

## Изучение исходного материала лука репчатого в условиях светло-каштановых почв аридной зоны Прикаспия

© 2021. Н. А. Зайцева ✉, И. И. Климова, Е. В. Ячменева, А. С. Дьяков  
ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр  
Российской академии наук», с. Солёное Займище, Российская Федерация

В условиях Астраханской области изучали сортообразцы лука репчатого различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции «Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» с целью поиска и выделения источников и доноров хозяйственно ценных признаков для селекционной работы. За три года изучения (2017-2019 гг.) оценены 117 образцов лука репчатого, из которых выделено 14 наиболее перспективных сортообразцов по результатам фенологических, морфологических и биометрических наблюдений и учётов. Отобраны продуктивные образцы с урожайностью от 52,3 до 64,1 т/га в условиях светло-каштановых почв из Австралии (Selfed), Венгрии (Zillani), США (Red Mom), Канады (Nothorn), из них наиболее адаптивными к условиям аридной зоны являются Nothorn, Selfed, Zillani, Red Mom (коэффициент адаптивности 1,19...1,46). По индексу формы (1,0) выделены образцы: Vertus (Дания), Southport (Канада), Zillani (Венгрия), Jetset (Нидерланды), Encore (США), Кырмыз (Абхазия). Наиболее ценным исходным материалом для селекции лука репчатого в условиях аридной зоны светло-каштановых почв Астраханской области являются сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков: Selfed (Австралия), Zillani (Венгрия), Red Mom (США), Nothorn (Канада).

**Ключевые слова:** *Allium cepa* L., сортообразцы, селекционный материал, индекс формы, продуктивность, адаптивность

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» (тема № 0722-2014-0018).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Зайцева Н. А., Климова И. И., Ячменева Е. В., Дьяков А. С. Изучение исходного материала лука репчатого в условиях светло-каштановых почв аридной зоны Прикаспия. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(6):857-864. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.857-864>

Поступила: 08.06.2021

Принята к публикации: 03.11.2021

Опубликована онлайн: 15.12.2021

## The study of onion source material in the light-brown soils of the Caspian Sea arid zone

© 2021. Nadezhda A. Zaitseva ✉, Irina I. Klimova, Ekaterina V. Yachmeneva, Aleksandr S. Dyakov

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,  
Solenoje Zajmishhe, Russian Federation

In the conditions of the Astrakhan region there have been studied onion accessions of various ecological and geographical origin from the world collection of the Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. The aim was to search and isolate sources and donors of agronomic traits for breeding work. Over three years of study (2017-2019), 117 onion samples were evaluated, of which 14 most promising accessions were identified based on the results of phenological, morphological and biometric observations and counts. The most productive samples with the yield from 52.3 to 64.1 t/ha in the conditions of the light-brown soils from Australia (Selfed), Hungary (Zillani), USA (Red Mom), Canada (Nothorn) have been selected. Of these, the most adaptive to the conditions of the arid zone are Nothorn, Selfed, Zillani, Red Mom (adaptability coefficient 1.19...1.46). According to the index form (1.0), the following specimens were identified: Vertus (Denmark), Southport (Canada), Zillani (Hungary), Jetset (Netherlands), Encore (USA), Kyrmyz (Abkhazia). Varieties with the complex of agronomic traits are the most valuable source material for onion breeding in the arid zone of light-brown soils of the Astrakhan region: Selfed (Australia), Zillani (Hungary), Red Mom (USA), Nothorn (Canada).

**Keywords:** *Allium cepa* L., accessions, breeding material, shape index, productivity, adaptability

**Acknowledgement:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (theme No. 0722-2014-0018).

The authors are grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

**Conflict of interest:** the authors declared no conflict of interest.

**For citations:** Zaitseva N. A., Klimova I. I., Yachmeneva E. V., Dyakov A. S. The study of onion source material in the light-brown soils of the Caspian Sea arid zone. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(6):857-864. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.857-864>

Received: 08.06.2021

Accepted for publication: 03.11.2021

Published online: 15.12.2021

В нашей стране репчатый лук является одной из основных овощных культур. В 2020 г. посевные площади лука репчатого в Российской Федерации составляли 60,6 тыс. га – около 11 % посевной площади овощных культур<sup>1</sup>. Лук репчатый является популярной овощной культурой благодаря высокому содержанию в нем витаминов С (2-14 %), В1, В2, РР, сахаров (8-14 %), сухого вещества (до 15 %), белков, минеральных солей, аминокислот, антиоксидантов, фитонцидов, а также возможности использования его в течение всего года.

Урожайность лука в западных странах достигает 46,4...51,7 т/га, а в России не превышает 22,6 т/га [1]. Особым критерием стабилизации получения высококачественного урожая овощных культур является наличие районированного в регионе возделывания сортового разнообразия [2, 3].

Первостепенной целью работы селекционеров лука является выведение сортов и гибридов, отличающихся не только высокой урожайностью, но и способных реализовать свой биологический потенциал в конкретных условиях региона возделывания [4]. Создание сортов и гибридов, отвечающих современным требованиям, многолетний и кропотливый процесс. Он определяется биологическими особенностями культуры в связи с сильным варьированием признаков в зависимости от особенностей грунта, температурного и ветрового режимов [5, 6].

По состоянию на 2019 год в Реестр селекционных достижений, рекомендованных к использованию в Российской Федерации, включены 192 сорта и 189 гибридов F1 лука репчатого<sup>2</sup>. Наиболее ценными являются районированные в регионе возделывания сорта, а также адаптированные к агроклиматическим особенностям конкретного региона сорта народной селекции [7].

Научные исследования по изучению коллекций лука репчатого и выделению перспективных для создания новых сортов и гибридов сортообразцов ведутся постоянно.

Селекционная работа с этой культурой велась А. А. Сединым, С. В. Сибиряткиным, В. В. Пивоваровым (2009) в Крымском селекционном центре «Гавриш», А. И. Юровым, Н. А. Ефимовым (2006), И. В. Тимошенко, Н. В. Гераськиной, А. А. Рубцовым, Н. Н. Степановым (2020) на Бирючукской овощной селекционной опытной станции. Были сформированы банки источников и доноров наиболее важных признаков, созданы новые сорта и гибриды [7, 8, 9]. В Астраханской области, которая занимает 2 место по посевным площадям и валовым сборам лука в России<sup>3</sup>, таких исследований не проводилось.

**Цель исследования** – изучить сортообразцы лука репчатого в почвенно-климатических условиях Астраханской области и выделить источники хозяйственно ценных признаков для дальнейшей селекционной работы.

**Научная новизна.** Впервые в условиях светло-каштановых почв аридной зоны Прикаспия при капельном орошении изучены и выделены адаптированные, высокоурожайные, перспективные по комплексу хозяйственно ценных признаков сортообразцы лука репчатого для дальнейшей селекции.

**Материал и методы.** Материалом исследования служили 117 сортообразцов репчатого лука различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции «Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР).

Изучение образцов проводили согласно общепринятым методикам<sup>4</sup> в течение трех лет (2017-2019 гг.). Наблюдали за продолжительностью вегетационного периода и его фаз, давали оценку морфологическим признакам растений лука, определяли величину основных элементов структуры урожая. Адаптивность рассчитывали по методике Л. А. Животкова, З. А. Морозовой, Л. А. Секатуевой и др. посредством деления урожайности отдельных сортообразцов на среднесортную по всей коллекции [10].

<sup>1</sup>АБ-Центр – Экспертно-аналитический центр агробизнеса. [Электронный ресурс]. Лук репчатый: площади и сборы в России в 2001-2020 гг. URL: <https://ab-centre.ru/news/luk-repchatyy-ploschadi-i-sbory-v-rossii-v-2001-2020-gg> (дата обращения: 15.02.2021).

<sup>2</sup>Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»). [Электронный ресурс]. URL: <https://gossortrf.ru/gosreestr/> (дата обращения: 10.05.2021).

<sup>3</sup>URL: <https://ab-centre.ru/news/luk-repchatyy-ploschadi-i-sbory-v-rossii-v-2001-2020-gg>

<sup>4</sup>Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции лука и чеснока: методические указания. В. В. Пережогина [и др.]. Санкт-Петербург: ВИР, 2005. С. 12-32; Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. четвертый. Картофель, овощные и бахчевые культуры. М., 2015. С. 25-28. URL: [https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica\\_4.pdf](https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_4.pdf)

Опыт закладывали на делянках площадью 1 м<sup>2</sup> методом рендомизации в четырехкратной повторности<sup>5</sup>. Посев репчатого лука проводили вручную (расчетная густота посева 1 млн семян/га) после подготовки почвы и наступления оптимальных условий теплообеспеченности 21 апреля-3 мая, уборку осуществляли вручную в фазе биологической спелости 22 августа-14 сентября в зависимости от года. Орошение опытного участка проводили с использованием системы капельного полива.

Годы проведения исследований различались по погодным условиям (табл. 1). По количеству осадков за период вегетации лука

выделялся 2017 год – 155,1 мм, что на 32,6 мм больше среднемноголетних показателей (122,5 мм). В 2018 году осадков выпало – 107,4 мм, что на 15,1 мм меньше среднемноголетних показателей, а 2019 год был на уровне среднемноголетних значений.

Сумма активных температур (выше +10 °С) за вегетационный период лука в 2017 году составила 2929,9 °С, в 2018 г. – 3192,5 °С, в 2019 г. – 3100,9 °С. Среднемесячные температуры и относительная влажность воздуха варьировали в зависимости от года исследования (табл. 1).

*Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода лука /*  
*Table 1 – Meteorological conditions for the growing season of onions*

<i>Месяц / Month</i>	<i>Год / Year</i>	<i>Средняя температура воздуха, °С / Average air temperature, °C</i>	<i>Осадки, мм / Precipitation, mm</i>	<i>Средняя относительная влажность воздуха, % / Average relative air humidity, %</i>
Апрель / April	2017	10,3	32,5	63
	2018	9,8	14,4	61
	2019	11,3	18,8	69
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>11,4</i>	<i>25,2</i>	<i>61</i>
Май / May	2017	16,6	65,8	55
	2018	20,4	0	37
	2019	19,5	8,9	50
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>20,1</i>	<i>16,5</i>	<i>50</i>
Июнь / June	2017	21,1	26,5	54
	2018	23,5	11,9	34
	2019	26,9	4,9	32
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>25,0</i>	<i>20,2</i>	<i>42</i>
Июль / July	2017	26,4	1,7	42
	2018	27,0	40,3	52
	2019	24,0	58,0	53
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>26,9</i>	<i>16,9</i>	<i>41</i>
Август / August	2017	26,6	10,3	38
	2018	24,0	4,4	41
	2019	26,7	10,3	38
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>25,6</i>	<i>15,5</i>	<i>43</i>
Сентябрь / September	2017	19,0	18,3	55
	2018	19,3	36,4	51
	2019	20,8	18,3	57
	<i>Среднемноголетнее / Average perennial</i>	<i>18,2</i>	<i>28,2</i>	<i>56</i>

<sup>5</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2014. 351 с.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований из 117 сортообразцов были выделены 14 перспективных по различным морфологическим признакам, таким как положение листьев, их окраска, длина, диаметр и т. д.

Характеристика листовой розетки образцов лука репчатого является важным показателем, так как лист – основной орган фотосинтеза, участвующий в формировании конечного урожая (табл. 2) [11, 12].

Таблица 2 – Характеристика листовой розетки образцов репчатого лука (2017-2019 гг.) /  
Table 2 – Characteristics of the leaf rosette of onion samples (2017-2019)

Сортообразец / Variety	Происхождение / Origin	Положение листа* / Leaf position	Окраска листа / Leaf coloring	Восковой налет, балл / Wax plaque, point	Длина листа, см / Leaf length, cm	Диаметр листа, см / Leaf diameter, cm	Общее число листьев, шт. / The total number of leaves, pcs.
Марковский / Markovsky	Украина / Ukraine	3	Зеленая / Green	3	49,1	1,8	6
Red Extra	США / USA	3	Темно-зеленая / Dark green	5	50,7	1,5	6
Кыргыз / Ky'rm'y'z	Абхазия / Abkhazia	3		5	47,2	1,6	5
Maravanka	Чехословакия / Czechoslovakia	3		5	51,3	2,2	7
Vertus	Дания / Denmark	5		3	48,7	1,7	6
Алмадон / Almadon	Россия / Russia	5	Зеленая / Green	5	56,3	1,6	6
Southport	Канада / Canada	3	Светло-зеленая / Light green	3	48,6	1,0	6
Selfed	Австралия / Australia	3	Зеленая / Green	5	57,1	2,0	9
Zillani	Венгрия / Hungary	3	Темно-зеленая / Dark green	7	46,4	1,3	6
Jetset	Нидерланды / Netherlands	3	Зеленая / Green	5	49,2	1,0	7
Encore	США / USA	1	Темно-зеленая / Dark green	3	56,3	1,6	8
Spanish white	Канада / Canada	3	Светло-зеленая / Light green	3	54,1	1,0	6
Red Mom	США / USA	3	Темно-зеленая / Dark green	5	53,2	1,4	6
Nothern	Канада / Canada	3		5	55,3	1,3	6

\* Положение листа: 1 – прямое; 3 – полупрямое; 5 – загнутое

По положению листьев были выделены сортообразцы с прямым листом, образующие с вертикальной осью угол  $< 30^\circ$  – Encore (США); полупрямые, образующие угол  $30-50^\circ$  – Марковский (Украина), Red Extra (США), Кыргыз (Абхазия), Maravanka (Чехословакия), Southport (Канада), Selfed (Австралия), Jetset (Нидерланды), Zillani (Венгрия), Spanish white (Канада), Red Mom (США), Nothern (Канада), и загнутые – Vertus (Дания), Алмадон (Россия).

По интенсивности окраски листьев образцы значительно отличались друг от друга. Зеленую окраску имели сортообразцы – Марковский, Алмадон, Selfed, Jetset, светло-зеленую – Southport, Spanish white и темно-зеленую – Red Extra, Кыргыз, Maravanka, Vertus, Zillani, Encore, Red Mom, Nothern.

Восковой налет на листьях лука способен усиливать защитные свойства растений от болезней, вредителей и повышать засухоустойчивость [13, 14]. В опыте количество воскового налета определялось в баллах. Самый сильный восковой налет отмечали у образца Zillani из Венгрии. Образцы Red Extra (США), Кыргыз (Абхазия), Maravanka (Чехословакия), Selfed (Австралия), Jetset (Нидерланды), Red Mom (США), Nothern (Канада) имели средний восковой налет на листьях. У остальных образцов он был слабым.

Длина листьев у изучаемых образцов репчатого лука варьировала от 46,4 см у Zillani (Венгрия) до 57,1 см у Selfed (Австралия).

По диаметру, согласно методике<sup>6</sup>, лист может быть узким (0,6-1,0 см), средним (1,1-2,0 см) и широким (2,1-3,0 см). Из изучаемых образцов широкими листьями отличался образец Maravanka (Чехословакия) – 2,2 см. Узкими листьями обладали сортообразцы Southport (Канада), Jetset (Нидерланды) и Spanish white (Канада). Остальные сортообразцы имели листья со средним диаметром.

Основная часть изучаемой коллекции обладала малым количеством листьев (5-7 шт.). Выделялись только сортообразцы – Selfed (Австралия) и Encore (США), имеющие 8-9 листьев, что является средним числом листьев.

Проведенная морфологическая и биометрическая оценка луковиц позволила оценить изучаемые образцы по ряду параметров. Окраска сухих чешуйчатых листьев лука является сортовой особенностью и может колебаться от белой до насыщенно фиолетовой. Наиболее распространенными и широко возделываемыми являются сорта и гибриды лука с золотисто-желтой окраской. В нашем опыте золотисто-желтую окраску имели 4 образца, золотисто-желтую с розовым оттенком – 4, у 3 образцов отмечена белая окраска покровных чешуй, у 2 – светло-фиолетовая, у 1 – коричневая (бронзовая) (табл. 3).

Таблица 3 – Морфологическая и биометрическая характеристика луковиц (2017-2019 гг.) /  
Table 3 – Morphological and biometric characteristics of bulbs (2017-2019)

Сорто-образец / Variety	Происхождение / Origin	Окраска луковиц / Color of the bulbs	Толщина шейки, балл / Neck thickness, point	Диаметр луковицы, см / Bulb diameter, cm	Высота луковицы, см / Bulb height, cm	Индекс формы луковицы / Bulb shape index	Форма луковицы / Bulb shape
Марковский / Markovsky	Украина / Ukraine	Золотисто-жёлтая / Golden yellow	5	6,7	5,3	0,8	Округло-плоская / Rounded flat
Red Extra	США / USA	Золотисто-жёлтая с розовым оттенком / Golden yellow with a pink tint	9	5,6	4,8	0,9	
Кыргыз / Kyrgyz	Абхазия / Abkhazia	Золотисто-жёлтая / Golden yellow	7	5,4	5,0	0,9	Округлая / Rounded
Maravanka	Чехословакия / Czechoslovakia	Золотисто-жёлтая с розовым оттенком / Golden yellow with a pink tint	9	7,0	4,7	0,7	Плоская / Flat
Vertus	Дания / Denmark		9	5,9	5,7	1,0	Округлая / Rounded
Алмадон / Almadon	Россия / Russia	Золотисто-жёлтая / Golden yellow	7	6,2	4,8	0,8	Округло-плоская / Rounded flat
Southport	Канада / Canada	Белая / White	5	5,7	5,5	1,0	Округлая / Rounded
Selfed	Австралия / Australia	Золотисто-жёлтая / Golden yellow	7	5,7	6,6	1,2	Овальная / Oval
Zillani	Венгрия / Hungary	Белая / White	5	5,8	5,8	1,0	Округлая / Rounded
Jetset	Нидерланды / Netherlands	Светло-фиолетовая / Light purple	3	6,0	5,8	1,0	
Encore	США / USA		7	5,8	5,9	1,0	
Spanish white	Канада / Canada	Белая / White	5	6,0	5,4	0,9	Округло-плоская / Rounded flat
Red Mom	США / USA	Коричневая (бронзовая) / Brown (bronze)	7	6,0	5,6	0,9	
Nothern	Канада / Canada	Золотисто-жёлтая с розовым оттенком / Golden yellow with a pink tint	7	6,0	5,4	0,9	

<sup>6</sup>Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции лука и чеснока: методические указания. С. 12-32.

Степень вызревания и пригодности луковиц к хранению можно определять по толщине шейки. Наиболее ценными являются сорта и гибриды, имеющие тонкую шейку (0,9-1,1 см). В нашем опыте тонкая шейка была у образца Jetset (Нидерланды). У образцов Red Extra, Maravanka, Vertus отмечалась очень толстая шейка, больше 1,7 см. Остальные образцы имели шейку от 1,2 до 1,7 см.

Индекс формы луковицы определяли отношением её диаметра к высоте. Луковицы по форме делятся на плоские (с индексом 0,7), округло-плоские (0,8-0,9), округлые (1,0), овальные (1,1-1,3), удлинённо-овальные (1,4-2,0) [15]. Для создаваемых сортов и гибридов индекс формы должен соответствовать 1. К таким в нашем опыте относились образцы: Кырмыз (Абхазия), Vertus (Дания), Southport

(Канада), Zillani (Венгрия), Jetset (Нидерланды), Encore (США).

Проводили оценку изучаемых сортов образцов по урожайности и на ее основе рассчитывали коэффициент адаптивности, который показывает приспособленность изучаемого образца к конкретным почвенно-климатическим условиям. Наиболее продуктивными в среднем за годы изучения показали себя образцы – Northern (Канада) и Selfed (Австралия) с урожайностью 63,3...64,1 т/га. Несколько ниже была урожайность у образцов Zillani (Венгрия), Red Mom (США) – 52,3...54,0 т/га (табл. 4). Наиболее адаптивными в нашем исследовании отмечены образцы, у которых коэффициент равен или больше единицы. Это образцы, имеющие наиболее высокую урожайность – Northern, Selfed, Zillani, Red Mom.

*Таблица 4 – Урожайность и адаптивность сортов образцов репчатого лука (среднее за 2017-2019 гг.) /  
Table 4 – Productivity and adaptability of onion varieties (average for 2017-2019)*

<i>Сортообразец / Variety</i>	<i>Происхождение / Origin</i>	<i>Урожайность, т/га / Productivity, t/ha</i>	<i>Коэффициент адаптивности / Coefficient of adaptability</i>
Марковский / Markovsky	Украина / Ukraine	43,3	0,99
Red Extra	США / USA	35,0	0,80
Кырмыз / Kyrmyz	Абхазия / Abkhazia	32,3	0,74
Maravanka	Чехословакия / Czechoslovakia	21,2	0,48
Vertus	Дания / Denmark	42,9	0,98
Алмадон / Almadon	Россия / Russia	32,6	0,74
Southport	Канада / Canada	37,6	0,86
Selfed	Австралия / Australia	63,3	1,44
Zillani	Венгрия / Hungary	52,3	1,19
Jetset	Нидерланды / Netherlands	42,7	0,97
Encore	США / USA	30,8	0,70
Spanish white	Канада / Canada	42,6	0,97
Red Mom	США / USA	54,0	1,23
Nothern	Канада / Canada	64,1	1,46
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		7,4	-

**Выводы.** В результате проведенного изучения выделенных 14 образцов лука репчатого по комплексу хозяйственно ценных признаков в качестве исходного материала для дальнейшей селекционной работы могут быть использованы образцы: Selfed (Австра-

лия), Zillani (Венгрия), Red Mom (США), Northern (Канада). Перспективные сорта образцы будут использованы при создании новых сортов и гибридов, адаптированных к условиям светло-каштановых почв аридной зоны Прикаспия.

*Список литературы*

1. Петров Н. Ю., Калмыкова Е. В., Калмыкова О. В., Зволинский В. В. Эффективные элементы возделывания репчатого лука при капельном орошении. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018;(1):51-58.  
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37094711>
2. Буренин В. И., Шумилина В. В. Отдаленная гибридизация видов рода *Allium* L. Овощи России. 2016;(1):10-13. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13>
3. Mitchell J. P., Shrestha A., Klonsky K. M., DeMoura R., Turini T. A., Hembree K. J. Onion Growth, Yield, and Production Costs as Affected by Irrigation System. Journal of Crop Improvement. 2014;28(6):871-886. DOI: <https://doi.org/10.1080/15427528.2014.956917>
4. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография: в 2-х томах. М.: РУДН, 2001. Т. 1. 1489 с.
5. Степанов Н. Н., Огнев В. В., Гераскина Н. В. Ранние гибриды лука для юга России. Картофель и овощи. 2017;(7):27-28. Режим доступа: <http://potatoveg.ru/arxiv>
6. Msika R. L., Jackson J. E., Currah L. Selection of onion cultivars for yield, earliness in cropping, and storage potential in Zimbabwe. Acta Hort. 1994;358:235-238. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.358.38>
7. Тимошенко И. В., Гераскина Н. В., Рубцов А. А., Степанов Н. Н. Перспективная селекция лука репчатого на юге России. Картофель и овощи. 2020;(11):30-32. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.56.26.001>
8. Седин А. А., Сибиряткин С. В., Пивоваров В. В. Сорта лука репчатого для юга России. Вестник овощевода. 2009;(3):2-7. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12969892>
9. Юрлов А. И., Ефимов Н. А. Сорта репчатого лука отечественной селекции для юга России. Картофель и овощи. 2006;(8):17. Режим доступа: <http://potatoveg.ru/arxiv>
10. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность». Селекция и семеноводство. 1994;(2):3-6.
11. Давлетбаева О. Р., Ибрагимбеков М. Г., Ховрин А. Н. Оценка коллекции лука репчатого по признакам листовой розетки и луковичы. Овощи России. 2018;(4):29-32.  
DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-29-32>
12. Логунова В. В., Кривенков Л. В., Гуркина Л. К., Гращенкова Н. Н. Селекция лука репчатого на гетерозис. Известия ФНЦО. 2019;(2):45-49. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41559552>
13. Devi S., Gulati R., Tehri K., Poonia A. The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.) – a review. Agric. Rev. 2015;36(1):1-13. DOI: <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00001.X>
14. Khosa J. S., McCallum J., Dhatt A. S., Macknight R. C. Enhancing onion breeding using molecular tools. Plant Breeding. 2016;135(1):9-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.12330>
15. Середин Т. М., Шумилина В. В., Щербакова Н. А., Селиверстова А. П. Изучение сортов и гибридов лука репчатого коллекции ВНИИГР в почвенно-климатических условиях Астраханской области. Картофель и овощи. 2020;(2):28-30. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.18.2.006>

*References*

1. Petrov N. Yu., Kalmykova E. V., Kalmykova O. V., Zvolinsky V. V. *Effektivnye elementy vozdelvaniya repchatogo luka pri kapel'nom oroshenii*. [Effective elements of onion cultivation at drip irrigation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education. 2018;(1):51-58. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37094711>
2. Burenin V. I., Shumilina V. V. *Otdalennaya gibridizatsiya vidov roda Allium L.* [Distant hybridization of plants of *Allium* L.]. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable crops of Russia. 2016;(1):10-13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13>
3. Mitchell J. P., Shrestha A., Klonsky K. M., DeMoura R., Turini T. A., Hembree K. J. Onion Growth, Yield, and Production Costs as Affected by Irrigation System. Journal of Crop Improvement. 2014;28(6):871-886. DOI: <https://doi.org/10.1080/15427528.2014.956917>
4. Zhuchenko A. A. *Adaptivnaya sistema selektsii rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy): monografiya: v 2-kh tomakh*. [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic foundations): monograph: in 2 volumes]. Moscow: RUDN, 2001. Vol. 1. 1489 p.
5. Stepanov N. N., Ognev V. V., Geras'kina N. V. *Rannie gibridy luka dlya yuga Rossii*. [Hybrids of onion for early culture in the Rostov region]. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2017;(7):27-28. (In Russ.). URL: <http://potatoveg.ru/arxiv>
6. Msika R. L., Jackson J. E., Currah L. Selection of onion cultivars for yield, earliness in cropping, and storage potential in Zimbabwe. Acta Hort. 1994;358:235-238. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.358.38>
7. Timoshenko I. V., Geraskina N. V., Rubtsov A. A., Stepanov N. N. *Perspektivnaya selektsiya luka repchatogo na yuge Rossii*. [Promising selection of onions in the south of Russia]. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2020;(11):30-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.56.26.001>

8. Sedin A. A., Sibiryatkin S. V., Pivovarov V. V. *Sorta luka repchatogo dlya yuga Rossii*. [Onion varieties for the south of Russia]. *Vestnik ovoshchevoda*. 2009;(3):2-7. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12969892>
9. Yurlov A. I., Efimov N. A. *Sorta repchatogo luka otechestvennoy seleksii dlya yuga Rossii*. [Common onion cutbvars domestically produced for south regions of Russia]. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2006;(8):17. (In Russ.). URL: <http://potatoveg.ru/arxiv>
10. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. *Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «Urozhaynost'»*. [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator "Yield"]. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1994;(2):3-6. (In Russ.).
11. Davletbaeva O. R., Ibragimbekov M. G., Khovrin A. N. *Otsenka kolleksii luka repchatogo po priznakam listovoy rozetki i lukovitsy*. [Evaluation of a collection of onion on the grounds of a leaf socket and bulb]. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable crops of Russia. 2018;(4):29-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-29-32>
12. Logunova V. V., Krivenkov L. V., Gurkina L. K., Grashchenkova N. N. *Seleksiya luka repchatogo na geterozis*. [Selection of onions for heterosis]. *Izvestiya FNTsO* = *News of FSVC*. 2019;(2):45-49. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41559552>
13. Devi S., Gulati R., Tehri K., Poonia A. The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.) – a review. *Agric. Rev.* 2015;36(1):1-13. DOI: <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00001.X>
14. Khosa J. S., McCallum J., Dhatt A. S., Macknight R. C. Enhancing onion breeding using molecular tools. *Plant Breeding*. 2016;135(1):9-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.12330>
15. Seredin T. M., Shumilina V. V., Shcherbakova N. A., Seliverstova A. P. *Izuchenie sortov i gibridov luka repchatogo kolleksii VNIIGR v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Astrakhanskoy oblasti*. [Studying of cultivars and hybrids of onion the VIR collections in soil climatic conditions of the Astrakhan region]. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2020;(2):28-30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.18.2.006>

#### **Сведения об авторах**

✉ **Зайцева Надежда Александровна**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, зав. лабораторией селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», квартал Северный, д. 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-398X>, e-mail: [rexham@rambler.ru](mailto:rexham@rambler.ru)

**Климова Ирина Ивановна**, младший научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», квартал Северный, д. 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9582-3752>

**Ячменева Екатерина Васильевна**, младший научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», квартал Северный, д. 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4676-9408>

**Дьяков Александр Сергеевич**, младший научный сотрудник лаборатории селекции сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», квартал Северный, д. 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, Российская Федерация, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-2303>

#### **Information about the authors**

✉ **Nadezhda A. Zaitseva**, PhD in Agriculture, researcher, Head of the Laboratory for Selection of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny kvartal, 8, v. Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-398X>, e-mail: [rexham@rambler.ru](mailto:rexham@rambler.ru)

**Irina I. Klimova**, junior researcher, the Laboratory for Selection of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny kvartal, 8, v. Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9582-3752>

**Ekaterina V. Yachmeneva**, junior researcher, the Laboratory for Selection of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny kvartal, 8, v. Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4676-9408>

**Aleksandr S. Dyakov**, junior researcher, the Laboratory for Selection of Agricultural Crops, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, st. Severny kvartal, 8, v. Solenoe Zaymishche, Astrakhan region, Russian Federation, 416251, e-mail: [pniaz@mail.ru](mailto:pniaz@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-2303>

✉ – Для контактов / Corresponding author