

Сергей Алексеевич Фокин

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия
fok.s.a@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛИБДАТА АММОНИЯ И ХЕЛАТА МЕДИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Цель исследования – определить влияние способов применения микроудобрений молибдата аммония и хелата меди на показатели качества зерна яровой пшеницы. Исследования проводили в 2017–2021 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ (с. Грибское, Благовещенский район). Агрометеорологические условия в годы проведения исследования в основном отличались от среднемноголетних данных и характеризовались переувлажнением почвы. Объект исследования – сорт яровой пшеницы ДальГАУ-1 селекции ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. Площадь учетной делянки – 16,0 м², четырехкратная повторность, размещение делянок в опыте – рендомизированное. Статистическую значимость различий между средними значениями параметров оценивали при уровне вероятности $p < 0,05$. Схема полевого опыта: 1 – контроль без применения удобрений; 2 – $N_{30}P_{30}$ (фон); 3 – фон + обработка семян молибдатом аммония; 4 – фон + обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений молибдатом аммония; 5 – фон + обработка семян молибдатом аммония + опрыскивание вегетирующих растений хелатом меди в форме ЭДТА; 6 – фон + опрыскивание вегетирующих растений молибдатом аммония; 7 – фон + опрыскивание вегетирующих растений хелатом меди в форме ЭДТА. Установлено, что применение микроудобрений способствует увеличению показателей качества зерна яровой пшеницы относительно контроля без применения удобрений: массы 1000 семян – от 1,4 до 4,6 г; общей стекловидности – от 1,6 до 8,2 %; натурной массы – от 6,5 до 38,4 г/л и белка – от 0,7 до 2,0 %. Максимальные значения данных показателей качества в среднем за 5 лет эксперимента получены в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы. Качество семян яровой пшеницы напрямую зависело от погодных условий в годы исследования.

Ключевые слова: пшеница, зерно, качество зерна, микроудобрения, молибдат аммония, хелат меди, масса 1000 семян, общая стекловидность, натурная масса, содержание белка

Для цитирования: Фокин С.А. Влияние способов применения молибдата аммония и хелата меди на показатели качества зерна яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 35–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-35-42.

Sergei Alekseevich Fokin

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
fok.s.a@mail.ru

INFLUENCE OF APPLICATION METHODS OF AMMONIUM MOLYBDATE AND COPPER CHELATE ON SPRING WHEAT GRAIN QUALITY INDICATORS

The purpose of the study is to determine the impact of the methods of using ammonium molybdate and copper chelate microfertilizers on the quality indicators of spring wheat grain. The studies were carried out in 2017–2021 on the experimental field of the Far Eastern State Agrarian University (Gribskoye village, the Blagoveshchensk District). Agrometeorological conditions in the years of the study differed mainly from the long-term average data and were characterized by waterlogging of the soil. The object of the study is the

spring wheat variety DalGAU-1 bred at the Far Eastern State Agrarian University. The area of the accounting plot is 16.0 m², fourfold repetition, the placement of plots in the experiment is randomized. The statistical significance of differences between the mean values of the parameters was assessed at a probability level of $p < 0.05$. Scheme of the field experiment: 1 – control without the use of fertilizers; 2 – N₃₀P₃₀ (background); 3 – background + seed treatment with ammonium molybdate; 4 – background + seed treatment and spraying of vegetative plants with ammonium molybdate; 5 – background + seed treatment with ammonium molybdate + spraying of vegetative plants with copper chelate in the form of EDTA; 6 – background + spraying of vegetative plants with ammonium molybdate; 7 – background + spraying of vegetative plants with copper chelate in the form of EDTA. It has been established that the use of microfertilizers contributes to an increase in the quality of spring wheat grain relative to control without the use of fertilizers: the mass of 1000 seeds is from 1.4 to 4.6 g; total vitreousness – from 1.6 to 8.2 %; natural weight – from 6.5 to 38.4 g/l and protein – from 0.7 to 2.0 %. The maximum values of these quality indicators on average for 5 years of the experiment were obtained in the variant with the use of ammonium molybdate in the treatment of seeds and spraying of vegetative plants of spring wheat. The quality of spring wheat seeds directly depended on weather conditions during the study years.

Keywords: wheat, grain, grain quality, microfertilizers, ammonium molybdate, copper chelate, weight of 1000 seeds, total vitreousness, natural weight, protein content

For citation: Fokin S.A. Influence of application methods of ammonium molybdate and copper chelate on spring wheat grain quality indicators // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 35–42. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-35-42.

Введение. Одна из важнейших задач современного агропромышленного комплекса Российской Федерации – производство высококачественного зерна пшеницы [1, 2]. В настоящее время проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур с высоким качеством значительно обострилась и приобрела важное народно-хозяйственное значение. Основная часть выращенного зерна пшеницы не отвечает требованиям, предъявляемым к продовольственному зерну, что сказывается на качестве муки и хлеба [3]. Его качество зависит от степени обеспеченности на протяжении всего вегетационного периода элементами питания, погодно-климатических условий, предшественников в севообороте, сортовых особенностей и агротехники [4, 5].

В системе технологий возделывания зерновых культур, направленных на повышение урожайности и качества зерна, важное место отводится системе удобрения [6]. Многочисленные исследования показывают, что продуктивность сельскохозяйственных культур существенно увеличивается при рациональном применении удобрений. Без внесения удобрений почва постепенно истощается, снижаются ее плодородие, урожайность культур, продуктивность севооборота и ухудшается качество продукции. К большому сожалению, за постсоветский период применению различных видов удобрений в нашей стране уделялось недостаточное внимание, в т. ч. и микроудобрений [7].

Недостаточное содержание подвижных форм микроэлементов в почве обуславливает необходимость их включения в систему удобрения. При использовании микроудобрений необходимо ориентироваться как на биологические особенности выращиваемой культуры, так и на определенные фазы развития растений, подбирая определенные способы их внесения [8].

Микроудобрения на данный момент широко применяются в сельском хозяйстве. Применение микроудобрений оправдано не только со стороны высокой эффективности, но и малобъемностью использования, а следовательно, экономически их применение выгодно [6].

Яровая пшеница активно усваивает различные микроэлементы, которые играют важную роль в физиолого-биохимических процессах растений, такими являются молибден и медь. Молибден, входящий в состав фермента нитратредуктазы, регулирует процесс трансформации азота в растении, повышает содержание белка в продукции; активизирует окислительно-восстановительные процессы в растениях, принимает участие в углеводном обмене и обмене фосфорных соединений, синтезе витаминов и хлорофилла. Способствует усвоению азота и фосфора, улучшает питание растений кальцием, усвояемость железа; повышает устойчивость растений к климатическим стрессам и в конечном итоге улучшает показатели качества семян яровой пшеницы. Особенно эффективно применение молибдена на кислых почвах. Медь входит в состав различных ферментов и

существенно активизирует азотный, фосфорный и углеводный обменные процессы растений, способствует усилению фотосинтетической деятельности растений, играет большую роль в формировании генеративных органов. Влияет на развитие и строение клеток растений, повышает стойкость к грибковым и бактериальным болезням, полеганию, увеличивает засухо- и жароустойчивость. При недостатке этого элемента тормозится рост генеративных органов, уменьшается интенсивность фотосинтеза. Недостаток меди обуславливается высокими нормами минеральных удобрений, известкованием почв, высокими температурами почвы и воздуха. Пшеница очень чувствительна к недостатку меди, в особенности при повышении нормы внесения азотных удобрений до 90–120 кг/га и более [8–11].

Цель исследования – определить влияние способов применения микроудобрений молибдата аммония и хелата меди на показатели качества зерна яровой пшеницы.

Объекты и методы. Исследование проводилось в южной агроклиматической зоне Амурской области на опытном поле ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ с 2017 по 2021 г. Метеорологические условия в годы исследования отличались по температурному режиму и количеству осадков за вегетационный период, преимущественно они характеризовались переувлажнением. Анализ гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетационный период показал, что три года (2017, 2018 и 2021) характеризовались удовлетворительным увлажнением (ГТК – 1,6; 1,8 и 1,5 соответственно); переувлажненными были 2019 и 2020 гг. (ГТК – 2,4 и 3,1 соответственно).

Почва опытного участка – луговая черноземовидная среднемошная, имела следующую агрохимическую характеристику по годам исследования: обменная кислотность варьировала от среднекислой до слабокислой степени кислотности (pH_{KCl} 5,0–5,3); содержание гумуса (по методу И.В. Тюрина) – от низкого до среднего (3,8–4,4 %); минерального азота ($N-NO_3$) – от низкого до среднего (10,5–15,3 мг/кг почвы); аммонийного азота ($N-NH_4$) – среднее (20,0–28,0 мг/кг почвы); содержание доступных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) (по методу А.Т. Кирсанова) – соответственно от среднего до повышенного (52–79 мг/кг почвы) и от среднего до высокого (120 до 171 мг/кг почвы).

Объект исследования – сорт яровой пшеницы ДальГАУ-1, селекции ФГБОУ ВО Дальнево-

сточный ГАУ, высевали сеялкой СН-1,6 с нормой высева 6,5 млн всхожих семян на гектар с междурядьями 15 см рядовым способом. Площадь учета – 16,0 м², четырехкратная повторность, размещение делянок в опыте рендомизированное.

Схема полевого опыта: 1 – контроль (без применения удобрений); 2 – $N_{30}P_{30}$ (фон); 3 – фон + обработка семян молибдатом аммония; 4 – фон + обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений молибдатом аммония; 5 – фон + обработка семян молибдатом аммония + опрыскивание вегетирующих растений хелатом меди в форме ЭДТА; 6 – фон + опрыскивание вегетирующих растений молибдатом аммония; 7 – фон + опрыскивание вегетирующих растений хелатом меди в форме ЭДТА.

Обработка семян пшеницы перед посевом раствором молибдата аммония проводилась из расчета 0,3 кг/ц семян. Под предпосевную культивацию вручную вносились минеральные удобрения (азотные – аммиачная селитра, азотно-фосфорные – аммофос). Обработка вегетирующих растений пшеницы молибдатом аммония в дозе 0,2 кг/га и хелатом меди в форме ЭДТА в дозе 0,3 кг/га осуществлялась в фазе кущения, исходя из нормы расхода рабочего раствора 200 л/га. Уборку урожая осуществляли сплошным поделяночным комбайнированием.

Определяли физические показатели качества зерна: масса 1000 семян – в соответствии с ГОСТ 12042-1980; общая стекловидность – на приборе диафаноскоп ДСЗ-2 (ГОСТ 10987-1976) и натурная масса зерна – на пурке (ГОСТ 10840-2017); биохимический анализ – на приборе FOSS NIR SISTEM 5000 в ФНЦ ФГБНУ ВНИИ сои. Дисперсионный анализ экспериментальных данных проводили с использованием программного продукта MS Excel, согласно рекомендациям Б.А. Доспехова [12].

Результаты и их обсуждение. Качество семян яровой пшеницы – это совокупность свойств зерна, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Таким образом, в зависимости от цели использования зерна определяется необходимый набор показателей, характеризующих его качество [13].

По данным таблицы 1 видно, что применение микроудобрений повлияло на изменение массы 1000 семян яровой пшеницы по всем годам исследования.

Влияние способов применения микроудобрений на массу 1000 семян яровой пшеницы, г

Вариант	Год					Среднее	Отклонение ±	
	2017	2018	2019	2020	2021		от контроля	от фона
1. Контроль без применения удобрений	33,4	26,5	27,7	30,5	27,8	29,2	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ (фон)	35,2*	27,4	31,9*	29,4	29,3*	30,6*	+1,4	–
3. Фон + Мо (обработка семян)	35,4*	29,3*	34,6*	27,5	30,1*	31,4*	+2,2	+0,8
4. Фон + Мо (обработка семян + опрыскивание растений)	39,2*	29,9*	35,9*	29,8	34,3*	33,8*	+4,6	+3,2
5. Фон + Мо (обработка семян) + Си (опрыскивание растений)	35,9*	29,7*	34,1*	30,5	32,2*	32,5*	+3,3	+1,9
6. Фон + Мо (опрыскивание растений)	37,9*	28,9*	34,0*	30,3	33,8*	33,0*	+3,8	+2,4
7. Фон + Си (опрыскивание растений)	37,5*	27,6*	34,7*	29,9	32,9*	32,5*	+3,3	+1,9
НСР ₀₅	0,3	1,0	1,2	0,2	0,7	0,8	–	

*Здесь и далее: достоверные прибавки относительно контроля без применения удобрений.

Наибольшие значения данного показателя отмечены в 2017 г., более благоприятном по погодным условиям из всех годов исследования. В данном году максимальная величина массы 1000 семян была в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 39,2 г, что превысило контроль на 5,8 г и фон на 4,0 г.

Наименьшие значения массы 1000 семян были в 2018 г. практически во всех вариантах опыта. Максимальное значение изучаемого показателя отмечено также в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 29,9 г, что превысило контроль на 3,4 г и фон на 2,5 г.

В среднем за 5 лет исследования наибольшая масса 1000 семян была в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 33,8 г, что превысило контроль на 4,6 г и фон на 3,2 г.

Следовательно, применение микроудобрений различными способами способствовало увеличению массы 1000 семян относительно контрольного и фонового вариантов практически по всем годам исследования.

Процент общей стекловидности зерна яровой пшеницы изменялся как по годам исследований, так и по способам применения микроудобрений (табл. 2).

**Влияние способов применения микроудобрений
на процент общей стекловидности зерна яровой пшеницы, %**

Вариант	Год					Среднее	Отклонение ±	
	2017	2018	2019	2020	2021		от контроля	от фона
1. Контроль без применения удобрений	49,8	47,6	44,8	49,0	51,2	48,5	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ (фон)	54,0*	46,1	46,1	51,1*	53,0*	50,1	+1,6	–
3. Фон + Мо (обработка семян)	54,3*	48,9	47,7	54,5*	55,2*	52,1	+3,6	+2,0
4. Фон + Мо (обработка семян + опрыскивание растений)	66,8*	49,7	47,8	57,5*	61,6*	56,7*	+8,2	+6,6
5. Фон + Мо (обработка семян) + Си (опрыскивание растений)	54,8*	49,0	51,8*	56,1*	60,8*	54,5*	+6,0	+4,4
6. Фон + Мо (опрыскивание растений)	57,8*	44,8	51,6*	56,3*	60,4*	54,2*	+5,7	+4,1
7. Фон + Си (опрыскивание растений)	54,3*	54,0*	49,5*	55,7*	60,4*	54,8*	+6,3	+4,7
НСР ₀₅	3,1	4,4	4,7	0,8	0,6	4,9	–	–

Наименьшие показатели общей стекловидности отмечены в 2019 г. Наибольшее значение показателя стекловидности в данном году было в варианте с применением совместно молибдата аммония при обработке семян и хелата меди при опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 51,8 %, что превысило контроль на 7,0 % и фон на 5,7 %.

В среднем за годы исследования максимальное значение показателя общей стекловидности зерна яровой пшеницы отмечено в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегети-

рующих растений яровой пшеницы – 56,7 %, что превысило контроль на 8,2 % и фон на 6,6 %.

Следовательно, применение микроудобрений различными способами способствовало увеличению процента общей стекловидности зерна яровой пшеницы относительно контрольного и фоновых вариантов по всем годам исследования.

В таблице 3 представлены данные по изменению натурной массы семян яровой пшеницы в зависимости от способов применения микроудобрений.

Таблица 3

**Влияние способов применения микроудобрений
на натурную массу семян яровой пшеницы, г/л**

Вариант	Год					Среднее	Отклонение ±	
	2017	2018	2019	2020	2021		от контроля	от фона
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Контроль без применения удобрений	597,5	727,5	636,0	615,1	596,0	634,4	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ (фон)	624,8	745,0	602,2	618,8	613,7*	640,9	+6,5	–
3. Фон + Мо (обработка семян)	648,0*	677,8	627,3	644,7*	622,2*	644,0	+9,6	+3,1
4. Фон + Мо (обработка семян + опрыскивание растений)	705,0*	680,5	626,1	705,2*	647,4*	672,8*	+38,4	+31,9
5. Фон + Мо (обработка семян) + Си (опрыскивание растений)	689,0*	687,4	633,1	691,3*	621,3*	664,4	+30,0	+23,5

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Фон + Мо (опрыскивание растений)	667,7*	712,6	639,0	682,1*	625,7*	665,4*	+31,0	+24,5
7. Фон + Си (опрыскивание растений)	669,0*	725,5	637,7	680,0*	620,2*	666,5*	+32,1	+25,6
НСР ₀₅	36,4	37,8	30,1	17,6	12,3	30,7	–	

Наибольшее значение натурной массы зерна отмечено практически по всем вариантам опыта в 2018 г. В данном году ни один из изучаемых вариантов по данному показателю не превысил контроль и фоновый вариант. Максимальное значение изучаемого показателя получено в варианте с применением азотно-фосфорных удобрений (фон) – 745,0 г/л, что превысило контроль на 17,5 г/л.

Наименьшая натурная масса зерна яровой пшеницы по годам эксперимента получена практически во всех вариантах опыта в 2021 г. Максимальные показатели натурной массы зерна отмечены в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 647,4 г/л, что превысило контроль на 51,4 г/л и фон на 33,7 г/л.

В среднем за 5 лет эксперимента наибольшая натурная масса зерна была в варианте с

применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 672,8 г/л, что превысило контроль на 38,4 г/л и фон на 31,9 г/л.

Следовательно, применение микроудобрений различными способами незначительно способствовало увеличению натурной массы зерна яровой пшеницы относительно контрольного и фонового вариантов по всем годам исследования.

Содержание белка в пшеничном зерне зависит от вида и разновидности злака, условий возделывания и характера почвы, количества и качества удобрений, количества солнечных дней и осадков, правильного сбора и срока созревания.

В таблице 4 представлены данные по влиянию способов применения микроудобрений на содержание белка в зерне яровой пшеницы.

Таблица 4

Влияние способов применения микроудобрений на содержание белка в зерне яровой пшеницы, г/л

Вариант	Год					Среднее	Отклонение ±	
	2017	2018	2019	2020	2021		от контроля	от фона
1. Контроль без применения удобрений	11,7	13,6	11,1	11,3	11,8	11,9	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ (фон)	13,4*	14,1	11,7	11,9	12,0	12,6*	+0,7	–
3. Фон + Мо (обработка семян)	13,8*	14,4*	13,4*	13,3*	13,8*	13,7*	+1,8	+1,1
4. Фон + Мо (обработка семян + опрыскивание растений)	13,4*	14,7*	13,0*	13,9*	14,5*	13,9*	+2,0	+1,3
5. Фон + Мо (обработка семян) + Си (опрыскивание растений)	13,5*	14,2*	13,0*	13,2*	13,4*	13,5*	+1,6	+0,9
6. Фон + Мо (опрыскивание растений)	14,3*	14,4*	12,7*	13,5*	13,4*	13,7*	+1,8	+1,1
7. Фон + Си (опрыскивание растений)	13,5*	13,2	12,5*	13,1*	13,0*	13,1*	+1,2	+0,5
НСР ₀₅	1,6	0,6	0,8	0,7	0,4	0,5	–	

Максимальное содержание белка в зерне пшеницы по годам исследования отмечено в 2018 г. Наибольшая его величина была в ва-

рианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 14,7 %, что превы-

сило контрольный вариант на 1,1 % и фоновый на 0,6 %. Наименьший показатель в данном году отмечен в варианте с применением хелата меди по вегетации – 13,2 %.

В 2019 г. из всех годов исследования отмечено минимальное содержание белка в зерне пшеницы. Наибольшее его количество было в варианте с применением молибдата аммония при обработке – 13,4 %, что превысило контроль без применения удобрений на 2,3 % и вариант с аммофосом на 1,7 %.

В среднем за 5 лет исследования наибольший показатель белка в зерне пшеницы отмечен в варианте с применением молибдата аммония при обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений яровой пшеницы – 13,9 %, что превысило контрольный вариант на 2,0 % и фоновый на 1,3 %.

Следовательно, применение микроудобрений различными способами способствовало увеличению белка в зерне яровой пшеницы относительно контрольного и фонового вариантов по всем годам исследования.

Заключение. Проводя оценку применения микроудобрений различными способами под яровую пшеницу в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области, можно отметить, что применяемые микроудобрения способствовали увеличению физических показателей качества зерна яровой пшеницы и содержания белка в нем. Максимальное значение изучаемых показателей качества зерна в среднем за годы исследования отмечено в варианте с применением молибдата аммония совместно с обработкой семян перед посевом и по вегетирующим растениям яровой пшеницы.

Установлено, что существенное влияние на показатели качества зерна яровой пшеницы наряду с изучаемыми микроэлементами оказывают погодные условия, складывающиеся в течение вегетационных периодов.

Список источников

1. Технологическая и хлебопекарная оценка качества зерна сортов яровой и озимой пшеницы разного экологического происхождения / Л.М. Моисеенко [и др.] // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 2. С. 35–37.
2. Фадеева И.Д., Тагиров М.Ш., Газизов И.Н. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Татарском НИИСХ // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2 (56). С. 34–37.
3. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от гуминового удобрения «Гумостим» и предшественников / С.В. Богомазов [и др.] // Нива Поволжья. 2020. № 3 (56). С. 44–49. DOI: 10.36461/NP.2020.56.3.013.
4. Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы / Р.В. Мимонов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 8. С. 6–12.
5. Формирование продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в условиях муссонного климата / А.Г. Клыкков [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 46–48. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/46-48.
6. Никифоров В.М., Никифоров М.И., Мамеев В.В. Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (77). С. 7–12.
7. Ханикаев Б.Р., Дзанганов С.Х., Лазаров Т.К. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57, № 4. С. 8–14.
8. Фокин С.А., Семенова Е.А., Крылова Н.П. Агрохимические свойства почвы и продуктивность яровой пшеницы в зависимости от способов применения микроудобрений // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9 (174). С. 30–37. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-30-37.
9. Долгополова Н.В. Эффективность действия микроэлемента молибдена на продуктивность озимой пшеницы в структуре севооборота // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 48–52.
10. Влияние отдельного и совместного применения марганца, цинка, меди, молибдена и кобальта на посевные качества яровой пшеницы / Е.И. Григорьева [и др.] // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат-лы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 18–19 апреля 2013 г.). Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 35–38. (Лапшинские чтения)
11. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений: монография. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2011. 368 с.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер. М.: Альянс. 2011. 350 с.
13. Результаты изучения показателей качества зерна, муки и их сопряженной изменчивости при разных условиях возделывания озимой пшеницы / И.В. Сацюк [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. № 55. С. 126–132.
7. Hanikaev B.R., Dzanganov S.H., Lazarov T.K. Urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy v zavisimosti ot sistemy udobreniya // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. T. 57, № 4. S. 8–14.
8. Fokin S.A., Semenova E.A., Krylova N.P. Agrohimiicheskie svoystva pochvy i produktivnost' yarovoj pshenicy v zavisimosti ot sposobov primeneniya mikroudobrenij // Vestnik KrasGAU. 2021. № 9 (174). S. 30–37. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-30-37.
9. Dolgopolova N.V. `Effektivnost' dejstviya mikro`elementa molibdena na produktivnost' ozimoy pshenicy v strukture sevooborota // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 1. S. 48–52.
10. Vliyanie razdel'nogo i sovmestnogo primeneniya marganca, cinka, medi, molibdena i kobal'ta na posevnye kachestva yarovoj pshenicy / E.I. Grigor'eva [i dr.] // Resursosberegayuschie `ekologicheski bezopasnye tehnologii proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: mat-ly IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Saransk, 18–19 aprelya 2013 g.). Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2013. S. 35–38. (Lapshinskie chteniya)
11. Bityuckij N.P. Mikro`elementy vysshih rastenij: monografiya. SPb.: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo un-ta, 2011. 368 s.
12. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). Izd. 6-e, ster. M.: Al'yans. 2011. 350 s.
13. Rezul'taty izucheniya pokazatelej kachestva zerna, muki i ih sopryazhennoj izmenchivosti pri raznyh usloviyah vzdelyvaniya ozimoy pshenicy / I.V. Sacyuk [i dr.] // Zemledelie i selekciya v Belarusi. 2019. № 55. S. 126–132.

References

1. Tehnologicheskaya i hlebopekarnaya ocenka kachestva zerna sortov yarovoj i ozimoy pshe-nicy raznogo `ekologicheskogo proishozhdeniya / L.M. Moiseenko [i dr.] // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2014. № 2. S. 35–37.
2. Fadeeva I.D., Tagirov M.Sh., Gazizov I.N. Rezul'taty selekcii ozimoy pshenicy na kachestvo zerna v Tatarskom NIISH // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2 (56). S. 34–37.
3. Urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy v zavisimosti ot guminovogo udobreniya «Gumostim» i predshestvennikov / S.V. Bogomazov [i dr.] // Niva Povolzh'ya. 2020. № 3 (56). S. 44–49. DOI: 10.36461/NP.2020.56.3.013.
4. Vliyanie udobrenij na pokazateli kachestva zerna ozimoy pshenicy / R.V. Mimonov [i dr.] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2020. № 8. S. 6–12.
5. Formirovanie produktivnosti i kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah mussonnogo klimata / A.G. Klykov [i dr.] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. № 1. S. 46–48. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/46-48.
6. Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Mameev V.V. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov yarovoj

Статья принята к публикации 14.03.2023 / The article accepted for publication 14.03.2023.

Информация об авторах:

Сергей Алексеевич Фокин, доцент кафедры экологии, почвоведения и агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Sergey Alekseevich Fokin, Associate Professor at the Department of Ecology, Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Agricultural Sciences