

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>
УДК 635.25:631.526(470.6)

И.С. Мастяев¹,
А.Ф. Агафонов²,
Л.В. Кривенков^{2*}

¹ Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (СКФ ФГБНУ ФНЦО) 357324, Ставропольский край, Кировский р-н, станица Зольская, skf.fsvc@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

*Автор для переписки: krivenkov76@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Мастяев И.С. – закладка опытов, проведение полевых исследований, учеты и оценка хозяйственно ценных признаков, статистическая обработка данных. Агафонов А.Ф. – подготовка материала для исследования и схем опытов. Кривенков Л.В. – подготовка материала для исследования. Все авторы принимали участие в написании статьи.

Для цитирования: Мастяев И.С., Агафонов А.Ф., Кривенков Л.В. Оценка образцов лука репчатого (*Allium cepa* L.) различного происхождения в условиях предгорной зоны Северного Кавказа и выделение исходного материала для селекции. *Овощи России*. 2021;(6):58-64. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>

Поступила в редакцию: 21.10.2021
Принята к печати: 05.11.2021
Опубликована: 25.11.2021

Ivan S. Mastyaev¹,
Alexander F. Agafonov²,
Leonid V. Krivenkov^{2*}

¹ North Caucasus branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (SKF FSBSI FSVC) v. Zolskaya, Kirovsky district, Stavropol territory, Russia, 357324, skf.fsvc@mail.ru

² Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

*Corresponding Author: krivenkov76@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Authors' Contribution: I.S. Mastyaev – setting up experiments, conducting field research, accounting and evaluating economically valuable traits, statistical data processing. A.F. Agafonov – preparation of material for research and experimental schemes. L.V. Krivenkov – preparation of material for research. All authors took part in writing the article.

For citations: Mastyaev I.S., Agafonov A.F., Krivenkov L.V. Evaluation of onion samples (*Allium cepa* L.) of various origins in the foothill zone of the North Caucasus and creation of source material for breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):58-64. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-58-64>

Received: 21.10.2021
Accepted for publication: 05.11.2021
Published: 25.11.2021

Оценка образцов лука репчатого (*Allium cepa* L.) различного происхождения в условиях предгорной зоны Северного Кавказа и выделение исходного материала для селекции



Резюме

Актуальность. Успех селекционной работы, в том числе и на луковых культурах, в значительной мере определяется исходным материалом, поиск и создание которого для селекции начинается со сбора и изучения коллекционных образцов на выравненность морфологических признаков; на скороспелость и дружность созревания; на лежкость и транспортабельность луковиц; на качество продукции (высокое содержание биологически активных веществ и антиоксидантов); на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам конкретной зоны выращивания.

Материалы и методы. На базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО в коллекционном питомнике за период с 2017 по 2019 годы были оценены 90 образцов лука репчатого из 26 стран мира, из них 71 – сорта и 19 – гибриды F₁. В гибридном питомнике были оценены 25 гибридных комбинаций, полученных из ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК). Закладку и размещение опытов, агротехнику возделывания, учеты и оценку хозяйственно ценных признаков проводили согласно общепринятым методикам. Стандарты – новые сорта Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО и итальянский гибрид F₁ Ранко, которые размещали через каждые 10 коллекционных образцов.

Результаты. По итогам проведенной оценки среди изученных сортов и гибридов F₁ выделены источники хозяйственно ценных признаков, таких как урожайность (20-27 т/га), скороспелость (80-90 суток), сохранность (более 85%) при длительном хранении до 7 месяцев, фиолетовая, белая и розовая окраска луковиц, а также источники длинной формы луковицы. Наибольший интерес для селекции на урожайность представляют 9 перспективных сортов и 9 гибридов F₁ лука репчатого различного происхождения, а также 4 гибридных комбинации, которые отличались высокими показателями урожайности, выходу товарной продукции и массой товарной луковицы. Данные образцы рекомендованы для использования в селекционном процессе в качестве источников создания новых сортов и гибридов с высокой урожайностью для агроклиматических условий предгорной зоны Северного Кавказа.

Ключевые слова: лук репчатый (*Allium cepa* L.), сорта, гибриды, гибридные комбинации, селекция, источники

Evaluation of onion samples (*Allium cepa* L.) of various origins in the foothill zone of the North Caucasus and creation of source material for breeding

Abstract

Relevance. The success of breeding work is largely determined by the source material, the search and creation of which for target breeding begins with the collection and study of collectible samples for the alignment of morphological features; for the precocity and amity of maturation; for the keeping quality and transportability of bulbs; for the quality of vegetable products (high content of biologically active substances and antioxidants); for resistance to biotic and abiotic stressors of a specific growing zone.

Materials and methods. On the basis of the North Caucasus branch FSBSI FSVC, 90 samples of spring onions from 26 countries of the world were evaluated in the number nursery for the period from 2017 to 2019, 71 of them were varieties and 19 were F₁ hybrids. In a hybrid nursery, 25 hybrid combinations obtained from FSBSI FSVC (VNISSOK) were evaluated. The laying and placement of experiments, agricultural techniques of cultivation, accounting and evaluation of economically valuable traits, biochemical analyses were carried out according to generally accepted methods. The standards are the new Primo and Ampex varieties of the selection of the FSBSI FSVC and the Italian F₁ hybrid Ranko, which were placed every 10 collection samples.

Results. According to the results of the assessment, among the studied F₁ varieties and hybrids, sources of economically valuable traits such as yield (20-27 t/ha), precocity (80-90 days), preservation (more than 85%) when laid for long-term storage up to 7 months, purple, white and pink color of bulbs, as well as sources of long-shaped bulbs were identified. The greatest interest for breeding for yield is represented by 9 promising varieties and 9 F₁ hybrids of onions of various origins, as well as 4 hybrid combinations that were distinguished by high yields, the yield of marketable products and the mass of marketable bulbs. These samples are recommended for use in the breeding process as sources for the creation of new varieties and hybrids with high yields for the agro-climatic conditions of the foothill zone of the North Caucasus.

Keywords: onion (*Allium cepa* L.), varieties, hybrids, hybrid combinations, breeding, sources

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности и независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе является важнейшей стратегией научно-технологического развития Российской Федерации. Поэтому первостепенной задачей селекционеров является создание соответствующих сортов и гибридов овощных культур. В настоящее время лук репчатый – одна из основных овощных культур, пользующаяся широким спросом у населения всего мира. Ценность лука репчатого определяется специфическим вкусом и запахом, питательностью и целебными свойствами [1-3]. Неповторимый острый вкус и специфический резкий запах придаёт луку содержащееся в нем эфирное масло, которое представляет собой сборную группу органических веществ. Большую часть их составляют фитонциды – летучие ароматические вещества особой природы, обладающие уникальным бактерицидным воздействием, которые широко применяются в медицине [4].

В зависимости от содержания эфирного масла (а не количества сахара) сорта лука разделяют на острые, полуострые и сладкие. Причем в остром луке сахара даже больше, чем в сладком. Острые сорта содержат общего сахара 9,13% от сырого вещества, в т. ч. сахарозы – 7,18%, полуострые – соответственно 7,7 и 4,7%, сладкие – 6,04 и 1,94%. Содержание белка в луковиче в зависимости от сорта и условий выращивания варьирует от 2 до 4%, в листьях – 1,3-1,9%. В состав луковиц входит семь незаменимых аминокислот, среди которых значительная доля приходится на лизин, лейцин, изолейцин, треонин.

В луке отмечается высокое содержание сухого вещества: от 7 до 21%, при этом минеральные вещества находятся в виде легкоусвояемых солей различных минеральных и органических кислот и составляют 0,5-0,7% от сырого вещества. В состав золы входят 17 элементов, в том числе калий, фосфор, железо, кальций, магний, алюминий, цинк, бор, сера, йод, литий. Лук также ценен содержанием витаминов А, С, В₁, В₂, РР. Содержание аскорбиновой кислоты в луковицах достигает 20 мг на 100 г сырого вещества, витамина В₁ (тиамин) в острых и сладких сортах – 0,06-0,33 и 0,05-0,1 мг соответственно, В₂ (рибофлавин) – 0,07-0,28 и 0,02-0,07 мг, РР (ниацин, никотиновая кислота) – 0,2-0,3 и 0,3-0,6 мг; А (ретинол) и провитамин А, (бета-каротин) – 2-3,7 мг/100 г [5]. Биохимическая оценка доказывает высокую пищевую ценность лука репчатого и широкие перспективы использования, как луковиц, так и внешних чешуй [6;7]. Чешуи луковиц служат источником кверцетина [8], из него получают препарат противоопухолевого действия [9], который эффективен при атеросклерозе и лучевой болезни [10] и задерживает развитие раковой опухоли [11].

Условия Ставропольского края являются благоприятными для возделывания лука репчатого, производство которого в 2015 году составило 10% от общероссийских сборов. Однако сортимент существующих сортов и гибридов, районированных в данном регионе, весьма ограничен, что затрудняет получение высоких стабильных урожаев этой культуры в регионе. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2021 год, включено 407 сортов и гибридов лука репчатого, из которых 50% – иностранной селекции. Сорта

селекции ФГБНУ ФНЦО занимают всего 13,5% [12]. В этой связи, согласно принятой Государственной программы импортозамещения, возникает необходимость создания конкурентоспособных отечественных сортов и гибридов для выращивания их на продовольственные и семеноводческие цели в конкретных агроклиматических условиях региона. Это связано с тем, что сорта способны полностью реализовать генетический потенциал только в тех условиях, в которых были созданы [13;14].

Приоритетным направлением современной селекции является создание гетерозисных гибридов лука репчатого. Успех этой большой работы в значительной мере, как известно, определяется исходным материалом. В качестве исходного материала могут использоваться местные сорта лука репчатого, но большую ценность представляют образцы различного происхождения из мировой коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР), коллекций различных НИУ, ботанических садов [15;16], а также внутривидовые и межвидовые гибриды. Использование гибридной селекции дает возможность выделять оригинальные формы с новыми вкусовыми свойствами и мощным фармакологическим эффектом [17]. С использованием данного подхода в ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) были созданы сорта и гибриды лука репчатого для Средней полосы России с низким баллом поражения пероноспорозом, дружностью созревания, высокими урожайностью и содержанием биологических активных веществ [18-21].

Поиск и создание исходного материала для селекции начинается со сбора и изучения коллекционных образцов на выравненность морфологических признаков; на скороспелость и дружность созревания; на лежкость и транспортабельность луковиц; на качество овощной продукции (высокое содержание биологически активных веществ и антиоксидантов); на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам конкретной зоны выращивания [22].

Цель исследований: оценка коллекционных образцов лука репчатого различного происхождения и выделение источников основных хозяйственно ценных признаков (продуктивность, скороспелость, сохранность, качество луковиц) как исходного материала для создания отечественных гибридов и сортов, адаптированных к условиям Северо-Кавказского региона.

Методы исследований

Объект – лук репчатый (*Allium cepa* L.). Материал исследования – коллекционные и селекционные образцы ВИР и ФГБНУ ФНЦО, в том числе 115 образцов из 26 стран мира (71 сорт и 19 гибридов F₁), 25 гибридных комбинаций. Исследования проведены в 2017-2019 годах на базе Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК). Опытные поля СКФ ФГБНУ ФНЦО расположены в Предгорной зоне Ставропольского края. Климат умеренно-континентальный. Средняя температура воздуха по краю: январь – 3...5°C, июль – 17...25°C. Продолжительность вегетационного периода – 200-234 суток.

Лабораторно-полевые опыты проводили по общепринятым методикам [23-26]. Опыт заложен на участке, подготовленном по принятой в СКФ агротехнике возделывания лука репчатого. Посев проводили в первой декаде апреля по схеме 60+(20x4), на глубину 3 см. Площадь учетной



Рис. 1. Коллекционный питомник лука репчатого, СКФ ФГБНУ ФНЦО, 2017 год
Fig. 1. The collection nursery of onion, SKF FSBSI FSVC, 2017

делянки – 5 м² (3,33 погонных метра посевной ленты), повторность – 4-х кратная. Размещение делянок рендомизированное. Посев – вручную сухими семенами с последующим прикатыванием. Стандарты – новые сорта Примо и Ампэкс селекции ФГБНУ ФНЦО и итальянский гибрид F₁ Ранко, которые размещали через каждые 10 коллекционных образцов (рис. 1).

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. Описание морфологических и измерение биометрических признаков растений осуществляли согласно инструкции [27]. Учёт структуры урожая – по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [28] в фазу полного созревания.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного анализа [23] с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel, 2010.

Результаты и обсуждения

На опытном поле Северо-Кавказского филиала ФГБНУ ФНЦО за период с 2017 по 2019 годы были оценены 115 коллекционных образцов лука репчатого из 26 стран мира, из них 71 – сорта (рис. 2) и 19 – гибриды F₁ (рис. 3).

Большинство сортов в коллекции представлено отечественной селекцией (Россия – 24%), в том числе 6 сортов селекции ФГБНУ ФНЦО (8,5%). Сорта селекции США

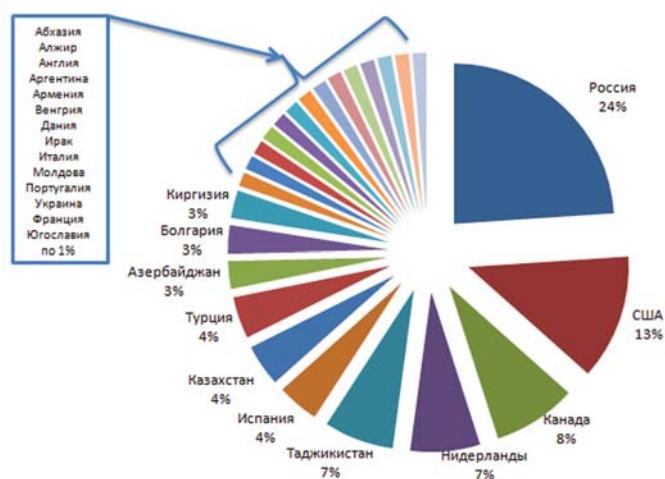


Рис. 2. Происхождение коллекционных сортов лука репчатого, 2017-2019 годы
Fig. 2. Origin of collectible varieties of onion, 2017-2019

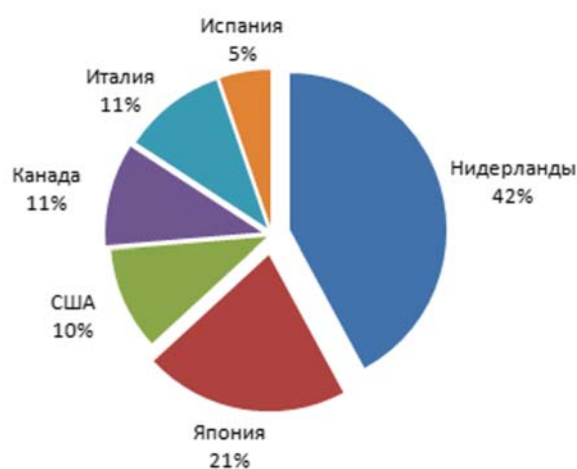


Рис. 3. Происхождение гибридов F₁ коллекции лука репчатого, 2017-2019 годы
Fig. 3. The origin of F₁ hybrids of the onion collection, 2017-2019

составили 13%, Канады – 8%, Нидерландов и Таджикистана – по 7%. Сорта из Испании, Казахстана, Турции, Азербайджана, Болгарии и Киргизии представлены по 3-4%. Остальные страны – по 1%. Из 19 гибридов F₁ большая часть голландской (42%) и японской (21%) селекции. Из США, Канады и Италии – примерно по 10%. В гибридном питомнике также были оценены 25 гибридных комбинаций (ВИР).

Анализ полученных данных не выявил широкого разнообразия изученных образцов по ряду признаков, тем не менее позволил выявить ряд источников таких признаков, как скороспелость, форма, окраска и качественные параметры сухих чешуй луковиц (табл. 1). Большая часть гибридов (79% и 92%) и сортов (65%) вошла в группу скороспелых (90-110 суток от всходов до полегания). К средне-спелым были отнесены 25% сортов, а среди гибридов F₁ и гибридных комбинаций их доля составила всего 4-5%. Позднеспелых образцов среди изученного материала не оказалось. Особую селекционную ценность представляют ультраскороспелые образцы, период вегетации которых заканчивается до 90 суток от всходов. К таким относились только 10% сортов – это три местных сорта из Таджикистана, два сорта из Испании: Delta и Delfos, местный сорт из Украины и сорт ON 10841 французской селекции. Из гибридов к ультраскороспелым относились Carlos F₁, Аллюра F₁, Bonus F₁ (16%) и комбинация 4192x509.

Таблица 1. Структура коллекционных образцов лука репчатого по хозяйственно ценным признакам, %
Table 1. Structure of collection samples of onion by economically valuable characteristics, %

| Признаки | | Сорта | Гибриды F ₁ | Гибридные комбинации |
|-----------------------|-------------------|-------|------------------------|----------------------|
| Группа спелости | ультраскороспелые | 10 | 16 | 4 |
| | скороспелые | 65 | 79 | 92 |
| | среднеспелые | 25 | 5 | 4 |
| Форма луковицы | длинная | 3 | 0 | 0 |
| | овальная | 11 | 21 | 24 |
| | округлая | 73 | 79 | 48 |
| | плоская | 13 | 0 | 28 |
| Окраска сухих чешуй | желтая | 83 | 100 | 100 |
| | фиолетовая | 6 | 0 | 0 |
| | розовая | 10 | 0 | 0 |
| | белая | 1 | 0 | 0 |
| Характер сухих чешуй | плотные | 1 | 11 | 8 |
| | средние | 93 | 63 | 40 |
| | слабые | 6 | 26 | 52 |
| Сцепление сухих чешуй | сильное | 1 | 11 | 8 |
| | среднее | 94 | 79 | 72 |
| | слабое | 4 | 11 | 20 |

Большинство сортов и гибридов F₁ (более 70%) имело округлую форму луковиц, а среди гибридных комбинаций их доля составила только 48%. Источниками длинной формы луковицы могут являться сорта Гюмюрджинка из Болгарии и Местный сорт из Киргизии; плоской формы – 13% сортов и 28% гибридных комбинаций.

Все гибриды F₁ и гибридные комбинации были представлены желтоокрашенными образцами – 100% с окра-

ской сухих наружных чешуй от светло-желтой до коричневой. Число желтоокрашенных сортов в коллекции составило 83%, остальные сорта могут служить источниками создания нового исходного материала с фиолетовой окраской сухих наружных чешуй – это сорта Yakut, Rossa di Firenze, Чёрный принц, Amarilla, белой окраской – сорт Альба, розовой окраски – сорта Brunswick, Каба гюмюрджин, Akjiin 12, Местный из Армении, Delfos, Антураж и Медуза.

Таблица 2. Структура образцов лука репчатого коллекционного и гибридного питомников по хозяйственно ценным признакам, %
Table 2. Structure of onion samples from collectible and hybrid nurseries by economically valuable traits, %

| Признаки | | Сорта | Гибриды F ₁ | Гибридные комбинации |
|-------------------------|----------------------|-------|------------------------|----------------------|
| Высота растения | ниже стандартов | 82 | 84 | 60 |
| | на уровне стандартов | 3 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 15 | 11 | 40 |
| Число листьев | ниже стандартов | 30 | 63 | 100 |
| | на уровне стандартов | 39 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 31 | 32 | 0 |
| Площадь листьев | ниже стандартов | 75 | 89 | 44 |
| | на уровне стандартов | 14 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 11 | 5 | 56 |
| Общая урожайность | ниже стандартов | 23 | 32 | 24 |
| | на уровне стандартов | 14 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 35 | 63 | 76 |
| Товарная урожайность | ниже стандартов | 32 | 53 | 84 |
| | на уровне стандартов | 31 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 37 | 42 | 16 |
| Выход товарных луковиц | ниже стандартов | 15 | 63 | 92 |
| | на уровне стандартов | 13 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 72 | 32 | 8 |
| Товарная масса луковицы | ниже стандартов | 21 | 42 | 68 |
| | на уровне стандартов | 13 | 5 | 0 |
| | выше стандартов | 66 | 53 | 32 |

Таблица 3. Структура урожайности выделенных образцов лука репчатого (средняя за 2017-2019 годы)
Table 3. Yield structure of selected onion samples (average for 2017-2019)

| | Название образца | Урожайность, т/га | | Выход товарных луковиц, % | Масса луковицы, г | |
|----|--|-------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------|
| | | общая | товарная | | общая | товарная |
| 1 | Ампэкс st | 20,2±1,0 | 14,8±0,5 | 73,3±3,0 | 38,1±0,9 | 62,3±1,0 |
| 2 | Примо st | 17,7±1,1 | 13,0±0,2 | 73,3±2,5 | 34,6±1,0 | 61,0±2,3 |
| 3 | Rossa di Firenze (Италия) | 24,0±0,9 | 17,8±0,3 | 74,2±2,6 | 57,5±0,7 | 78,3±1,3 |
| 4 | Yellow Strasburg (США) | 28,1±1,1 | 19,3±0,4 | 68,7±2,4 | 41,0±1,2 | 72,4±2,9 |
| 5 | к-1189 Местный (Ирак) | 26,2±0,8 | 19,4±0,1 | 74,0±2,9 | 42,0±1,2 | 67,4±2,7 |
| 6 | Sotetvoros (Венгрия) | 23,5±0,7 | 18,5±0,5 | 78,7±1,5 | 41,6±1,3 | 55,5±1,5 |
| 7 | Jaune Espagne (Алжир) | 21,8±1,0 | 17,2±1,0 | 78,9±1,8 | 42,1±1,0 | 63,0±2,1 |
| 8 | Lucrato RS (Нидерланды) | 29,1±1,1 | 19,4±0,6 | 66,7±1,6 | 48,0±0,9 | 74,5±1,0 |
| 9 | Apache Chief (США) | 26,4±1,0 | 19,7±0,4 | 74,6±2,4 | 46,1±1,4 | 62,7±2,1 |
| 10 | Ранко F ₁ (Италия) st | 19,3±0,5 | 14,7±0,8 | 76,2±2,6 | 43,9±1,9 | 62,4±2,0 |
| 11 | Bonus F ₁ (Япония) | 27,9±0,9 | 20,6±0,9 | 73,9±3,5 | 37,7±0,7 | 63,4±1,3 |
| 12 | Медуза F ₁ (Япония) | 21,2±1,0 | 17,3±1,0 | 81,8±4,1 | 45,1±1,5 | 65,1±2,5 |
| 13 | Аллюра F ₁ (Т – 803) (Япония) | 32,9±1,2 | 27,0±1,1 | 82,1±1,9 | 54,7±1,9 | 72,4±3,0 |
| 14 | Carlos F ₁ (Япония) | 24,4±0,8 | 17,3±1,2 | 70,8±1,2 | 39,2±0,7 | 67,5±2,9 |
| 15 | Тареско F ₁ (Нидерланды) | 25,5±0,9 | 19,9±0,9 | 78,0±2,3 | 41,0±1,4 | 63,9±2,5 |
| 16 | EYG 155 F ₁ (США) | 18,1±1,0 | 14,9±0,6 | 82,3±1,9 | 50,2±2,0 | 60,3±1,0 |
| 17 | Huskin F ₁ (Нидерланды) | 21,9±1,0 | 17,9±0,5 | 81,7±2,4 | 46,3±1,2 | 60,8±2,4 |
| 18 | Cassiopea F ₁ (Нидерланды) | 21,7±0,7 | 17,4±1,0 | 80,2±1,8 | 44,8±1,3 | 62,2±3,0 |
| 19 | F ₁ Медуза x Bonus | 35,9±1,3 | 22,3±0,6 | 62,1±2,4 | 35,8±1,0 | 63,7±1,5 |
| 20 | F ₁ Lorenzos x Медуза x Bonus | 29,5±1,1 | 17,1±0,8 | 58,0±2,6 | 34,4±1,4 | 69,2±1,0 |
| 21 | F ₁ Тареско x Скапино | 31,6±1,3 | 17,9±0,7 | 56,6±3,7 | 35,9±1,2 | 62,7±2,0 |
| 22 | F ₁ Тареско x Bosko | 30,3±1,8 | 18,4±0,9 | 60,7±2,5 | 42,2±0,9 | 68,6±1,8 |
| | НСР ₀₅ | 2,6 | 2,1 | 3,9 | 3,7 | 5,3 |

Плотность и сцепление сухих наружных чешуй отвечает за лежкость и транспортабельность луковиц. Большинство изученных образцов луковицы по сочетанию этих параметров можно отнести к средней категории. Одновременно плотный характер и сильное сцепление наружных чешуй среди сортов отмечено только у стандарта Примо, среди гибридов F₁ – у Медуза F₁ и Elenka F₁ и у двух гибридных комбинаций ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) 1013x7000 и 995x467. Все выделенные образцы характеризуются малогнездностью (от 1 до 2 зачатков), плотными луковицами (толщина мясистых чешуй до 5 мм) и отсутствием оголенных луковиц.

В ходе исследований проведена оценка основных количественных признаков и рассчитана доля образцов с различным их проявлением в анализируемых группах в сравнении с соответствующими стандартами (табл. 2). В группе сортов высота растений выше стандартов (более 42 см) отмечена у 15% образцов, у гибридов F₁ и гибридных комбинаций (более 56 см) – у 11% и 40%, соответственно. Число листьев более 9-10 штук отмечено более,

чем у 30% сортов и гибридов F₁. Наиболее облиственными были 11% сортов и всего 5% гибридов F₁, их площадь составила более 230 см². Все изученные гибридные комбинации имели меньшее число листьев, однако у 56% гибридных комбинаций площадь листовой поверхности превышала показатели стандарта и составляла более 320 см².

По массе луковицы выделилось 66% сортов, 53% гибридов F₁ и 32% гибридных комбинации, у которых этот показатель превысил 62 г.

Общая урожайность, превышающая показатели стандартов, отмечена у 35% сортов, 63% гибридов F₁ и 76% гибридных комбинаций. По товарной урожайности превышали стандарты 37% сортов, 42% гибридов F₁ и 16% гибридных комбинаций. Высокая доля выхода товарных луковиц отмечена у 72% сортов, а у гибридов F₁ она составила 32% и совсем немного у гибридных комбинаций – лишь 8% имели товарность выше уровня стандарта. Самая высокая товарность составила более 85% у сортов Delta и местного сорта из Турции, более 82% – у гибридов Аллюра F₁ и



Рис. 4. Луковицы выделенных образцов лука репчатого, 2017 год
Fig. 4. Bulbs of selected onion samples, 2017

EYG 155 F₁. По итогам трехлетних испытаний высокой общей и товарной урожайностью – более 30 т/га и более 20 т/га соответственно, характеризовались образцы Медуза х Bonus, Аллюра F₁.

По итогам проведенной оценки из коллекции 2017-2019 годов были выделены 22 перспективных образца лука репчатого различного происхождения (включая стандарты), которые отличались комплексом хозяйственно ценных параметров (табл. 3; рис. 4).

Среди выделенных образцов наиболее урожайным является гибрид F₁ Аллюра, общая урожайность которого превысила стандарт на 71%, а товарная – на 84%. Выход товарной урожайности сорта составил 82%, причем общая масса луковицы была на 25% выше массы луковицы стандарта Ранко F₁, а масса товарной луковицы – на 16%. По высокой общей и товарной урожайности выделяется и гибридная комбинация Медуза х Bonus. Показатели ее урожайности, соответственно, были на 86% и на 52% выше урожайности лучшего стандарта. Сорта Jaune Espagne и Sotetvoros и гибриды Медуза F₁, EYG 155 F₁, Hyskin F₁ и Cassiopea F₁ помимо высокой урожайности имели наибольший процент товарности среди выделенных образцов (79-82%). Итальянский сорт Rossa di Firenze особо отмечен по общей массе луковицы, которая превысила лучший стандарт Ампэкс на 51%, а по товарной массе – на 26%.

Среди изученных сортов и гибридов по комплексу хозяйственно ценных признаков также выделены следующие образцы: сорт Черный принц – как источник скороспелости, фиолетовой окраски и высокого содержания кверцетина, гибрид Бенефит F₁ – скороспелости, высокой сохранности и содержанию кверцетина, сорт Колобок – скороспелости, урожайности и содержанию кверцетина, сорт Альба – источник скороспелости и белой окраски луковиц, сорт Yakut – сохранности и фиолетовой окраски, сорт Золотничок – источник сохранности. Как источники скороспелости выделены сорта Министр, Southport Red, к4779 (Местный, Украина); Местные из Таджикистана (к4756, к4772, к4775); ON 10841, Delta, Delfos и гибрид Nyton F₁. Источниками длинной формы являются сорта Гюмюрджинка и к4806 (Местный, Киргизия). Для селекции может представлять интерес такой признак как розовая окраска – источниками розовой окраски сухих чешуй являются сорта Brunswick, Каба гюмюрджин, Akjiin 12, Местный из Армении, Антураж, Антей и MOX-251.

Среди изученных 25 гибридных комбинаций были выделены перспективные к выращиванию в предгорной зоне Северного Кавказа. По сочетанию хозяйственно ценных признаков особый интерес представляет образец 1013х7000 (скороспелость – от 93 суток, характер и сцепление сухих наружных чешуй – сильное, плотное, сохран-

ность – 86%, содержание кверцетина – 3 мг%). С признаками скороспелость (до 95 суток) и высокая урожайность (общая – 17-21 т/га, товарная – 12-14 т/га) выделены комбинации 4192х353, 1159х236 и 4192х509. Комбинации 4192х7004 и 210х4192 выделены как урожайные (до 23 т/га) с высокой сохранностью (до 98%) при длительном хранении (до 7 месяцев).

Закключение

Создание сортов, проявляющих в условиях возделывания повышенную жизнеспособность, пластичность, дающих высокую стабильную урожайность и товарность, обладающих устойчивостью к болезням и вредителям, имеющих высокое содержание БАВ, с высокой лежкостью и сохранностью луковиц – основная задача учёных-селекционеров. Использование в производстве таких сортов даст возможность максимально использовать климатический потенциал зоны возделывания, снизить нагрузку на окружающую среду, получить биологически безопасный продукт [29-31]. В регионах Северного Кавказа необходимо вести селекцию лука репчатого по различным направлениям, в первую очередь – на высокую урожайность в сочетании с высокой сохранностью луковиц. При оценке образцов лука репчатого на пригодность к хранению важно учитывать такие признаки, как число сухих чешуй и плотность их прилегания, толщину шейки луковицы, отделение и прилегание сухих чешуй после досушки [32].

По итогам трехлетней оценки коллекционного и гибридных питомников были выделены 22 образца, отличающиеся высокой урожайностью в сочетании с рядом других селекционно ценных признаков. Их товарная урожайность составила от 18 т/га до 36 т/га по образцам, выход товарных луковиц у некоторых достигал 80%, а масса товарной луковицы была от 55 г до 78 г.

У изученных образцов лука репчатого также была проведена биохимическая оценка и выделены образцы с высокой пищевой ценностью. Среди всех сортообразцов самое высокое содержание сухого вещества было у испанского сорта Amarilla (18,9%), а витамина С (13,1 мг%) – Rosa di Firenze итальянской селекции. Максимальный показатель суммы сахаров (13,3%) отмечен у гибридной комбинации 1013х7000, самое высокое содержание кверцетина – у 4287х1245 (5 мг%). Результаты оценки будут изложены в следующей публикации.

Использование выделенных образцов в селекционном процессе в качестве исходного материала даст возможность создать новые высокоурожайные сорта и гибриды F₁ лука репчатого для агроклиматических условий предгорной зоны Северного Кавказа.

Об авторах:

Иван Сергеевич Мастяев – научный сотрудник, ivan.mastyayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5699-8944>
Александр Фёдорович Агафонов – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>
Леонид Викторович Кривенков – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства луковых культур, автор для переписки, krivenkov76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

About the authors:

Ivan S. Mastyayev – Researcher, ivan.mastyayev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5699-8944>
Alexander F. Agafonov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, agafonov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3867-8074>
Leonid Viktorovich Krivenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Head, of Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, Corresponding Author, krivenkov76@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>

• Литература

- Griffiths G., Trueman L., Crowther T., Thomas B., Smith B. Onions – a global benefit to health. *Phytother. Res.* 2002;(16):603-615. DOI:10.1002/ptr.1222
- Водянова О.С. Луки. *Алматы.* 2007. 367 с.
- Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Антошкина М.С., Надежкин С.М., А.Ф.Агафонов Сортовые различия в аккумуляровании биологически активных соединений луком репчатого *Allium cepa* L. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки.* 2016;(2):23-29.
- Токин Б.П. Целебные яды растений. Л. 1967. 344 с.
- Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. *ВНИИССОК.* 2001. 500 с.
- Geetha M., Ponmozhi P., Saravanakumar M., Suganyadevi P. Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. *Int. J. Res. Pharm. Sci.* 2011;2(3):497-506.
- Голубкина Н.А., Немтинов В.И., Костанчук Ю.Н., Карузо Д., Агафонов А.Ф., Мастяев И.С., Надежкин С.М. Пищевая ценность салатного лука крымской селекции. *Овощи России.* 2020;(1):74-79. DOI:10.18619/2072-9146-2020-1-74-79
- Kashino Y., Murota K., Matsuda N., Tomotake M., Hamano T., Mukai R., Terao J. Effect of processed onions on the plasma concentration of quercetin in rats and humans. *J. Food Sci.* 2015;80(11):2597-2602. DOI:10.1111/1750-3841.13079
- Бандюкова В.А., Молчанов Г.И. К вопросу оптимизации выделения кверцетина из чешуй луковицы (*Allium cepa* L.). *Известия Северо-Кавказского науч. центра высшей школы.* 1975;(3):23-25.
- Лисевецкая Л.И. и др. Актуальные вопросы фармации. *Пятигорск.* 1968;(1).
- Bohm K. Pharmakol und therapeutische verwendung. *Aulendorf.* 1967.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений (официальное издание). *ФГБНУ Росинформагротех.* 2021. 719 с.
- Кравченко Р.В. Эколого-биологическое обоснование методов селекции и семеноводства лука репчатого в условиях степной зоны Северного Кавказа. *Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.* 1998. 24 с.
- Спываков Н.С. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и гибридов сорго. *Физиолого-генетические аспекты адаптации растений.* 1988. С.100-114.
- Ибрагимбеков, М.Г. Создание исходного материала для селекции лука репчатого в однолетней культуре. *Плодоводство и ягодоводство России.* 2012;34(1):290-299.
- Любченко А.В. Исходный материал для селекции лука на адаптивность и качество продукции в условиях предгорной зоны Республики Адыгея. *Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.* 2015. 20 с.
- Storsberg J., Schulz H., Keusgen M., Tannous F., Dehmer K., Keller J. Chemical characterization of interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium kermesinum* Rchb. *Agric. Food. Chem.* 2004;(52):5499-5505.
- Пивоваров В.Ф., Пышина О.Н., Шмыкова Н.А., Гуркина Л.К. Создание исходного материала овощных культур: идеи Н.И. Вавилова и современные технологии. *Сельскохозяйственная биология.* 2012;(5):39-47. DOI:10.15389/agrobiol.2012.5.39rus
- Агафонов А.Ф., Шмыкова Н.А. Использование мужского гаметофита в селекции лука репчатого на устойчивость к бактериозу. *Методические указания по селекции луковых культур.* 1997. С.28-31.
- Романов В.С., Кан Л.Ю., Тимин Н.И., Домблидес А.С., Молчанова А.В., Тарева М.М. Характеристика гибридов между *Allium cepa* L. и *Allium nutans* L. по биохимическому составу. *Овощи России.* 2017;(5):33-36. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36
- Агафонов А.Ф., Логунова В.В. Гетерозисная селекция лука репчатого. *Овощи России.* 2018;(5):25-28. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28
- Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России.* 2021;(3):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: *Агропромиздат.* 1985. 351 с.
- Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Белик В.Ф. М.: *Агропромиздат.* 1992. 319 с.
- Методические указания по селекции луковых культур. Ершов И.И., Агафонов А.Ф. и др. 1997; 118 с.
- Методические рекомендации по изучению и поддержанию в живом виде мировой коллекции лука и чеснока. *ВИР.* 2005; 305 с.
- Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. *ФГБНУ ФНЦО.* 2018; 224 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 1985;(1):263.
- Жаркова С.В. формирование параметров адаптивности и стабильности сортов луков лука репчатого в зависимости от условий среды. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2018;5(163):71-75.
- Добруцкая Е.Г., Антошкин А.А., Агафонов А.Ф., Дубова М.В. Оценка разнообразия селекционного материала лука репчатого ВНИИССОК по адаптивности, показателям продуктивности и качеству продукции. *Гавриш.* 2008;(4):33-36.
- Жаркова С.В., Добруцкая Е.Г., Сирота С.М., Бакулина В.А. Широкое эколого-географическое испытание как средство определения информативности среды для оценки адаптивности лука репчатого. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2009;11(61):28-32.
- Давлетбаева О.Р., Ибрагимбеков М.Г., Ховрин А.Н. оценка коллекции лука репчатого по признакам листовой розетки и луковицы. *Овощи России.* 2018;(4):29-32. DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-29-32

• References

- Griffiths G., Trueman L., Crowther T., Thomas B., Smith B. Onions – a global benefit to health. *Phytother. Res.* 2002;(16):603-615. DOI:10.1002/ptr.1222
- Vodianova O.S. Luki. *Almaty.* 2007;367p. (In Russ.)
- Golubkina N.A., Kekina E.G., Antoshkina M.S., Reliable S.M., A.F. Agafonov Varietal differences in the accumulation of biologically active compounds by *Allium cepa* L. onion. *Bulletin of the Russian Agricultural Science.* 2016;(2):23-29. (In Russ.)
- Tokin B.P. Medicinal poisons of plants. L. 1967; 344 p. (In Russ.)
- Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. *VNISSOK.* 2001; 500 p. (In Russ.)
- Geetha M., Ponmozhi P., Saravanakumar M., Suganyadevi P. Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. *Int. J. Res. Pharm. Sci.* 2011;2(3):497-506.
- Golubkina N.A., Nemtinov V.I., Kostanchuk Yu.N., Caruso D., Agafonov A.F., Mas-tyayev I.S., Reliable S.M. Nutritional value of salad onions of the Crimean selection. *Vegetables crops of Russia.* 2020;(1):74-79. DOI:10.18619/2072-9146-2020-1-74-79. (In Russ.)
- Kashino Y., Murota K., Matsuda N., Tomotake M., Hamano T., Mukai R., Terao J. Effect of processed onions on the plasma concentration of quercetin in rats and humans. *J. Food Sci.* 2015;80(11):2597-2602. DOI:10.1111/1750-3841.13079
- Bandyukova V. A., Molchanov, G. I. optimizing the allocation of quercetin from the scales of the onion (*Allium cepa* L.). *News of the North Caucasus Scientific Center of Higher Education.* 1975;(3):23-25. (In Russ.)
- Lisevetskaya L.I. et al. Topical issues of pharmacy. *Pyatigorsk.* 1968;(1). (In Russ.)
- Bohm K. Pharmakol und therapeutische verwendung. *Aulendorf.* 1967.
- State Register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. Plant varieties (official publication). *FSBSI Rosinformagrotech.* 2021; 719 p. (In Russ.)
- Kravchenko R.V. Ecological and biological substantiation of methods of selection and seed production of onions in the conditions of the steppe zone of the North Caucasus. *Autoref. diss. candidate of agricultural sciences.* 1998; 24 p. (In Russ.)
- Spivakov N.S. Assessment of ecological plasticity and stability of sorghum varieties and hybrids. *Physiological and genetic aspects of plant adaptation.* 1988;100-114. (In Russ.)
- Ibragimbekov M.G. Creation of source material for onion breeding in annual culture. *Fruit and berry growing in Russia.* 2012;34(1) 290-299. (In Russ.)
- Lyubchenko A.V. Source material for onion breeding for adaptability and product quality in the conditions of the foothill zone of the Republic of Adygea. *Autoref. diss. candidate of agricultural sciences.* 2015; 20 p. (In Russ.)
- Storsberg J., Schulz H., Keusgen M., Tannous F., Dehmer K., Keller J. Chemical characterization of interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium kermesinum* Rchb. *Agric. Food. Chem.* 2004;(52):5499-5505.
- Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Shmykova N.A., Gurkina L.K. Creation of the source material of vegetable crops: ideas of N.I. Vavilov and modern technologies. *Agricultural biology.* 2012;(5):39-47. DOI:10.15389/agrobiol.2012.5.39rus. (In Russ.)
- Agafonov A.F., Shmykova N.A. The use of male gametophyte in onion selection for resistance to bacteriosis. *Methodological guidelines for the selection of onion crops.* 1997;28-31. (In Russ.)
- Romanov V.S., Kan L.Yu., Timin N.I., Domblides A.S., Molchanova A.V., Tareeva M.M. Characteristics of hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium nutans* L. by biochemical composition. *Vegetables crops of Russia.* 2017;(5):33-36. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36. (In Russ.)
- Agafonov A.F., Logunova V.V. Heterosis selection of onions. *Vegetables crops of Russia.* 2018;(5):25-28. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28 (In Russ.)
- Krivenkov L.V., Agafonov A.F., Logunova V.V., Seredin T.M. The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVC. *Vegetable crops of Russia.* 2021;(3):24-28. DOI:10.18619/2072-9146-2021-3-24-28 (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: *Agropromizdat.* 1985; 351 p. (In Russ.)
- Methods of experimental business in vegetable growing and melon growing. Belik V.F. M.: *Agropromizdat.* 1992; 319 p. (In Russ.)
- Methodological guidelines for the selection of onion crops. Ershov I.I., Agafonov A.F. et al. 1997; 118 p. (In Russ.)
- Methodological recommendations for the study and maintenance of the world collection of onions and garlic in a living form. *VIR.* 2005; 305 p. (In Russ.)
- Methodological guidelines for the approbation of vegetable and melon crops. *FGBNU FNTSO.* 2018; 224 p. (In Russ.)
- Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow. 1985;1:269. (In Russ.)
- Zharkova S.V. formation of parameters of adaptability and stability of onion varieties depending on environmental conditions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2018;5(163):71-75. (In Russ.)
- Dobrutskaya E.G., Antoshkin A.A., Agafonov A.F., Dubova M.V. Evaluation of the diversity of the selection material of onion VNISSOK on adaptability, productivity indicators and product quality. *Gavrish.* 2008;(4):33-36. (In Russ.)
- Zharkova S.V., Dobrutskaya E.G., Sirota S.M., Bakulina V.A. A wide ecological and geographical test as a means of determining the informativeness of the environment for assessing the adaptability of onions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2009;11(61):28-32. (In Russ.)
- Davletbaeva O.R., Ibragimbekov M.G., Khovrin A.N. Evaluation of the onion collection based on the characteristics of the leaf rosette and bulb. *Vegetable crops of Russia.* 2018;(4):29-32. DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-29-32. (In Russ.)