходный материал, гибридная комбинация, линии, альтернариоз, устойчивость, качество плодов

Creation of tomato source material with resistance to *Alternaria* and a complex of economically valuable traits for the development of varieties in the conditions of the Primorsky Krai of the Far East

ABSTRACT

Relevance. The infection of *Solanum lycopersicum* L. by *Alternaria*, caused by micromycetes of the genus *Alternaria*, is consistently harmful in the monsoon climate of Primorsky Krai. Seasons with abnormally high rainfall levels trigger the development of epiphytotic, resulting in annual crop losses exceeding 30% and reaching 80% in susceptible varieties and hybrids. Due to climate change and the increasing aggressiveness of new pathogen races, the search for sources of resistance for breeding remains relevant.

The purpose of this work is to create and evaluate a new source material that is adapted to a high background of *Alternaria* infection and has a different combination of other selection traits.

Material and Methods. The work was carried out in 2020–2025 on the experimental field of the Primorskaya Vegetable Experimental Station – a branch of the Federal Scientific Vegetable Center on meadow-brown soils with a heavy mechanical composition. 23 tomato lines were studied, obtained by successive selections from the splitting offspring of F₂₋₄ hybrid combinations of Ottawa 30 (line L8) with parental determinate lines (L3-L7), created on the basis of the best varieties of breeding of FSBSI FSVC, combining the variety in the mass, shape and color of the fruit. The cultivation technology is the generally accepted for Primorsky Krai. During the vegetation period, phenological observations, phytopathological assessment of the records of the manifestation of target features were carried out.

Results. Testing of the created tomato lines allowed to differentiate them by breeding value as a source material for different directions of breeding. Five lines were selected as a promising source material for breeding for resistance to *alternaria*: GK-68/20/26, GK-87/13/14, GK-48/1/1, GK-48/1/2 and GK-85/3/3. The GK-85/3/1, GK-86/1/1, and GK-87/1/1 lines can serve as sources of a combination of traits such as productivity, large fruit size, and high fruit quality. The introduction of this new material into breeding practices will allow for the creation of competitive varieties and hybrids that are resistant to *Alternaria*, minimizing the dependence of agricultural technologies on repeated chemical treatments, reducing product losses, and ensuring sustainable production of tomatoes that meet market requirements for both productivity and nutritional value.

KEYWORDS:

Solanum lycopersicum, tomato, source material, hybrid combination, lines, *alternaria*, resistance, fruit quality

Введение

Предполагаемый центр происхождения рода *Solanum lycopersicon* – это Галапагосские острова, но единого мнения по этому вопросу на сегодняшний момент нет [1,2]. Тем не менее, томат является одной из наиболее детально изученных культурных растений. Его ботанические и морфологические характеристики систематизированы и описаны еще в ранних классических работах, в частности Д. Д. Брежневым [3], а видовое разнообразие секции *Lycopersicon* хорошо документировано и широко используется в селекционной практике. В медицине плоды томата признаны продуктом с лечебными свойствами, благодаря высокому содержанию биологически активных соединений, прежде всего ликопина – мощного антиоксиданта, а клинические исследования свидетельствуют о наличии обратной корреляции между регулярным потреблением томата и риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2-го типа [4,5], что подтверждает его потенциальную роль в профилактической и нутрицевтической медицине [6].

Томат представляет собой ценную овощную культуру, вносящую существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности и укрепление здоровья населения. Однако, высокая восприимчивость многих современных сортов и гибридов к болезням ограничивает стабильность урожая и снижает качество продукции, особенно в условиях интенсивного возделывания и изменяющегося климата [7,8]. В условиях Дальневосточного Приморья проблема устойчивости томата к альтернариозу, от которого потери урожая ежегодно достигают 30% и более, стоит особо остро [9].

Установлено, что в условиях Приморского края Дальнего Востока альтернариоз достигает максимальной интенсивности при температуре 15–25 °С и обильных осадках, особенно в июне и августе при высоком гидротермическом коэффициенте, где динамика распространения инфекции по декадам в первую очередь зависит от количества выпавших осадков [10]. В этих условиях возрастает необходимость целенаправленной селекционной работы, ориентированной на создание нового исходного материала, сочетающего высокую устойчивость к биотическим стрессам, что позволит селекционерам получить конкурентоспособные сорта и гибриды, отвечающие как требованиям устойчивого растениеводства, так и запросам современного рынка здорового питания [11,12]. Исходя из этого, целью нашей работы было создание нового исходного материала с устойчивостью к альтернариозу, адаптированного к условиям Приморского края, с различным сочетанием других селекционных признаков.

Материалы и методы

Условия проведения исследований. Полевые исследования осуществлялись в течение 2020–2025 гг. в условиях прибрежной зоны Приморского края на опытном поле Приморской овощной опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦО (с. Суражевка, Артемовский городской округ). Участок, где проводили исследования расположен на лугово-бурных почвах с тяжелым механическим составом.

Вегетационные сезоны в годы исследований (2020–2025г.г.) характеризовались жарким летом, с превышением температурных норм относительно среднесезонных значений. Исключение составил 2020 год, когда температурный режим соответствовал среднесезонным данным. Режим увлажнения в годы исследований характеризовался дефицитом осадков только в 2021 году. В остальные периоды наблюдался их устойчивый избыток, достигший максимального значения в 2023 году, когда сумма месячных осадков (543 мм) значительно превысила среднесезонную норму (130 мм).

Агротехника выращивания – общепринятая для Приморского края. Семена высевали вручную на гряды в необогреваемой пленочной теплице по маркерным линиям с расстоянием между рядами 10 см и заделывали на глубину 2-3 см, присыпая смесью дерновой почвы и песка. Рассадку высаживали в поле вручную по маркерным бороздкам в первой декаде июня по схеме 90х90х35 см. Размер и размещение делянок - в соответствии с требованиями стандарта ОСТ 46-71-79. В течение вегетации проводили не менее 2-х междурядных обработок и 2-х ручных прополок. Обработку пестицидами (фунгициды, инсектициды, гербициды) не применяли.

Материал исследований: 23 линии томата, полученные путем последовательных отборов из расщепляющихся потомств F₂₋₄ гибридных комбинаций коллекционного образца Оттава 30 (линия Л8) с родительскими детерминантными линиями, созданными на основе лучших сортов селекции ФГБНУ ФНЦО, сочетающие достаточно высокую массу плода и разнообразие по форме и окраске плодов (табл. 1).

Характеристика родительских линий по устойчивости к альтернариозу и другим селекционным признакам: Л8 (Оттава-30) – проявляет высокую устойчивость к болезням, индетерминантный тип роста, мелкоплодная, использована как донор устойчивости при создании новых генотипов; Л3 – салатная линия с относительной устойчивостью к фитофторозу и средней восприимчивостью к альтернариозу, отобрана как источник желтой окраски плодов и компактности расте-

Таблица 1. Характеристика признаков плода родительских линий, включенных в гибридизацию
Table 1. Characterization of fruit traits of parental lines involved in hybridization

Родительская линия	Исходная сортопопуляция	Признаки плода		
		масса, г	цвет	форма
Л3	Росинка	30-45	желтая	округлая
Л4	Грот	75-90	красная	округлая
Л5	Лотос	70-85	розовая	плоско-округлая
Л6	Чаровница	60-75	оранжевая	овально-округлая
Л7	Фитилёк	55-60	оранжевая	цилиндрическая
Л8	Оттава 30	18-21	розовато-красная	округлая

ний; Л4 – среднеранняя линия салатного назначения; включена в селекционный процесс как донор раннеспелости и продуктивности, хотя в годы эпифитотий в Приморье проявляла восприимчивость к болезням; Л5 – линия салатного типа, характеризуется средней урожайностью и относительной устойчивостью к фитофторозу в условиях Приморского края; использована как источник розовой окраски плодов; Л6 – универсальная линия с высокой товарностью плодов; средневосприимчива к альтернариозу и относительной устойчивостью к фитофторозу; Л7 – высокопродуктивная универсальная линия, толерантная к альтернариозу; отличается плодами универсального назначения с повышенным содержанием β-каротина.

Гибридизацию проводили вручную по полной диллельной схеме, согласно действующим методическим пособиями. Отборы из полученных 14 гибридных комбинаций (ГК) от прямых и обратных скрещиваний с линией Л8 были проведены по следующей схеме: F₁14(ГК) → F₂ 10 образцов (из 10 ГК) → F₃ 9 образцов (из 7 ГК) → F₄ 23 линии (из 6 ГК).

Наблюдения и учеты. В течение вегетационного периода 2025 года выполняли фенологические наблюдения для определения группы скороспелости, а также морфологическое описание плодов (по окраске, форме и массе), учёт продуктивности и товарности плодов стандартными методами [13].

Фитомониторинг и оценку устойчивости к болезням на естественном инфекционном фоне в полевых условиях проводили в динамике визуальным способом по симптомам поражения листьев и плодов растений. Результаты фитосанитарного обследования выражали в виде следующих основных показателей: распространенность болезни (Р%); индекс (интенсивность) поражения (I, балл); степень развития болезни (R%). Интенсивность поражения растений оценивали в баллах по специальной шкале и рассчитывали индекс поражения образца (средний балл), используя четырехбалльную шкалу: 0 – отсутствие поражения, 1 – поражено до 10% поверхности, 2 – поражено от 11 до 25% поверхности, 3 – поражено от 26 до 50% поверхности, 4 – поражено более 50% поверхности [14,15,16].

Обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного анализа [17] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010.

Достоверность разностей между вариантами определяли по критерию наименьшей существенной разности (НСР) при 5% уровне значимости.

Результаты и обсуждение

Оттава-30, обладая относительной устойчивостью к альтернариозу, имеет ряд негативных селекционных признаков, таких как индетерминантный тип роста и мелкоплодность. Индетерминантный тип является доминантным признаком, поэтому все гибриды первого поколения с этим сортом (далее – линия Л8) имели такой тип роста. В связи с этим, из расщепляющихся потомств F₂₋₄, проводили целенаправленный отбор не только по устойчивости к альтернариозу, но и по типу роста и массе плода. Также следует отметить, что несмотря на то, что в скрещиваниях участвовали в основном среднеспелые родительские формы, в расщепляющихся гибридных потомствах F₂₋₄ были выделены и скороспелые формы. В результате последовательных отборов рекомбинантных форм из потомств F₂₋₄ различных гибридных комбинаций с участием донора устойчивости сорта Оттава 30 (линия Л8) было получено 23 детерминантных линии томата с разным уровнем устойчивости к альтернариозу и различным сочетанием селекционно-ценных признаков, из которых 9 (39%) линий были раннеспелыми (Рсп), а 14 (61%) линий относились к среднеспелой (Ссп) группе (табл. 2).

По форме плода преобладали линии с округлыми плодами (65%), полученные в результате скрещивания линии Л8 с округлой формой, с линиями, имеющие плоды, округлой, овально-округлой и плоскоокруглой формы. В потомствах скрещиваний линии Л8 с линиями с овально-округлой и цилиндрической формой плодов были отобраны линии с цилиндрическими и овальными плодами, а также линии с оригинальной кубовидной и перцевидной формой. (рис. 1, табл. 2).

По окраске плода почти половина (43%) созданных линий имели красную или оранжево-красную окраску и были выделены практически из всех комбинаций скрещиваний линии Л8 (розовато-красные плоды) в том числе и при скрещивании с желтоплодной линией Л3. Доля таких линий в зависимости от комбинации составила от 20% до 80% (рис. 2). Следует отметить, что в потомствах комбинации линии Л8 с красноплодной линией Л4 были выделены рекомбинантные

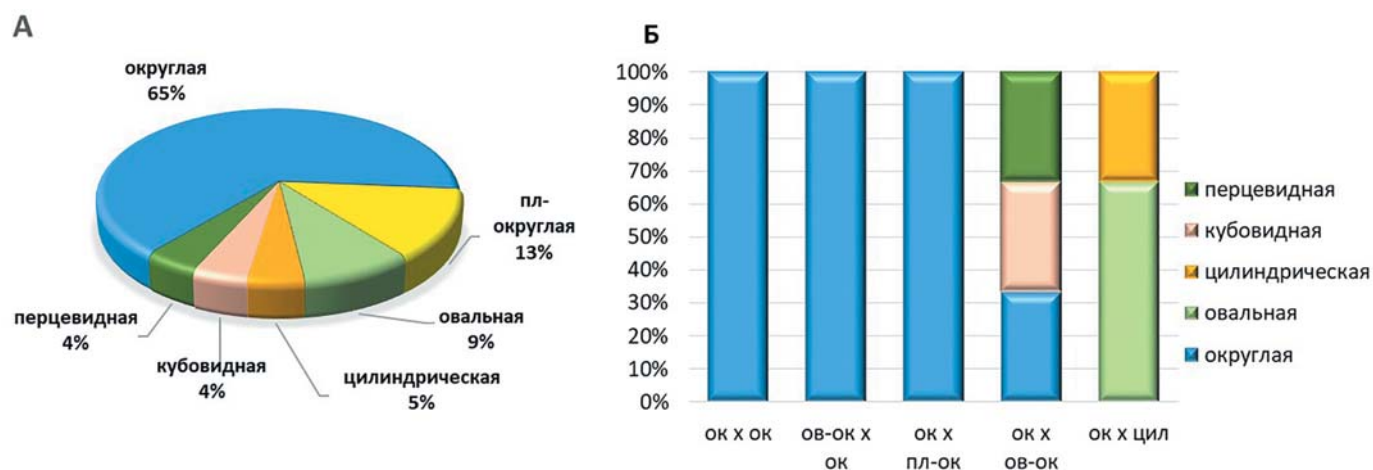


Рис. 1. Общее распределение линий (А) и их соотношение по форме плода в зависимости от комбинации скрещивания родительских компонентов: ок – округлая, ов-ок – овально-округлая, пл-ок – плоско-округлая, ц – цилиндрическая. Fig. 1. The overall distribution of lines (A) and their ratio according to fruit shape depending on the combination of parental components: ок – round, ов-ок – ovate-round, пл-ок – flat-round, ц – cylindrical.

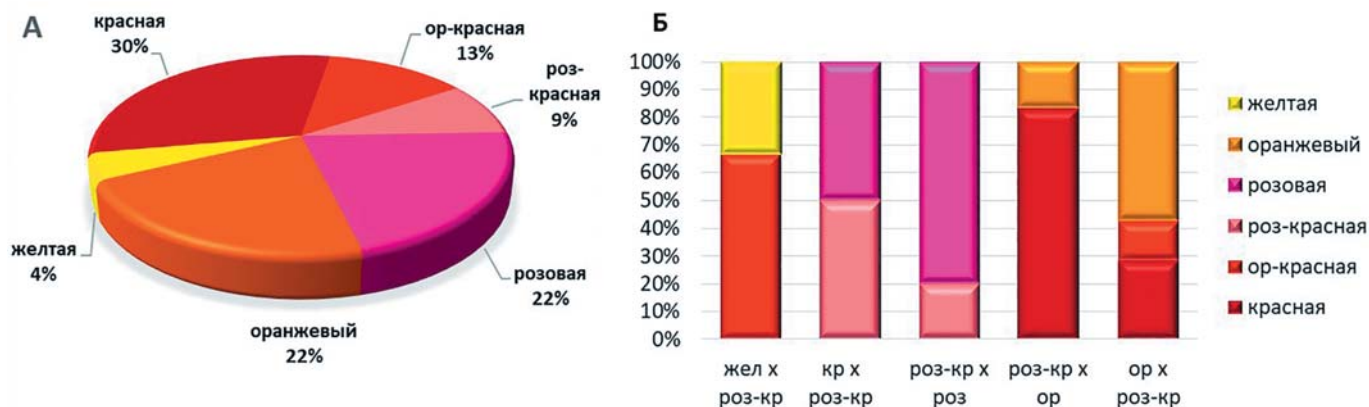


Рис. 2. Общее распределение линий томата (А) и их соотношение по окраске плода в зависимости от комбинации скрещивания родительских компонентов: ж – желтая, ор – оранжевая, роз – розовая, роз-кр – розовато-красная, кр – красная, ор-кр – оранжево-красная

Fig. 2. The overall distribution of tomato lines (A) and their ratio based on fruit color depending on the parental crossing combination: ж – yellow, ор – orange, роз – pink, роз-кр – pink-red, кр – red, ор-кр – orange-red

формы с розово-красной и розовой окраской плодов. Линии с оранжевой окраской плодов были получены, соответственно, из комбинаций с оранжевоплодными линиями Л6 и Л7 (рис. 2, табл. 2).

Масса плодов в изученной выборке линий характеризовалась широким размахом изменчивости – от 20 до 100 г. По этому признаку линии распределились в следующем соотношении: три линии (13%) с массой плода менее 30 г, пять линий (22%) с массой от 30 г до 50г, десять линий (43%) имели массу плодов 50-60г, а пять линий (22%) – с массой плодов 70-100 г. Крупноплодностью (70–100 г) отличались линии из ком-

бинаций Л6хЛ8, Л8хЛ6 и Л8хЛ5 – это ГК-68/20/25, ГК-86/1/1, ГК-86/30/35, ГК-86/30/36, ГК-85/3/1 (табл. 2).

Биохимический анализ плодов селекционных линий томата является важнейшим признаком при создании нового исходного материала, направленного на повышение устойчивости и функциональной ценности продукции. BRIX, % – показатель содержания растворимых твердых веществ в плодах, отражающий их технологическую пригодность и коррелирующий с содержанием сахаров. Значения этого показателя варьировали от 3,5% до 6,0%. Наиболее высокие показатели зафиксированы у линий: ГК-38/1/3 (6,0%), ГК-68/1/2 (5,9%), ГК-87/1/1 (5,9%), ГК-86/30/35 (5,9%) и ГК-67/2-

Таблица 2. Группа спелости и признаки плодов новых линий томата, созданных на основе различных комбинаций скрещивания с устойчивой линией Л8
Table 2. Ripeness groups and fruit characteristics of new tomato lines developed based on various crossing combinations with the stable line L8

ГК	Шифр линии	Группа с пелости	Высота растения, м	Признаки плода		
				форма	окраска	масса, г
Л4хЛ8	ГК-48/1/2	Ссп	110	округлая	розово-красная	20
	ГК-48/1/1	Ссп	110	округлая	розовая	20
Л3хЛ8	ГК-38/1/1	Ссп	80	округлая	желтая	30
	ГК-38/1/2	Ссп	80	округлая	оранжево-красная	30
	ГК-38/8/7	Рсп	60	округлая	оранжево-красная	25
Л6хЛ8	ГК-68/1/1	Ссп	70	округлая	оранжевая	50
	ГК-68/1/2	Ссп	70	округлая	желто-оранжевая	50
	ГК-68/1/3	Ссп	70	округлый	оранжевая	50
	Л/68/21/29	Рсп	70	округлая	красная	50
	ГК-68/20/25	Рсп	70	округлая	оранжевая	50
	ГК-68/20/26	Рсп	70	округлая	оранжево-красная	70
	ГК-68/21/28	Рсп	70	округлая	красный	50
Л8хЛ6	ГК-86/1/1	Рсп	80	перцевидная	красная	100
	ГК-86/30/35	Ссп	70	округлая	красная	74
	ГК-86/30/36	Рсп	75	кубовидная	красная	85
Л8хЛ7	ГК-87/1/1	Рсп	80	цилиндрическая	оранжевая	40
	ГК-87/13/14	Рсп	50	овальная	красная	34
	ГК-87/12/12	Ссп	50	овальная	красная	30
Л8хЛ5	ГК-85/3/1	Ссп	70	округлая	розовая	70
	ГК-85/3/2	Ссп	70	плоско-округлая	розовая	60
	ГК-85/3/3	Ссп	70	плоско-округлая	розовая	60
	ГК-85/4/4	Ссп	70	плоско-округлая	розово-красная	60
	ГК-85/36/37	Ссп	80	округлая	розовая	50

9 (5,4%). Минимальные значения – у линий ГК-68/20/25 и ГК-68/20/26 (3,5–3,8 %).

Содержание ликопина в мякоти плодов изменялось от 0,2 до 9,5 мг/100 г сырой массы. Высокие значения отмечены у линий ГК-87/1/1 (7,2 мг/100 г), ГК-85/1/1 (6,8 мг/100 г), а лидером является линия ГК-86/1/1, которая накапливает 9,5 мг/100 г, что значительно превышает все остальные линии. Низкое содержание ликопина, соответственно, отмечено в основном у желто- и оранжевоплодных линий ГК-38/1/3, ГК-38/1/4, ГК-68/20/25, ГК-68/20/26 ($\leq 1,5$ мг/100 г). Содержание каротина в плодах изменялось от 0,3 до 6,5 мг/100 г. Высоким его содержанием отличались линии ГК-67/2-9 – 6,5 мг/100 г, ГК-68/1/2 (5,8 мг/100 г), ГК-87/1/1 (6,0 мг/100 г), ГК-86/1/1 (5,2 мг/100 г); низким – линии ГК-38/1/3, ГК-38/1/4, ГК-68/20/25, ГК-68/20/26 ($\leq 1,0$ мг/100 г). Сумма хлорофиллов (a+b) является косвенным показателем степени зрелости или может свидетельствовать о замедленном достижении плодов полной биологической спелости. Наиболее низкие значения отмечены у линий ГК-38/1/3, ГК-38/1/4, ГК-68/20/25, ГК-68/20/26 ($\leq 0,1$ мг/100 г), которые характеризовались быстрым и равномерным созреванием плодов на растениях. Высокое содержание хлорофиллов в технической зрелости плодов выявлено у линий ГК-87/1/1 (1,1 мг/100 г) и ГК-67/2-9 (0,9 мг/100 г), что скорее всего указывает на замедленное их созревание.

Наиболее перспективными по комплексу качественных признаков (высокий BRIX, ликопин, каротин) как источников высокого качества плодов выделяются линии: ГК-86/1/1, ГК-87/1/1 и ГК-68/1/2, ГК-67/2-9, которые представляют интерес для дальнейшей селекционной работы, направленной на создание сортов и гибридов нового поколения, отвечающих современным требованиям здорового функционального питания.

Анализ результатов фитопатологического мониторинга, выполненного по трём последовательным учётам, позволил оценить уровень устойчивости линий томата на основе интегрального показателя – степени развития болез-

ни R, % (среднее за сезон), рассчитанного на основе распространённости (P, %), среднего индекса развития болезни (I, балл) и промежуточных показателей устойчивости (R, %) по каждому сроку. По данному показателю линии были распределены на следующие группы устойчивости (рис. 3):

- ВУ – три высокоустойчивые линии ($R \leq 30\%$) – ГК-48/1/2, ГК-48/1/1, ГК-87/13/14 ($R=28\%$), у которых, несмотря на последующее заражение, среднее значение R% осталось низким за счёт длительного «латентного периода» развития болезни при полном отсутствии симптомов на первом учёте, что превзошло стандарт устойчивости сорт Оттава 30 ($R=37\%$);

- ОУ – семь относительно устойчивых ($R=30-37\%$), включая стандарт Оттава-30 ($R=37\%$), с усилением развития болезни только на последних этапах вегетации (R%),

- Т – пять толерантных линий ($R=40-44\%$), с монотонным нарастанием степени поражения (R%), что свидетельствует о достаточно высокой их полевой устойчивости;

- СВ – восемь средневосприимчивых линий ($R=45-55\%$), у которых сдерживание развития патогена в течение вегетации после проникновения идет более эффективно, чем у стандарта восприимчивости сорта Талалихин –186 ($R=63\%$).

При анализе степени выровненности созданных линий по устойчивости к альтернариозу было установлено, что наименьшие значения коэффициента вариации V ($V = 0-6\%$) зафиксированы у 9 линий (ГК-48/1/2, ГК-48/1/1, ГК-38/1/4, ГК-38/8/7, ГК-68/1/2, ГК-68/1/3, Л/68/21/29, ГК-68/20/25, Л/68/21/28), причём у семи из них $V=0\%$, что свидетельствует о стабильно высоком уровне генетической детерминированности и выровненности их популяций по данному признаку. Особого внимания заслуживают линии с минимальным $R=28\%$, нулевым поражением на первом учёте, низким индексом болезни, т.е. профилем устойчивости, превосходящим стандарт Оттава-30. Умеренный полиморфизм ($V=7-13\%$) характерен для 11 линий (например, ГК-68/1/1,

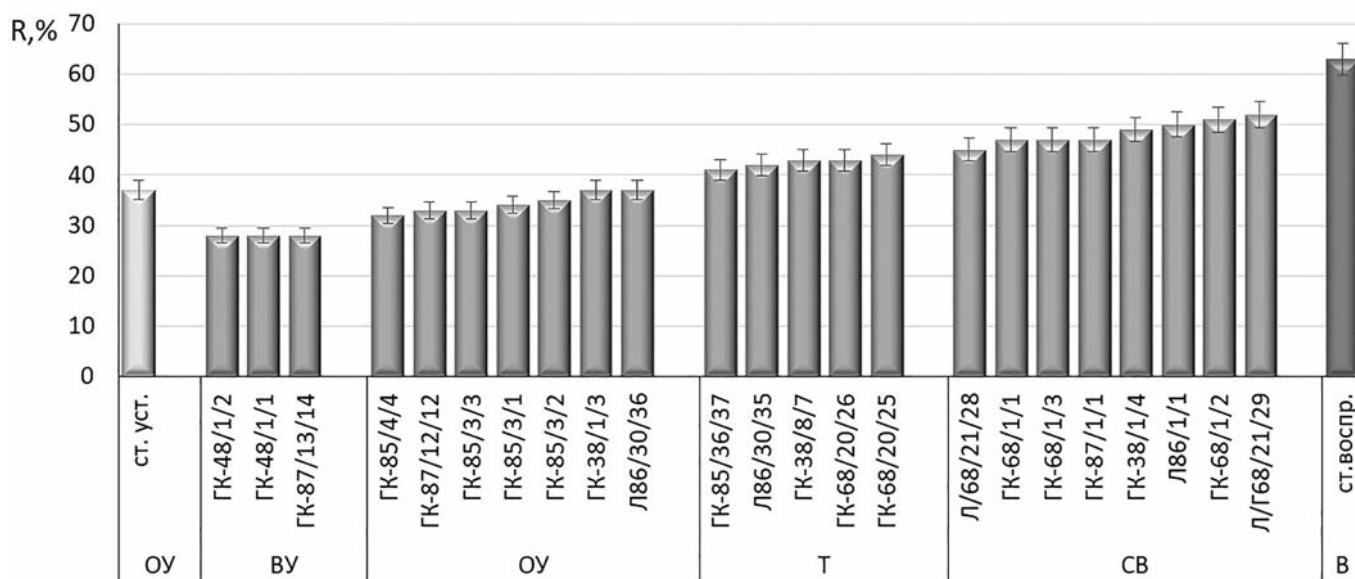


Рис. 3. Распределение линий томата на группы устойчивости по степени развития альтернариоза R, % (среднее за сезон): ВУ – высокоустойчивые; ОУ – относительно устойчивые; Т – толерантные; СВ – средневосприимчивые; В – восприимчивые; ст.уст. – стандарт устойчивости сорт Оттава-30; ст.воспр. – стандарт восприимчивости – сорт Талалихин-186

Fig. 3. Distribution of tomato lines into resistance groups based on the degree of alternaria development, R% (average over the season): ВУ – highly resistant; ОУ – relatively resistant; Т – tolerant; СВ – moderately susceptible; В – susceptible; resistant standard – Ottawa 30 variety; susceptible standard – Tallilichin 186 variety

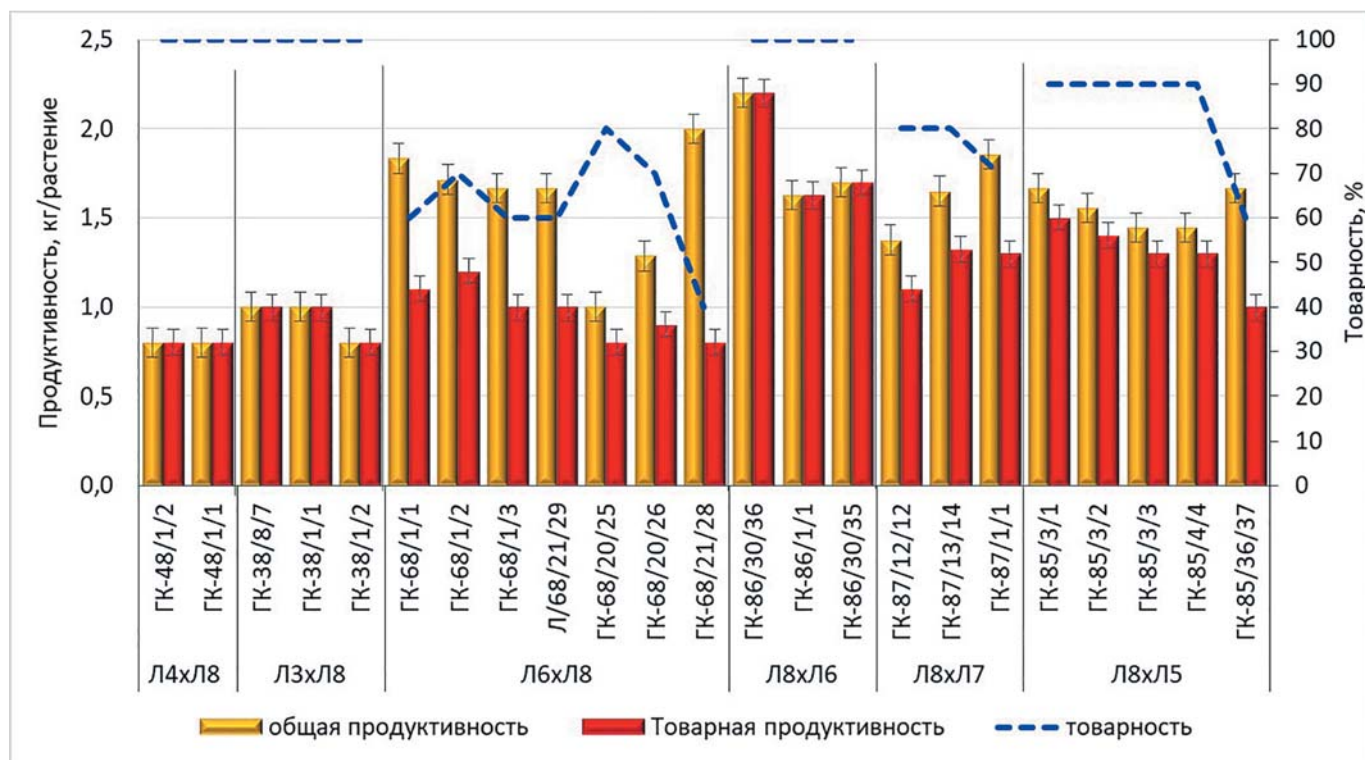


Рис. 4. Общая и товарная продуктивность плодов линий томата, полученных из потомств различных комбинаций скрещивания; пунктирная линия показывает уровень товарности плодов (2024–2025 годы)

Fig. 4. Total and marketable fruit productivity of tomato lines derived from progeny of various crossing combinations; the dashed line indicates the level of fruit marketability (2024–2025)

ГК-85/1/1, ГК-85/36/37, ГК-72/37/39), которые также можно считать достаточно выровненными по устойчивости генотипов. Средний уровень вариабельности ($V=15-28\%$) выявлен у 6 линий (ГК-38/1/3, ГК-68/20/26, Л86/1/1, ГК-87/12/12, ГК-85/2/2, ГК-72/2/2), что свидетельствует о необходимости дальнейшей селекционной работы с данными линиями на устойчивость к альтернариозу.

По продуктивности максимальное значение зафиксировано у линий из комбинации Л8хЛ6: ГК-86/1/1 (1,6 кг/раст.), ГК-86/30/35 (1,7 кг/раст.) и ГК-86/30/36 (2,2 кг/раст.) со 100% товарностью плодов. В целом показатель товарности варьировал от 60% до 100%, причем 100% уровень отмечен не только у перечисленных высокопродуктивных линий, но и у линий с более низкой продуктивностью (0,8–1 кг/раст.) из комбинаций Л4хЛ8 и Л3хЛ8 (рис. 4). Снижение товарности плодов остальных линий преимущественно было связано с фракцией мелких нестандартных плодов. Среди них по высокой общей продуктивности (более 1,5 кг/раст.) можно выделить десять линий: ГК-68/1/1, ГК-68/1/2, ГК-68/1/3, Л/68/21/29, ГК-68/21/28, ГК-87/13/14, ГК-87/1/1, ГК-85/3/2, ГК-

85/36/37, тогда как по товарной – только линию ГК-85/3/1 с товарностью плодов 90% (рис. 4).

Таким образом, оценка созданных новых линий по комплексу различных критериев позволила дифференцировать их по селекционной ценности, и, в первую очередь, как перспективный исходный материал для селекции на устойчивость к альтернариозу. Наиболее перспективными с этой точки зрения являются линии (рис.5):

- **ГК-68/20/26** – из комбинации Л6хЛ8 (Чаровница × Оттава 30), раннеспелая линия по сочетанию устойчивости к альтернариозу и высокой продуктивности;
- **ГК-87/13/14** – из комбинации Л8хЛ7 (Оттава-30 × Фитилек), раннеспелая линия с высокой общей продуктивностью овальных плодов и устойчивостью к альтернариозу;
- **ГК-48/1/1, ГК-48/1/2** – из комбинации Л4хЛ8 (Грот × Оттава-30), среднеспелые мелкоплодные линии с невысокой продуктивностью, но высокой товарностью плодов и устойчивостью к альтернариозу
- **ГК-85/3/3** – комбинация Л8хЛ5 (Оттава-30 × Лотос), средняя товарная продуктивность, темно розовые плоды и



Рис. 5. Новые линии томата с высокой устойчивостью к альтернариозу.
Fig. 5. Tomato lines with high resistance to alternaria leaf spot

ГК-85/3/1



ГК-86/1/1



ГК-87/1/1



Рис. 6. Новые линии томата с высокой продуктивностью, разной окраской и формой плодов
Fig. 6. New tomato lines with high productivity, varying fruit color, and shape

относительная устойчивость к альтернариозу.

Среди источников продуктивности, крупноплодности и качества плодов можно особо выделить следующие линии с разной формой и окраской плодов (рис. 6):

- **ГК-85/3/1** – комбинация Л8хЛ5 (Оттава-30 х Лотос), высокая общая продуктивность, крупные плоды розовой окраски, богатые ликопином.

- **ГК-86/1/1** – комбинация Л8хЛ6 (Оттава 30 х Чаровница), линия со средней продуктивностью, лидер по содержанию пигментов, источник перцевидной формы плодов с высокой массой.

- **ГК-87/1/1** – комбинация Л8хЛ7 (Оттава -30 х Фитилек), сбалансированное качество оранжевых плодов цилиндрической формы, высокие показатели BRIX, содержания ликопина и каротина.

Заключение

Полученные данные подтверждают высокую селекционную ценность индетерминантного и мелкоплодного коллекционного образца Оттава-30 (линия Л8), как донора признака устойчивости к альтернариозу. Он также характеризуется оптимальными биохимическими характеристиками и высокой товарностью плодов. Гибридизация линии Л8 с разными детерминантными более крупноплодными линиями позволяет не только нивелировать нежелательные признаки в гибридном потомстве, но и способствует расширению генетического разнообразия и улучшению комплекса признаков нового линейного материала, включая раннеспелость, форму и окраску плодов, а также устойчивость к альтернариозу. В целом все созданные образцы в результате последовательных отборов в ряду поколений демонстрируют достаточно низкий уровень пораженности растений возбудителями альтернариоза в полевых условиях. Среди них

выделены раннеспелые и среднеспелые образцы, с разнообразной формой и окраской плодов, что расширяет генетический диапазон и потенциальные возможности для практического использования.

Оценка селекционной ценности новых линий, созданных в рамках данного исследования, свидетельствует о их значительном потенциале для развития селекционных программ по различным направлениям. Так, четыре линии с наиболее высоким уровнем устойчивости к альтернариозу (ГК-48/1/2, ГК-48/1/1, ГК-68/20/26 и ГК-87/13/14), превосходящие родительскую линию Л8 и исходную сортопопуляцию Оттава-30, являются наиболее ценными источниками для селекции на иммунитет. Линии из относительно устойчивой и толерантной групп устойчивости с высокой продуктивностью, товарностью и разной формой красных плодов, такие как ГК-86/30/36 (округло-кубовидные плоды), ГК-86/30/35 (округлые плоды) и ГК-86/1/1 (перцевидные плоды) представляют интерес для создания в дальнейшем коммерчески привлекательных гибридов. При этом, линии ГК-86/1/1 и ГК-87/1/1 с ярко оранжевыми цилиндрическими плодами, отличаются высоким содержанием ликопина и каротина, что важно для создания сортов с улучшенными функционально-диетическими питательными свойствами.

Таким образом, в результате проведенных исследований создан новый исходный материал томата с комплексом хозяйственно ценных признаков – устойчивостью к альтернариозу, сбалансированными биохимическими характеристиками, высокой продуктивностью и адаптивностью. Полученный генетически разнообразный материал будет использован в дальнейшей селекции при создании новых сортов и гибридов томата для юга Приморского края Дальнего востока, отвечающих требованиям современного рынка с учетом его региональных особенностей.

Литература

1. Гавриш С.Ф. 100 лет селекции томата для защищенного грунта России 1920–2020. Москва; 2024;(1):14.
2. Никитина Д.А., Карпукhin М.Ю. История культуры, ботаническая характеристика, биологические особенности томата. *Аграрное образование и наука*. 2022;(2):1. <https://www.elibrary.ru/lpyais>
3. Брежнев Д.Д. Томаты. Ленинград: Колос; 1964. С. 106.
4. Кондратьева И.Ю. Частная селекция томата. Москва: ВНИИС-СОК; 2010. С. 64. <https://www.elibrary.ru/qlbhtz>

5. Авдеев А.Ю. Селекция томата для разных целей использования, классификации сортов и технологии выращивания в Нижнем Поволжье. Астрахань: Ланихин П.В.; 2012. С. 8.
6. Sampath Kumar K.P., Paswan S., Srivastava S., Bhowmik D. Tomato – A Natural Medicine and Its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2012;1(1):33.
7. Gannibal Ph.B., Levitin M.M. A manual. Monitoring of alternarioses of crops and identification of fungi of the genus *Alternaria*. St. Petersburg: VIZR; 2011. 70 p.
8. Simmons E.G. *Alternaria: an identification manual*. CBS Biodiversity Series 6. Utrecht: CBS Fungal Biodiversity Centre; 2007. 775 p.

9. Золотарева Е.В. Вредители и болезни овощных культур Дальнего Востока. Хабаровск; 2006. С. 128.
10. Ванюшкина И.А., Синиченко Н.А., Козарь Е.Г., Пышная О.Н. Развитие болезней и защита сортов томата открытого грунта в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2025;19(1):17–31. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-17-31> <https://www.elibrary.ru/xwdxbu>
11. Яковлева Т.В., Першакова Т.В., Чернявская Ю.Н. Современное производство и особенности хранения томатов в России. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2024;90(6):134–152. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2024-6-90-134-152> <https://www.elibrary.ru/hykbkt>
12. Akhtar K.P., Ullah N., Saleem M.Y. et al. Evaluation of tomato genotypes for resistance to early blight caused by *Alternaria solani* in Pakistan. *Journal of Plant Pathology*. 2019;101:937–945. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00304-8>
13. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томат, перец, баклажаны). Под ред. Брежнева Д.Д. Ленинград: Всесоюзный институт растениеводства; 1977. 24 с.
14. Хохряков М.К., Потлайчук В.И., Семенов А.Я., Элбакян М.А. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Ленинград: Колос; 1984. С. 304.
15. Ганнибал Ф.Б., Гасич Е.Л., Орина А.С. Оценка устойчивости селекционного материала крестоцветных и пасленовых культур к альтернариозам. Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН; 2011. 20 с.
16. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариоза сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Санкт-Петербург; 2025. 57 с.
17. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Москва: Россельхозакадемия, 2011. 650 с.
5. Avdeev A.Yu. Breeding tomatoes for various uses, classification of varieties and cultivation technology in the Lower Volga region. Astrakhan: Lanikhin P.V.; 2012. P. 8. (In Russ.)
6. Sampath Kumar K.P., Paswan S., Srivastava S., Bhowmik D. Tomato – A Natural Medicine and Its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2012;1(1):33.
7. Gannibal Ph.B., Levitin M.M. A manual. Monitoring of alternarioses of crops and identification of fungi of the genus *Alternaria*. St. Petersburg: VIZR; 2011. 70 p.
8. Simmons E.G. *Alternaria: an identification manual*. CBS Biodiversity Series 6. Utrecht: CBS Fungal Biodiversity Centre; 2007. 775 p.
9. Zolotareva E.V. Pests and diseases of vegetable crops in the Far East. Khabarovsk; 2006. P. 128. (In Russ.)
10. Vanyushkina I.A., Sinichenko N.A., Kozar' E.G., Pyshnaya O.N. Development of diseases and protection of open-field tomato varieties in the monsoon climate of the south of the Russian Far East. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19(1):17–31. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-17-31> (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/xwdxbu>
11. Yakovleva T.V., Pershakova T.V., Chernyavskaya Yu.N. Modern production and storage features of tomatoes in Russia. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2024;90(6):134–152. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2024-6-90-134-152> <https://www.elibrary.ru/hykbkt> (In Russ.)
12. Akhtar K.P., Ullah N., Saleem M.Y. et al. Evaluation of tomato genotypes for resistance to early blight caused by *Alternaria solani* in Pakistan. *Journal of Plant Pathology*. 2019;101:937–945. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00304-8>
13. Brezhnev D.D. Guidelines for the study and maintenance of the world collection of vegetable nightshade crops (tomato, pepper, eggplant)]. Ленинград: Vsesoyuznyi institut rastenievodstva; 1977. 24 p. (In Russ.)
14. Khokhryakov M.K., Potlaichuk V.I., Semenov A.Ya., Elbakyan M.A. Guide to diseases of agricultural crops. Ленинград: Kolos; 1984. P. 304. (In Russ.)
15. Gannibal F.B., Gasich E.L., Orina A.S. Evaluation of the resistance of breeding material of cruciferous and nightshade crops to alternariosis. Sankt-Peterburg; 2011. 20 p. (In Russ.)
16. Gannibal F.B. Monitoring of *Alternaria* disease of agricultural crops and identification of fungi of the genus *Alternaria*. S.-P., 2025. 57 p. (In Russ.)
17. Litvinov S.S. Methods of field experiment in vegetable growing. M., 2011. 650 p. (In Russ.)

• References

1. Gavrish S.F. 100 years of tomato breeding for protected ground in Russia 1920-2020. Moscow; 2024. Vol. 1. P. 14. (In Russ.)
2. Nikitina D.A., Karpukhin M.Yu. History of cultivation, botanical description, biological features of tomato. *Agrarnoe obrazovanie i nauka*. 2022;(2):1. (In Russ.) 2022;(2):1. <https://www.elibrary.ru/lpyais>
3. Brezhnev D.D. Tomatoes. Ленинград: Kolos; 1964. P. 106. (In Russ.)
4. Kondrat'eva I.Yu. Private selection of tomatoes. Moscow: VNISSOK; 2010. P. 64. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/qlbhtz>

Об авторах:

Елена Георгиевна Козарь – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, SPIN-код: 1148-5177, автор для переписки, kozar_eg@mail.ru

Наталья Александровна Синиченко – старший научный сотрудник сектора селекции и семеноводства овощных культур, <https://orcid.org/0009-0007-0412-4835>, SPIN-код: 1046-1750, natsinichenko@mail.ru

Ольга Николаевна Пышная – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, зам. директора по науке, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>, SPIN-код: 7967-8504, pishnaya_o@mail.ru

Ирина Александровна Енгальчева – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией молекулярно-иммунологических исследований, <https://orcid.org/0000-0003-4843-111X>, SPIN-код: 2084-2830, engirina1980@mail.ru

About the Authors:

Elena G. Kozar – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, SPIN-code: 1148-5177, <https://orcid.org/0000-0002-1319-5631>, Corresponding Author, kozar_eg@mail.ru

Natalya A. Sinichenko – Senior Researcher of the Sector of Breeding and Seed Production of Vegetable Crops, SPIN-code: 1046-1750, <https://orcid.org/0009-0007-0412-4835>, natsinichenko@mail.ru

Olga N. Pyshnaya – Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, SPIN-code: 7967-8504, <https://orcid.org/0000-0001-9744-2443>, pishnaya_o@mail.ru

Irina A. Engalycheva – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Molecular Immunological Research. <https://orcid.org/0000-0003-4843-111X>, SPIN-code: 2084-2830, engirina1980@mail.ru