

Научная статья

УДК 635.25:631.522

EDN XEQPJQ

DOI: 10.22450/19996837_2023_1_30

Химический состав и урожайность лука репчатого в связи с условиями питания

Мария Ильинична Черкашина¹, Раиль Рафикович Алимгафаров²,
Игорь Юрьевич Кузнецов³, Анна Георгиевна Черкашина⁴

^{1, 2, 3} Башкирский государственный аграрный университет

Республика Башкортостан, Уфа, Россия

⁴ Арктический государственный аграрный университет

Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

¹ ufa_masha@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования лука репчатого разных сортов на предмет содержания в нем азота и фосфора. В результате проведенного исследования установлено значительное взаимодействие между азотом и фосфором: увеличение урожая от внесения одного элемента обуславливалось уровнем содержания другого. В условиях недостатка фосфора увеличивающийся уровень азота сперва повышал урожай, а затем снижал его. При недостаточном снабжении фосфором внесение азота приводило к более существенному повышению урожая. Эффект от совместного применения этих элементов был больше суммы эффектов от раздельного внесения каждого из них. Применение химического анализа растений для диагностики их питания основывается на связи между минеральным составом и урожаем растений, а также на том, что между количеством какого-либо питательного элемента в почве и концентрацией его в растительных тканях существует прямая зависимость к сравнению результатов конкретного анализа с установленными ранее стандартными величинами.

Ключевые слова: лук репчатый, азот, фосфор, урожайность, химический состав

Для цитирования: Черкашина М. И., Алимгафаров Р. Р., Кузнецов И. Ю., Черкашина А. Г. Химический состав и урожайность лука репчатого в связи с условиями питания // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 1. С. 30–39. doi: 10.22450/19996837_2023_1_30.

Original article

The chemical composition and yield of onion in connection with nutritional conditions

Mariya I. Cherkashina¹, Rail R. Alimgafarov²,
Igor Yu. Kuznetsov³, Anna G. Cherkashina⁴

^{1, 2, 3} Bashkir State Agrarian University, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

⁴ Arctic State Agrotechnological University, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

¹ ufa_masha@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of onion of different varieties for the content of nitrogen and phosphorus in it. As a result of the study, a highly significant interaction between nitrogen and phosphorus was established: the increase in yield from the introduction of one element was determined by the level of the content of another element. Under conditions of phosphorus deficiency, increasing levels of nitrogen first increased the yield, and then reduced it. With an insufficient supply of phosphorus, the introduction of nitrogen led to a more significant increase in yield. The effect of the combined use of these elements was greater than the sum of the effects of the separate introduction of each of them. The use of chemical analysis of plants for the diagnosis

of their nutrition is based on the relationship between the mineral composition and plant yield and on the fact that between the amount of any nutrient in the soil and its concentration in plant tissues there is a direct relationship to the comparison of the results of a particular analysis with previously established standard values.

Keywords: onion, nitrogen, phosphorus, productivity, chemical composition

For citation: Cherkashina M. I., Alimgafarov R. R., Kuznetsov I. Yu., Cherkashina A. G. Khimicheskii sostav i urozhnost' luka repchatogo v svyazi s usloviyami pitaniya [The chemical composition and yield of onion in connection with nutritional conditions]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 1: 30–39. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_1_30.

Введение. Лук репчатый (*Allium cepa* L., семейство Alliaceae) является многолетним травянистым растением. На территории Российской Федерации произрастает около 200 его видов: лук-шалот, лук-батун, порей, шнитт-лук, многоярусный, слизун, лук душистый.

Лук репчатый – холодостойкое растение, при этом требовательность его к теплу и устойчивость к пониженной температуре в разные фазы роста и развития растения неодинаковы [1]. Семена и луковицы начинают прорастать при температуре 3–5 °С, всходы выдерживают заморозки до минус 2 °С, взрослые растения – до минус 5–6 °С. Оптимальная температура для выращивания лука от 18 до 22 °С, а в период формирования луковицы – до 30 °С [2, 3]. Корневая система развивается при температуре до 25 °С, переносит заморозки до минус 4–6 °С и кратковременные – до минус 15 °С [2, 4].

Оценка аналитических данных затрудняется тем, что концентрация питательного элемента в растительных тканях зависит не только от его количества в корневой системе, но также от относительного содержания элементов как в наружной среде, так и в самом растении. Есть данные о достаточно большом количестве взаимодействий между питательными элементами, когда антагонизм между катионами или анионами приводил к дефициту отдельных элементов питания.

Целью работы являлась оценка влияния азота и фосфора в питании на химический состав и урожай лука репчатого.

Методология и методы исследования. Исследования проводились на опытных полях кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии Башкирского государственного аграрного

университета в 2021–2022 годах. Откалиброванный лук-севок посадили 7 мая в наполненные промытым кварцевым песком восьмилитровые сосуды Митчерлиха – по 4 луковицы на сосуд.

Опыт включал 5 уровней азота (28, 56, 112, 168 и 336 мг/л питательного раствора). Всего в опыте было 25 вариантов. В каждом варианте использовали по 12 сосудов, которые для учета урожая и отбора растительных образцов объединялись в три повторности – по четыре сосуда в каждой.

Разницу в уровнях азота и фосфора создавали путем модификации основного питательного раствора, в одном литре которого содержалось (мг): азота – 168, фосфора – 30, калия – 195, кальция – 200, магния – 36, серы – 160, железа – 1, марганца – 0,3, бора – 0,3, меди – 0,03, молибдена – 0,01.

Содержание остальных, кроме серы, элементов в питательном растворе удерживали на вышеуказанных уровнях во всех вариантах опыта. Доля аммиачного азота от общего его количества в субстрате составляла 25 % в каждом варианте опыта.

В качестве источников макроэлементов использовали: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 , NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$. Для устранения возможного повышения концентрации отдельных элементов в субстрате и стабилизации кислотности среды еженедельно промывали песок питательным раствором в соответствии со схемой опыта.

Во время вегетации растений наблюдали за их ростом, внешним видом, проводили промежуточные учеты продуктивности. В период интенсивного роста лука отбирали образцы листьев (третий лист сверху), а при уборке – образцы луковиц

для химического анализа. После мокрого озоления растительных проб устанавливали содержание калия – фотометрией пламени; кальция и магния – комплексометрическим методом. Азот определяли по Кьельдалю в отдельных пробах растительного материала лука репчатого. Луковицы исследовали также на содержание сухого вещества, сахаров и витамина С [6, 7, 8].

Результаты исследований и их об-суждение. В таблицах 1, 2, 3, 4 приведены результаты, характеризующие азот, фосфор и их взаимодействия на урожай луковиц, содержание в них сухого вещества, сахаров и витамина С. Средние данные свидетельствуют об увеличении урожая по мере повышения доз азота. Однако наи-высшая доза – 336 мг/л, по сравнению с

предыдущей, несколько снижала урожай. Средний эффект по фосфору возрастал до дозы 20 мг/л, а затем оставался практически постоянным.

В отношении частных эффектов следует отметить, что в условиях достаточного снабжения фосфором (30,60 мг/л) высокая отзывчивость на внесение азота наблюдалась вплоть до дозы 168 мг/л, а при недостатке фосфора (5 мг/л) – только до 112 мг/л. Во втором случае при повышенных дозах азота (168,336 мг/л) урожай резко снижался из-за расстройств в обмене веществ, вызванного недостатком фосфора. Прибавка урожая на внесение азота (336 мг/л) при высоком запасе фосфора составила 116 г/сосуд, а при дефиците его была отрицательной (5 г/сосуд) [6].

Таблица 1 – Действие азота и фосфора на урожай лука репчатого

В граммах на сосуд

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	85	92	94	95	93	92
56	120	134	138	137	138	133
112	145	166	180	179	183	171
168	132	167	191	203	201	179
336	80	120	196	208	209	136
Среднее по фосфору	112	136	160	164	165	–

Таблица 2 – Действие азота и фосфора на содержание сухого вещества в луковицах

В процентах

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	19,44	19,16	18,97	19,00	18,29	18,97
56	18,68	18,42	18,24	17,72	18,06	18,22
112	18,15	18,37	17,57	17,42	17,31	17,76
168	16,80	18,45	17,58	17,39	17,15	17,47
336	14,90	17,43	17,36	16,71	16,44	16,57
Среднее по фосфору	17,59	18,36	17,94	17,65	17,45	–

Таблица 3 – Влияние азота и фосфора на содержание сахаров в луковицах
В процентах

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	15,33	15,13	15,18	15,08	13,93	14,93
56	13,93	13,61	13,65	13,19	13,47	13,57
112	13,46	13,10	12,78	12,68	12,73	12,95
168	12,19	13,37	12,00	11,92	11,55	12,21
336	10,88	12,73	12,19	11,60	10,47	11,57
Среднее по фосфору	13,16	13,59	13,16	12,89	12,43	–

Таблица 4 – Влияние азота и фосфора на содержание витамина С в луковицах
В миллиграммах

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	7,49	7,44	7,26	6,98	7,20	7,27
56	7,16	7,15	7,05	7,20	7,25	7,16
112	7,39	7,10	7,02	7,02	7,00	7,11
168	7,41	7,32	7,16	7,04	6,15	7,02
336	7,44	7,26	6,47	6,63	6,05	6,77
Среднее по фосфору	7,38	7,25	6,99	6,97	6,73	–

При наивысшей дозе азота в субстрате дополнительное внесение фосфора было неэффективным. Отзывчивость на внесение фосфора существенно возрастала по мере увеличения запаса азота во внешней среде. Данные таблицы 1 также свидетельствуют о значительном взаимодействии между азотом и фосфором. Эффект от совместного сбалансированного внесения азота и фосфора всегда был больше суммы эффектов от отдельного применения каждого из них.

Увеличение количества азота в субстрате приводило к высокодостоверному снижению процентного содержания сухого вещества (табл. 2) и сахаров (табл. 3) в луковицах на всех уровнях фосфорного питания. При возрастании дозы фосфора количество этих веществ также снижалось.

Однако следует отметить, что в условиях повышенного азотного питания (168, 336 мг/л) острый недостаток фосфора на уровне 5 мг/л резко тормозил накопление как сухого вещества, так и сахаров в луковицах. Содержание витамина С сильнее снижалось при совместном применении высоких доз азота и фосфора (табл. 4), чем при отдельном их внесении.

С повышением дозы азота в субстрате увеличивалась концентрация этого элемента в листьях и в луковицах на всех уровнях фосфора, но особенно при его дефиците (табл. 5, 6). В среднем она возросла с 2,02 до 3,92 % в листьях и с 0,82 до 2,18 % в луковицах.

В свою очередь, увеличивающиеся дозы фосфора повышали содержание его в обоих органах на всех уровнях азота (табл. 7, 8). Средняя концентрация этого

**Таблица 5 – Действие азота и фосфора на содержание азота в листьях лука репчатого
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	1,99	2,04	1,97	2,00	2,10	2,02
56	2,51	2,51	2,45	2,41	2,51	2,48
112	2,82	2,88	2,77	2,89	2,76	2,83
168	3,10	3,02	3,14	3,09	3,11	3,09
336	4,32	3,99	3,82	3,75	3,74	3,92
Среднее по фосфору	2,95	2,89	2,84	2,83	2,85	–

**Таблица 6 – Действие азота и фосфора на содержание азота в луковичах
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,77	0,84	0,88	0,78	0,82	0,82
56	0,88	0,89	0,87	0,96	1,07	0,93
112	1,27	1,39	1,31	1,45	1,31	1,35
168	1,51	1,51	1,60	1,63	1,60	1,57
336	2,15	2,20	2,13	2,20	2,24	2,18
Среднее по фосфору	1,32	1,38	1,36	1,38	1,41	–

**Таблица 7 – Действие азота и фосфора на содержание фосфора в листьях лука репчатого
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,182	0,218	0,286	0,365	0,687	0,348
56	0,172	0,192	0,262	0,279	0,477	0,280
112	0,134	0,179	0,215	0,257	0,358	0,229
168	0,122	0,176	0,203	0,230	0,334	0,211
336	0,143	0,161	0,200	0,271	0,411	0,237
Среднее по фосфору	0,151	0,185	0,233	0,284	0,423	–

**Таблица 8 – Действие азота и фосфора на содержание фосфора в луковицах
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,092	0,124	0,214	0,221	0,322	0,195
56	0,093	0,143	0,204	0,248	0,338	0,205
112	0,085	0,145	0,231	0,279	0,320	0,215
168	0,083	0,144	0,222	0,257	0,402	0,222
336	0,125	0,165	0,217	0,270	0,407	0,237
Среднее по фосфору	0,096	0,144	0,218	0,255	0,358	–

элемента поднялась с 0,151 до 0,453 % в листьях и с 0,096 до 0,358 % в луковицах.

Наблюдаемые различия концентрации как фосфора, так и азота были высокочисленными к недостатку азота или фосфора во внешней среде, чем в листьях. Между содержанием азота в листьях и луковицах наблюдалась связь, близкая к прямо пропорциональной.

Связь между концентрациями фосфора в вышеупомянутых органах была криволинейной. Луковицы энергичнее, чем листья, поглощали дополнительно внесенный фосфор в условиях его недостатка и слабее при высокой обеспеченности.

Следует отметить также, что увеличивающийся уровень азота, вплоть до значения 168 мг/л, с содержанием фосфора в листьях при любой дозе этого элемента, приводит к его увеличению в субстрате. Однако при дальнейшем увеличении уровня азотного питания содержание фосфора возрастало как при плохом, так и при хорошем снабжении этим элементом (табл. 7). Вместе с тем азот стимулировал аккумуляцию фосфора луковицами (табл. 8).

При одновременном сбалансированном повышении доз обеих элементов в субстрате содержание фосфора непрерывно возрастало и в луковицах, и в листьях. Как очень низкий, так и высокий уровень азота тормозил накопление калия, кальция и магния в листьях (табл. 9, 11, 13).

Аналогичная картина наблюдалась в отношении концентрации кальция и маг-

ния в луковицах (табл. 12, 14). С другой стороны, любые изменения условий азота и фосфора в питании существенно не влияли на содержание калия в луковицах (табл. 10).

Увеличение дозы фосфора в субстрате не имело большого влияния на концентрацию азота в листьях и луковицах. В среднем она несколько падала в первом из упомянутых органов и возрастала во втором. Содержание калия в луковицах тоже не зависело от доз фосфора, тогда как в листьях оно снижалось (табл. 9, 10). Как низкий, так и высокий уровень фосфора в питании депрессировал концентрацию кальция в листьях и луковицах (табл. 11, 12, 13, 14).

Таким образом, при недостатке какого-либо элемента в почве концентрация его в растении снижается, содержание других элементов при этом тоже изменится. Степень изменчивости зависит от уровня недостаточности находящегося в минимуме элемента и общей сбалансированности питания.

При изолированной оценке данных анализа пониженное содержание того или иного элемента в растении не всегда указывает на его недостаток в почве. С другой стороны, величины, близкие к оптимальным, не гарантируют того, что элемент не в недостатке. В связи с этим, необходимо вовлекать в круг анализа возможно большее число питательных элементов и оценить режим питания в совокупности.

**Таблица 9 – Влияние азота и фосфора на содержание калия в листьях лука репчатого
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	3,82	3,89	3,65	3,32	3,42	3,62
56	4,11	4,04	3,74	4,16	4,15	4,04
112	4,04	3,76	3,75	4,12	3,99	3,93
168	3,78	3,60	3,80	3,43	3,54	3,63
336	3,99	3,54	3,42	3,52	3,54	3,60
Среднее по фосфору	3,95	3,77	3,67	3,71	3,73	–

**Таблица 10 – Влияние азота и фосфора на содержание калия в луковицах
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	1,75	1,83	1,79	1,87	1,93	1,83
56	1,73	1,71	1,74	1,83	1,78	1,76
112	1,77	1,91	1,85	1,89	1,82	1,85
168	1,74	1,85	1,88	1,84	1,88	1,84
336	1,85	1,89	1,70	1,82	1,66	1,78
Среднее по фосфору	1,77	1,84	1,79	1,85	1,81	–

Таблица 11 – Влияние азота и фосфора на содержание кальция в листьях лука репчатого

В процентах на абсолютно сухое вещество

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	1,52	1,92	1,69	1,62	1,47	1,64
56	1,59	1,99	1,70	1,75	1,74	1,75
112	1,45	1,68	1,71	1,93	1,70	1,69
168	1,34	1,53	1,68	1,57	1,57	1,54
336	1,35	1,45	1,50	1,38	1,46	1,43
Среднее по фосфору	1,45	1,71	1,65	1,65	1,58	–

**Таблица 12 – Влияние азота и фосфора на содержание кальция в луковицах
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,377	0,408	0,338	0,325	0,308	0,351
56	0,377	0,466	0,405	0,314	0,365	0,385
112	0,395	0,450	0,425	0,346	0,278	0,379
168	0,384	0,318	0,376	0,360	0,308	0,350
336	0,279	0,331	0,344	0,346	0,318	0,324
Среднее по фосфору	0,364	0,395	0,378	0,338	0,315	–

**Таблица 13 – Влияние азота и фосфора на содержание магния в листьях лука репчатого
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,190	0,225	0,245	0,218	0,201	0,216
56	0,189	0,217	0,242	0,234	0,241	0,224
112	0,187	0,197	0,251	0,241	0,234	0,222
168	0,182	0,190	0,234	0,225	0,220	0,209
336	0,182	0,182	0,211	0,195	0,178	0,189
Среднее по фосфору	0,186	0,202	0,236	0,222	0,214	–

**Таблица 14 – Влияние азота и фосфора на содержание магния в луковицах
В процентах на абсолютно сухое вещество**

Количество азота в субстрате, мг/л	Количество фосфора в субстрате, мг/л					Среднее по азоту
	5	10	20	30	60	
28	0,141	0,127	0,132	0,140	0,140	0,136
56	0,140	0,148	0,132	0,150	0,149	0,144
112	0,136	0,136	0,137	0,135	0,130	0,135
168	0,133	0,149	0,144	0,139	0,119	0,137
336	0,109	0,137	0,140	0,113	0,105	0,121
Среднее по фосфору	0,132	0,139	0,137	0,135	0,129	–

Выводы. 1. При недостатке в корневой зоне азота и фосфора формировались обедненные соответствующим элементом низкоурожайные растения. При этом луковицы содержали на единицу массы повышенное количество сухого вещества, сахаров и витамина С. Эти пока-

затели качества снижались при дополнительном внесении азота и фосфора.

2. Частичная замена калия в субстрате натрием приводит к снижению внутренней концентрации калия, кальция и фосфора, но не оказывает влияние на содержание азота.

Список источников

1. Черкашина М. И., Алимгафаров Р. Р., Кузнецов И. Ю. Лук репчатый в биологии и текущее состояние промышленного производства // Студенчество России: век XXI : материалы VIII всерос. молодежной науч.-практ. конф. Орел : Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, 2022. С. 436–442.
2. Борисов В. А. Система земледелия и качество продукции в овощеводстве // Картофель и овощи. 2011. № 6. С. 15–16.
3. Борисов В. А., Бебрис А. Р. Приемы повышения урожайности и качества лука репчатого при капельном орошении // Орошаемое земледелие. 2017. № 2. С. 15–16.
4. Кузнецов И. Ю., Андрусенко В. А., Ахияров Б. Г. Практикум по методам анализа продукции растениеводства. Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2018. 104 с.
5. Авдеенко С. В., Бондарев И. И. Комплекс агроприемов повышает урожай и качество репчатого лука // Картофель и овощи. 2013. № 1. С. 7–8.
6. Болкунов А. И. Химический состав и пищевая ценность лука репчатого // Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев : материалы V междунар. науч.-практ. конф. Соленое Займище : Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2016. С. 808–810.
7. Рекомендации по возделыванию лука репчатого в условиях Республики Башкортостан / И. Ю. Кузнецов, И. Г. Асылбаев, Р. Р. Алимгафаров [и др.]. Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2021. 77 с.
8. Литвинов С. С. Научные основы современного овощеводства. М. : Россельхозакадемия, 2008. 776 с.

References

1. Cherkashina M. I., Alimgafarov R. R., Kuznetsov I. Yu. Luk repchatyi v biologii i tekushchee sostoyanie promyshlennogo proizvodstva [Onion in biology and the current state of industrial production]. Proceedings from Students of Russia: XXI Century: VIII Vserossiyskaya molodezhnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – VIII All-Russian Youth Scientific and Practical Conference. (PP. 436–442), Orel, Orlovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. V. Parahina, 2022 (in Russ.).
2. Borisov V. A. Sistema zemledeliya i kachestvo produktsii v ovoshchevodstve [The system of agriculture and the quality of products in vegetable growing]. *Kartofel' i ovoshchi. – Potatoes and vegetables*, 2011; 6: 15–16 (in Russ.).
3. Borisov V. A., Bebris A. R. Priemy povysheniya urozhainosti i kachestva luka repchatogo pri kapel'nom oroshenii [Methods for increasing the yield and quality of onions under drip irrigation]. *Oroshaemoe zemledelie. – Irrigated agriculture*, 2017; 2: 15–16 (in Russ.).
4. Kuznetsov I. Yu., Andrusenko V. A., Akhiyarov B. G. *Praktikum po metodam analiza produktsii rastenievodstva [Workshop on methods of analysis of crop production]*, Ufa, Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, 104 p. (in Russ.).
5. Avdeenko S. V., Bondarev I. I. Kompleks agropriemov povyshayet urozhai i kachestvo repchatogo luka [A complex of agricultural practices increases the yield and quality of onions]. *Kartofel' i ovoshchi. – Potatoes and vegetables*, 2013; 1: 7–8 (in Russ.).

6. Bolkunov A. I. Khimicheskii sostav i pishchевaya tsennost' luka repchatogo [Chemical composition and nutritional value of onion]. Proceedings from Priority directions of development of modern science of young agricultural scientists: *V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – V International Scientific and Practical Conference*. (PP. 808–810), Solenoe Zaimishche, Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya, 2016 (in Russ.).

7. Kuznetsov I. Yu., Asylbaev I. G., Akhiyarov B. G., Alimgafarov R. R., Zakirov K. T., Andrusenko V. A. [et al.]. *Rekomendatsii po vozdeleyvaniyu luka repchatogo v usloviyakh Respubliki Bashkortostan [Recommendations for cultivation of onions in the Republic of Bashkortostan]*, Ufa, Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021, 77 p. (in Russ.).

8. Litvinov S. S. *Nauchnye osnovy sovremennogo ovoshchevodstva [Scientific foundations of modern vegetable growing]*, Moskva, Rossel'hozakademiya, 2008, 776 p. (in Russ.).

© Черкашина М. И., Алимгафаров Р. Р., Кузнецов И. Ю., Черкашина А. Г., 2023

Статья поступила в редакцию 06.02.2023; одобрена после рецензирования 06.03.2023; принята к публикации 14.03.2023.

The article was submitted 06.02.2023; approved after reviewing 06.03.2023; accepted for publication 14.03.2023.

Информация об авторах

Черкашина Мария Ильинична, аспирант, Башкирский государственный аграрный университет, ORCID 0000-0001-8708-9607, ufa_masha@mail.ru;

Алимгафаров Раиль Рафикович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой растениеводства, селекции растений и биотехнологии, Башкирский государственный аграрный университет;

Кузнецов Игорь Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии, Башкирский государственный аграрный университет;

Черкашина Анна Георгиевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры традиционных отраслей Севера, Арктический государственный агротехнологический университет

Information about authors

Mariya I. Cherkashina, Postgraduate Student, Bashkir State Agrarian University, ORCID 0000-0001-8708-9607, ufa_masha@mail.ru;

Rail R. Alimgafarov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Plant Growing, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University;

Igor Yu. Kuznetsov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University;

Anna G. Cherkashina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Traditional Industries of the North, Arctic State Agrotechnological University