

5. Morozov, A. I. Biomorfologicheskie osobennosti i sroki uborki u sortov Menthapiperita L. raznogo celevogo naznacheniya / A. I. Morozov, F. M. Haziyeva // Sel'skokozyajstvennaya biologiya. – 2013 – №1. – S. 113-118.
6. Morozov, A. I. Vliyaniye organomineral'nykh udobrenij i izvesti na produktivnyye svoystva sortov myaty / A. I. Morozov, V. B. Zagumennikov, D. I. Semehin // Agrohimiya. – 2012. – №11. – S. 28-33.
7. Nosov, A. M. Lekarstvennyye rasteniya / A. M. Nosov. – Moskva : EKSMO-Press, 2001. – 349 s.
8. Samylina, I. A. Atlas lekarstvennykh rastenij i syr'ya / I. A. Samylina, A. A. Sorokina, S. L. Morohina. – Moskva : Geotar-Media, 2020. – 13 s.
9. Safonov, N. N. Polnyj atlas lekarstvennykh rastenij / N. N. Safonov. – Moskva : Eksmo, 2005. – 312 s.
10. Fadeeva, N. A. Lekarstvennyye rasteniya v agrarnom biznese / N. A. Fadeeva, N. A. Kirillov // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 4(23). – S. 15-19.

Information about authors

1. **Fadeeva Natalya Anatolyevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: nfadeeva1@yandex.ru, tel. (8352) 620619, 89276654767;

2. **Kirillov Nikolai Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Biochemistry, Chuvash State University named after I.I. I.N. Ulyanov; 428015, Cheboksary, Moskovsky prospect, 15, Chuvash Republic, Russia; e-mail: kna27zergut@mail.ru, tel. 89530130751.

УДК 633.16:631.82

DOI:

СБАЛАНСИРОВАННОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК ОСНОВА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОГО УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ

С. С. Якомаскин¹⁾, В. И. Каргин¹⁾, А. А. Зубарев²⁾

¹⁾Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
430005 г. Саранск, Республика Мордовия

²⁾СоюзХим
115404, Москва, Российская Федерация

Аннотация: Минеральное питание растений является одним из важных факторов раскрытия потенциала сельскохозяйственных растений, в частности ячменя [5], [7], [11]. Изучению вопроса сбалансированного питания растений было посвящено немало научных трудов. Полноценное минеральное питание растений повышает в тканях растений концентрацию клеточного сока, в результате растение стремится к равновесию системы, тем самым усиливая корневое питание, а именно активизируя потребление элементов из почвы и вносимых минеральных удобрений. С целью изучения влияния минерального питания на урожайность ячменя в ООО «Богдановское» Старошайговского района республики Мордовия были заложены полевые опыты в 2020-2021 гг. Проведены агрохимические анализы аллювиальной почвы поймы реки Сивинь. Проанализированы метеорологические условия в период вегетации растений в 2020-2021 гг. Исследования показали, что внесение минеральных удобрений увеличивало урожай ячменя на 0,42-0,86 т/га или 16,7-29,8 %, в наибольшей степени эти изменения проявлялись на вариантах с внекорневой подкормкой жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий». В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая урожайность была получена на варианте с внесением минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3,17-3,70 т/га. Наиболее благоприятными для развития растений складывались условия на варианте с жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» 4 л/га – 3,67 т/га. Внекорневая подкормка жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» увеличила урожай ячменя на 0,29-0,56 т/га или 11,6-17,6 %, наибольшими эти значения были на варианте жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» – 4 л/га. Увеличение количества минеральных удобрений до $N_{90}P_{90}K_{90}$ и вариант с внекорневой подкормкой жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» до 6 л/га не привело к существенным изменениям урожайности. Наиболее оптимальным вариантом на аллювиальной среднесуглинистой почве в поймах реки Сивинь оказался вариант с внесением минеральных удобрений в количестве $N_{60}P_{60}K_{60}$ с внекорневой подкормкой жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» – 4 л/га.

Ключевые слова: ячмень, урожайность, минеральные удобрения, жидкие комплексные удобрения, аллювиальная почва.

Введение. Минеральное питание растений является одним из важных факторов раскрытия потенциала сельскохозяйственных растений, в частности ячменя [5], [7], [11].

Изучению вопроса сбалансированного питания растений было посвящено немало научных трудов. Так, в своих научных трудах немецкий химик Юстус фон Либих отмечал, что в любой системе, в том числе питании растений все питательные элементы должны быть в оптимальном количестве, недостаток одного не может быть компенсирован другим элементом (закон «минимума или лимитирующего фактора») [8].

Полноценное минеральное питание растений повышает в тканях растений концентрацию клеточного сока, в результате растение стремится к равновесию системы, тем самым усиливая корневое питание, а именно, активизируя потребление элементов из почвы и вносимых минеральных удобрений. В результате сбалансированного питания растений повышается иммунитет растений и устойчивость растений к патогенам и неблагоприятным факторам. Значение каждого элемента минерального питания изучалось в трудах многих авторов [6], [9], [10], [12].

Своевременное питание растений обеспечивает внекорневая подкормка растений макро-, мезо- и микроэлементами. Наиболее подробно механизм внекорневой подкормки растений был отражен в трудах французского физиолога Ж.Б. Буссенго и английского химика Дэви. В результате проведенных ими исследований было установлено, что внекорневая подкормка растений повышает ферментативные процессы, фотосинтез, дыхание. Через листья все необходимые элементы поступают во все органеллы растения [2], [3].

Исследования, проведенные Н. Г. Васильевой (1941) показали, что внекорневая подкормка растений микроэлементами (цинк, марганец, бор) усиливает физиологические процессы, протекающие в растениях. Необходимость подкормки растений была отражена в трудах академика Н. С. Авдонина, который отмечал, что очень важна подкормка растений в период образования генеративных органов, созревания, накопления питательных веществ (белков, жиров, углеводов) в растениях [1].

Важным фактором внекорневой подкормки растений является мобильность элементов. К числу мобильных элементов, способных к реутилизации, относятся такие элементы, как азот, фосфор, калий и сера. Эти элементы способны транспортироваться от старых органелл к молодым. Большое значение в питании растений играют не реутилизированные элементы с ограниченной мобильностью – медь, цинк, бор, железо, кальций, марганец. Важной проблемой в корневом питании растений является антагонизм между отдельными элементами, а именно блокирование одного элемента другим. Антагонистами в почве являются: цинк – медь, медь – железо, сера – калий, фосфор – железо, калий – марганец и т.д. [4].

Все это в очередной раз подтверждает факт о необходимости внекорневой подкормки растений.

Материалы и методы исследования. С целью изучения влияния минерального питания на урожайность ячменя в ООО «Богдановское» Старошайговского района республики Мордовия были заложены полевые опыты в 2020–2021 гг. по следующей схеме:

Фактор А (минеральные удобрения): 1. Без удобрений (контроль); 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Фактор В (жидкие комплексные удобрения – ЖКУ): 1. Контроль (без внесения ЖКУ); ЖКУ – 2 л/га; ЖКУ – 4 л/га; ЖКУ – 6 л/га.

Сорт ячменя – Нур, первая репродукция. Предшественник – кукуруза.

Перед посевом семена протравливали системным фунгицидом Аттик, КЭ (Дифеноконазол 30 г/л, Ципроконазол 6,3 г/л) 1 л/т семян, совместно ЖКУ «Агрис» марки «Форсаж» 1 л/т семян.

Сроки посева – первая декада мая. Норма высева – 4,5 млн. всхожих семян на 1 га, глубина посева 4-5 см.

Площадь делянок – 1280 м² (минеральные удобрения), 320 м² (ЖКУ). Повторность опыта – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Минеральные удобрения (диаммофоска, аммиачная селитра) вносили под предпосадочную обработку почвы, согласно схеме опыта.

Внекорневую подкормку проводили жидким комплексным удобрением (ЖКУ) «Агрис» марки «АзотКалий», в состав которого входят следующие компоненты, г/л: K_2O – 110, N – NH_2 – 100, ZnO – 1,6, CuO – 1,6, MnO – 1,6, SO_3 – 1,1, MgO – 1,1, FeO – 0,2, B – 0,2, Mo – 0,5, Co – 0,1, Se – 0,3, комплекс аминокислот – 20.

Подкормку проводили в фазу – начало выхода в трубку растений (в период наибольшего потребления питательных элементов) в количестве – 2, 4 и 6 л/га на всех уровнях минерального питания.

Результаты исследований и их обсуждение. Почва опытного участка, аллювиальная луговая среднесуглинистая почва, в зависимости от года исследований отличалась по своему плодородию (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимические анализы аллювиальной почвы поймы реки Сивинь

Год	pH	Гумус, %	P_2O_5 , мг/кг	K_2O , мг/кг	MnO, мг/кг	ZnO, мг/кг	B, мг/кг
2020	5,2	6,8	84	163	33	2,2	1,8
2021	4,8	5,0	110,5	126,5	51,5	1,3	1,8

Наиболее благоприятные условия по агрохимическим показателям были в 2020 г. – почва слабокислая (5,2), с повышенным содержанием гумуса (6,8 %), содержание калия, цинка и бора - высокое, обеспеченность фосфором и марганцем - среднее.

В 2021 г. – почва среднекислая (4,8), среднегумусная (5,0 %), с повышенным содержанием фосфора (110,5 мг/кг) и калия (126,5 мг/кг), средняя обеспеченность марганцем (51,5 мг/кг) и цинком (1,3 мг/кг), содержание бора (1,8 мг/кг) высокое.

Метеорологические данные в годы проведения исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Метеорологические условия в период вегетации растений в 2020–2021 гг.

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя температура воздуха, °С				
2020	12,3	17,3	20,4	16,8
2021	16,6	20,3	21,7	21,4
Среднегодовое количество, °С				
	13,3	17,5	19,5	17,5
Количество осадков, мм				
2020	103,0	41,3	41,3	45,6
2021	41,0	36,0	43,0	45,0
Среднегодовое количество, мм				
	37	54	60	52
Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК)				
2020	2,7	0,8	0,6	0,9
2021	1,1	0,7	0,6	0,6
Среднегодовая норма				
	1,1	1,1	0,9	1,0

Избыточное увлажнение в мае 2020 г. (103,0 мм) превысило среднегодовую норму в 2,8 раза. Средняя температура воздуха в мае (12,3 °С) была на 1 °С ниже средних статистических данных.

Количество осадков в 2021 г. (май) - 41 мм, было на уровне среднегодовых данных (37 мм), температура воздуха (16,6 °С) была на 3,3 °С выше.

В июне 2020 г. среднемесячная температура (17,3 °С) была ближе к норме (17,5 °С), а количество осадков – ниже нормы на 23,5 %. В 2021 г. температура на 2,8 °С превышала среднегодовое значение (17,5 °С). Осадков в этом месяце было меньше на 33,3 %.

Температурный режим в 2020 г. в июле - августе был ближе к нормативным показателям, а количество осадков в эти месяцы было ниже среднегодовых данных на 18,7 мм (июль) и 6,4 мм (август), соответственно.

Вегетационный период 2021 г. (июль-август) отличался более высокой температурой воздуха, которая превысила среднестатистические значения: июль (20,3 °С) на 2,8 °С, июль (21,7 °С) на 2,2 °С, август (21,4 °С) на 3,9 °С.

В июне-августе в 2021 г. количество осадков было ниже среднегодовых данных: 18 мм (июнь), июль (17 мм), август (7 мм).

Изучаемые факторы в годы исследований проявили себя не однозначно, наиболее благоприятные условия для роста и развития растений складывались в 2020 г.

Погодные условия (соотношение температуры и количество осадков) и агрохимические показатели почвы обеспечили получение наибольшего урожая ячменя (2,78-3,95 т/га) в 2020 г. Продуктивность ячменя менялась в зависимости от изучаемых вариантов опыта (табл. 3).

Внесение минеральных удобрений увеличивало урожай ячменя на 0,42-0,86 т/га или 16,7-29,8 %, в наибольшей степени эти изменения проявлялись на вариантах с внекорневой подкормкой ЖКУ «Агрис» марки «АзотКалий».

Таблица 3 – Влияние уровней минерального питания и внекорневой подкормки ЖКУ «Агрис» марки «АзотКалий» на урожайность ячменя, т/га, за 2020–2021 гг.

Факторы		Урожайность, т/га			Роль факторов			
А	В	2020 г.	2021 г.	среднее за 2020-2021 гг.	А		В	
					т/га	%	т/га	%
Без удобрений (контроль)	Без (ЖКУ)	2,78	2,24	2,51	0	0	0	0
	ЖКУ - 2 л/га	3,04	2,55	2,80	0	0	0,29	11,6
	ЖКУ - 4 л/га	3,13	2,64	2,89	0	0	0,38	15,1
	ЖКУ - 6 л/га	3,11	2,68	2,89	0	0	0,38	15,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Без (ЖКУ)	3,12	2,73	2,93	0,42	16,7	0	0
	ЖКУ - 2 л/га	3,45	3,12	3,29	0,49	17,5	0,36	12,3
	ЖКУ - 4 л/га	3,57	3,24	3,40	0,51	17,6	0,47	16,0
	ЖКУ - 6 л/га	3,55	3,22	3,38	0,49	17,0	0,45	15,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Без (ЖКУ)	3,47	2,86	3,17	0,66	26,3	0	0
	ЖКУ - 2 л/га	3,77	3,33	3,55	0,75	26,8	0,38	12,0
	ЖКУ - 4 л/га	3,89	3,44	3,67	0,78	27,0	0,50	15,8
	ЖКУ - 6 л/га	3,93	3,47	3,70	0,81	28,0	0,53	16,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Без (ЖКУ)	3,45	2,93	3,19	0,68	27,1	0	0
	ЖКУ - 2 л/га	3,75	3,37	3,56	0,76	27,1	0,37	11,6
	ЖКУ - 4 л/га	3,91	3,49	3,70	0,81	28,0	0,51	16,0
	ЖКУ - 6 л/га	3,95	3,54	3,75	0,86	29,8	0,56	17,6
НСР ₀₅ по фактору А		Fф > Fт	Fф > Fт	Fф > Fт				
НСР ₀₅ по фактору В		Fф > Fт	Fф > Fт	Fф > Fт				
НСР ₀₅ по фактору АВ		Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт				

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая урожайность была получена на варианте с внесением минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ – 3,17-3,70 т/га (прибавка к контролю 0,66-0,81 т/га или 26,3-28,0 %). Наиболее благоприятные условия для развития растений складывались на варианте с ЖКУ 4 л/га – 3,67 т/га (0,78 т/га или 27,0 %). Увеличение минеральных удобрений до N₉₀P₉₀K₉₀, не способствовало существенному увеличению продуктивности культуры на всех вариантах с внекорневой подкормкой.

Внекорневая подкормка жидкими комплексными удобрениями (ЖКУ) «Агрис» марки «АзотКалий» увеличила урожай ячменя на 0,29-0,56 т/га или 11,6-17,6 %, наибольшими эти значения были на варианте ЖКУ «Агрис» марки «АзотКалий» – 4 л/га.

Увеличение количества ЖКУ «Агрис» марки «АзотКалий» до 6 л/га не привело к существенным изменениям урожайности.

Выводы. Полученные результаты исследований показали, что все изучаемые факторы (минеральные удобрения, внекорневая подкормка) оказали влияние на изменение урожайности ячменя. Наиболее оптимальным вариантом на аллювиальной среднесуглинистой почве в поймах реки Сивинь оказался вариант с внесением минеральных удобрений в количестве N₆₀P₆₀K₆₀ с внекорневой подкормкой ЖКУ «Агрис» марки «АзотКалий» – 4 л/га (3,67 т/га).

Литература

1. Авдонин, Н. С. Повышение плодородия кислых почв / Н. С. Авдонин, академик ВАСХНИЛ заслуженный деятель науки РСФСР. - 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Колос, 1969. – 304 с.
2. Большая энциклопедия: в шестидесяти двух томах / гл. ред. С. А. Кондратов. – Москва : Терра, 2006. – Т. 9. – С. 408.
3. Буссенго, Ж. Б. Избранные произведения по физиологии растений и агрохимии / Ж. Б. Буссенго; вводные статьи К. А. Тимирязева, Д. Н. Прянишникова, А. Н. Лебеядцева; предисловие профессора А. В. Петербургского; комментарии и ред. перевода проф. А. Н. Лебеядцева. – Москва : Сельхозгиз, 1957. – 544 с.
4. Володько, И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И. К. Володько. – Минск : Наука и техника, 1983. – 192 с.
5. Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкормке удобрениями и биопрепаратами / Е. П. Денисов, А. П. Солодовников, Б. З. Шагиев, [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 4. – С. 9-12.

6. Камалихин, В. Е. Влияние сроков внесения био- и гуминовых препаратов на продуктивность ярового многорядного ячменя / В. Е. Камалихин, Н. Н. Иванова, В. И. Каргин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2 (50). – С. 36-41.
7. Кудашкин, М. И. Роль извести, удобрений и микроэлементов при проектировании севооборотов / М. И. Кудашкин, И. А. Гайсин, М. М. Гераськин // Агротехнический вестник. – 2006. – № 4. – С. 5-7.
8. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии / Юстус Либих; Вводная статья академика Д. Н. Прянишникова; Биография, комментарии и ред. пер. проф. А. Н. Лебеяднцева. – Москва; Ленинград : Сельхозгиз, 1936. – 407 с.
9. Осипов, А. И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений / А. И. Осипов // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 874-887.
10. Eryashev, A.P. Influence of Mineral Fertilizers and Potassium Humate on the Yield of Polystichous Barley / A.P. Eryashev, I.P. Bektyashkin, V.E. Kamalihin // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 12 (2). S. 1551-1560.
11. Eryashev, A.P. Changing the quality of grace malting barley seeds from fertilizers and seeding rates / A.P. Eryashev, P.A. Eryashev // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 2021. № 22(17-18). S. 95–101
12. Kamalihin, V.E. Agro economic assessment of spring barley cultivation technology / V.E. Kamalihin, V.I. Kargin, N.N. Neyaskin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. № 4 (12). S. 1255-1258.

Сведения об авторах

1. **Якомаскин Степан Степанович**, аспирант кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва; 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68; Республика Мордовия;
2. **Каргин Василий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва; 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68, Республика Мордовия; e-mail: karginvi@yandex.ru, тел. 89050095575;
3. **Зубарев Алексей Алексеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, менеджер СоюзХим; 115404, г. Москва, ул. 6-я Радиальная, д. 7 А, стр. 2, эт. 2, ком. 1 Б.

BALANCED MINERAL NUTRITION AS THE BASIS FOR OBTAINING A HIGH YIELD OF BARLEY

S. S. Yakomaskin¹⁾, V. I. Kargin¹⁾, A. A. Zubarev²⁾

¹⁾ N.P. Ogarev Mordovian State University
430005, Saransk, Republic of Mordovia,

²⁾ Soyuzhim
115404, Moscow, Russian Federation

Brief abstract: Mineral nutrition of plants is one of the important factors in unlocking the potential of agricultural plants, in particular barley [5], [7], [11]. A lot of scientific works have been devoted to the study of the issue of balanced plant nutrition. Complete mineral nutrition of plants increases the concentration of cell sap in plant tissues, as a result, the plant tends to balance the system, thereby enhancing root nutrition, namely, activating the consumption of elements from the soil and applied mineral fertilizers. In order to study the effect of mineral nutrition on the yield of barley, field experiments were laid in 2020-2021 at Bogdanovskoye LLC in the Staroshaigovsky district of the Republic of Mordovia. Agrochemical analyzes of the alluvial soil of the floodplain of the Sivin River were carried out. The meteorological conditions during the growing season of plants in 2020-2021 are analyzed. Studies have shown that the application of mineral fertilizers increased the yield of barley by 0.42-0.86 t/ha or 16.7-29.8%, to the greatest extent these changes were manifested in the variants with foliar top dressing with liquid complex fertilizers "Agris" brand "Nitrogen Potassium". As a result of the research, it was found that the highest yield was obtained in the variant with the application of mineral fertilizers $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3.17-3.70 t/ha. The most favorable conditions for the development of plants were formed on the variant with liquid complex fertilizers "Agris" brand "AzotKaliy" 4 l/ha – 3.67 t/ha. Foliar top dressing with liquid complex fertilizers "Agris" brand "AzotKaliy" increased the yield of barley by 0.29-0.56 t / ha or 11.6-17.6%, these values were the highest in the variant with liquid complex fertilizers "Agris" brand "Nitrogen Potassium" – 4 l/ha. The increase in the amount of mineral fertilizers to $N_{90}P_{90}K_{90}$ and the variant with foliar top dressing with Agris liquid complex fertilizers of the AzotKaliy brand up to 6 l/ha did not lead to significant changes in yield. The most optimal option on alluvial medium loamy soil in the floodplains of the Sivin river was the option with the application of mineral fertilizers in the amount of $N_{60}P_{60}K_{60}$ with foliar top dressing with Agris liquid complex fertilizers of the "AzotKaliy" brand – 4 l/ha.

Key words: barley, yield, mineral fertilizers, liquid complex fertilizers, alluvial soil.

References

1. Avdonin, N. S. Povyshenie plodorodiya kisl'nykh pochv / N. S. Avdonin, akademik VASKHNIL zaslužhennyj deyatel' nauki RSFSR. - 2-e izd., ispr. i dop. – Moskva : Kolos, 1969. – 304 s.
2. Bol'shaya enciklopediya: v shestidesyati dvuh tomah / gl. red. S. A. Kondratov. – Moskva : Terra, 2006. – T. 9. – S. 408.
3. Bussengo, ZH. B. Izbrannyye proizvedeniya po fiziologii rastenij i agrohimii / ZH. B. Bussengo; vvodnye stat'i K. A. Timiryazeva, D. N. Pryanishnikova, A. N. Lebedyanceva; predislavie professora A. V. Peterburgskogo; kommentarii i red. perevoda prof. A. N. Lebedyanceva. – Moskva : Sel'hozgiz, 1957. – 544 s.
4. Volod'ko, I. K. Mikroelementy i ustojchivost' rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy / I. K. Volod'ko. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1983. – 192 s.
5. Izmenenie stressovoj situacii rastenij yarovoj pshenicy pri vnekornej podkormke udobreniyami i biopreparatami / E. P. Denisov, A. P. Solodovnikov, B. Z. SHagiev, [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2018. – № 4. – S. 9-12.
6. Kamalihin, V. E. Vliyanie srokov vneseniya bio- i guminovykh preparatov na produktivnost' yarovogo mnogoryadnogo yachmenya / V. E. Kamalihin, N. N. Ivanova, V. I. Kargin // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2020. – № 2 (50). – S. 36-41.
7. Kudashkin, M. I. Rol' izvesti, udobrenij i mikroelementov pri proektirovanii sevooborotov / M. I. Kudashkin, I. A. Gajsin, M. M. Geras'kin // Agrohimicheskij vestnik. – 2006. – № 4. – S. 5-7.
8. Libih, YU. Himiya v prilozhenii k zemledeliyu i fiziologii / YUstus Libih; Vvodnaya stat'ya akademika D. N. Pryanishnikova; Biografiya, kommentarii i red. per. prof. A. N. Lebedyanceva. – Moskva; Leningrad : Sel'hozgiz, 1936. – 407 s.
9. Osipov, A. I. Rol' udobrenij v plodorodii pochv i pitanii rastenij / A. I. Osipov // Zdorov'e - osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ih resheniya. – 2020. – T. 15, № 2. – S. 874-887.
10. Eryashev, A.P. Influence of Mineral Fertilizers and Potassium Humate on the Yield of Polystichous Barley / A.P. Eryashev, I.P. Bektyashkin, V.E. Kamalihin // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 12 (2). S. 1551-1560.
11. Eryashev, A.P. Changing the quality of grace malting barley seeds from fertilizers and seeding rates / A.P. Eryashev, P.A. Eryashev // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 2021. № 22(17-18). S. 95–101
12. Kamalihin, V.E. Agro economic assessment of spring barley cultivation technology / V.E. Kamalihin, V.I. Kargin, N.N. Neyaskin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. № 4 (12). S. 1255-1258.

Information about authors

1. **Yakomaskin Stepan Stepanovich**, Postgraduate student of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University; 430005, Saransk, Bolshevistskaya str., 68, Republic of Mordovia;
2. **Kargin Vasily Ivanovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, N.P. Ogarev National Research Mordovian State University; 430005, Saransk, Bolshevistskaya str., 68, Republic of Mordovia; e-mail: karginvi@yandex.ru;
3. **Zubarev Alexey Alekseevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Manager of Soyuzhim; 115404, Moscow, st. 6th Radialnaya, 7 A, b. 2, fl. 2, room 1 B.