

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-729

УДК 633.11.631.89



Научная статья | Земледелие и защита растений

ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ РФ

А.В. Солонкин, А.Ю. Гузенко, А.В. Гузенко, Е.В. Семинченко

Обоснование. *Озимая пшеница является ключевой культурой в большинстве хозяйств Волгоградской области и юга России. Однако, не смотря на высокий ежегодный валовой сбор зерна пшеницы в регионе (4 млн. тонн и более), его стабилизация и увеличение производства усложнены глобальными и локальными изменениями климата, истощением почвенного плодородия, загрязнением окружающей среды, сужением биоразнообразия культур, используемых в севообороте, и другими негативными факторами. Воздействии внешних факторов среды на производство зерна чрезвычайно сложно и требует системного подхода при изучении. Среди основных тенденций в изменении климата ученые ФНЦ агроэкологии РАН отмечают устойчивый рост средних температур воздуха осенне-зимнего периода, повышение внутри сезонной изменчивости.*

Цель работы заключается в совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы, изучении влияния минеральных удобрений и новых биопрепаратов на урожайность и качественные характеристики зерна в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области.

Материалы и методы. Проведено исследование влияние микроэлементов на урожайность озимой пшеницы сорт Камышанка 4, а также анализ качественных показателей в засушливых условиях Волгоградской области на основе методики Б. А. Доспехова и госсортоиспытания.

Результаты. Согласно проведенным исследованиям, наибольшим эффектом на урожайность и качество озимой пшеницы было сформировано на обработке препаратами серии «Биостим» влияющие на баланс питательных веществ в период вегетации, защиты от воздействия абиотических процессов, восстановление продуктивности культур после действия стрессов

Заключение. При выборе питания растений микроэлементами, нужно исходить из почвенно климатических условий. Вследствие этого в засушливых условиях Волгоградской области были получены результаты, показывающие важную роль аминокислот и микроэлементов в поддержании баланса питательных веществ на всем протяжении вегетации растений.

Ключевые слова: аминокислоты; микроэлементы; засушливые условия; питание растений

Для цитирования: Солонкин А.В., Гузенко А.Ю., Гузенко А.В., Семинченко Е.В. Проведение научных исследований по изучению влияния микроэлементов на жизнедеятельность озимой пшеницы в засушливых условиях РФ // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №1. С. 211-228. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-729

Original article | Soil Fertility and Plant Protection

CONDUCTING SCIENTIFIC RESEARCH ON THE INFLUENCE OF TRACE ELEMENTS ON THE VITAL ACTIVITY OF WINTER WHEAT IN ARID CONDITIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

A. V. Solonkin, A. Yu. Guzenko, A. V. Guzenko, E. V. Semenchenko

Background. Winter wheat is a key crop in most farms of the Volgograd region and the south of Russia. However, despite the high annual gross harvest of wheat grain in the region (4 million tons or more), its stabilization and increase in production are complicated by global and local climate changes, depletion of soil fertility, environmental pollution, narrowing of biodiversity of crops used in crop rotation, and other negative factors. The impact of external environmental factors on grain production is extremely difficult and requires a systematic approach in the study. Among the main trends in climate change, scientists of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences note a steady increase in average air temperatures of the autumn-winter period, an increase in intra-seasonal variability.

Purpose. Improving the technology of winter wheat cultivation, studying the effect of mineral fertilizers and new biological products on the yield and quality characteristics of grain in the conditions of light chestnut soils of the Volgograd region

Materials and methods. *The study of the effect of trace elements on the yield of winter wheat of the Kamyshanka 4 variety, as well as the analysis of qualitative indicators in the arid conditions of the Volgograd region based on the methodology of B. A. Dospekhov and gossorto-testing.*

Results. *According to the conducted studies, the greatest effect on the yield and quality of winter wheat was formed on the treatment with preparations of the Biostim series that affect the balance of nutrients during the growing season, protection from the effects of abiotic processes, restoration of crop productivity after stress.*

Conclusion. *When choosing plant nutrition with trace elements, it is necessary to proceed from soil and climatic conditions. As a result, in the arid conditions of the Volgograd region, results were obtained showing the important role of amino acids and trace elements in maintaining the balance of nutrients throughout the vegetation of plants.*

Keywords: *amino acids; trace elements; arid conditions; plant nutrition*

For citation: *Solonkin A.V., Guzenko A.Yu., Guzenko A.V., Semenchenko E.V. Conducting Scientific Research on the Influence of Trace Elements on the Vital Activity of Winter Wheat in Arid Conditions of the Russian Federation. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 211-228. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-729*

Введение

Большинство регионов РФ находятся в зонах рискованного земледелия. На этот немаловажный фактор накладываются ежегодные климатические аномалии, которые в разных регионах значительно различаются: от ранневесенних засух с пожарами до заморозков в июне, от 3-4-летних засух до 2-3-месячных норм осадков, выпадающих за 1-2 дня [15, 16, 18]. Современные реалии диктуют и новые подходы к агротехническим и технологическим мероприятиям, их трансформацию, направленную на стабилизацию ростовых процессов в неблагоприятных условиях [1, 5, 10]. Влияние аминокислот в составе удобрений на повышение мобильности и эффективности микроэлементов. Одним из актуальных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур становятся некорневые листовые подкормки. Их эффективность была многократно доказана в ходе экспериментов как в РФ, так и за рубежом. Основная особенность и уникальность обработок вегетирующих растений состоит в том, что в критические периоды развития, когда потребность растений в мезо-микроэлементах возрастает, повышается и их эффективность [2, 6, 9].

Как показали исследования последних лет, всеми этими свойствами обладают аминокселаты – новейшее происхождение удобрений с целью внекорневой подкормки, водянистые биостимулирующие витамины (земли в основании аминокселатов [4, 8, 11]. Они отличаются согласно начальному сырью: зоологического либо постного возникновения; методу извлечения аминокселатов и формуле макро-, мезо- и микроэлементов. И, что немаловажно, доказано, что аминокселаты обладают высокой мобильностью проникновения и диффузией внутри листа. Многие исследователи подтверждают высокую степень совместимости аминокселатов в баковых смесях с пестицидами и другими формами макро- и мезоудобрений. Это повышает их привлекательность как коммерческих препаратов, которые обеспечивают снижение количества обработок растений [3, 12, 19].

Большое значение имеет правильный подбор сортов для конкретных почвенно-климатических условий, обладающих высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам, и благодаря которым прибавка урожая может составлять 15% и более [7, 13, 17].

Исследование сведений, приобретенных из-за года выполнения местного прогноза, обнаружил увеличение нахождения мобильных конфигураций меди, малозначительное перемена сосредоточения цинка и негативную динамику мобильных конфигураций кобальта и марганца в грунте. Сущность мобильных сочетаний цинка в основах реперных зон пребывает в весьма невысоком степени: в 1995 году – 0,60 мг/кг, в 2016 году – 0,64 мг/кг. Увеличение величины данного признака вплоть до 1,5 мг/кг замечали в 2005–2007 гг., уже после чего же некто возвратился к степени близнему к начальному согласно абсолютно всем реперным участкам. В таком случае ведь период все без исключения года земли возможно дать характеристику равно как низкообеспеченные кобальтом. Сущность мобильного марганца в 1995 году в обычном достигало 27,8 мг/кг, то что отвечает значительной состоятельности. К 2016 году оно уменьшилось вплоть до 16,2 мг/кг (посредственная снабженность). При этом снижение сосредоточения мобильного марганца стабильно совершалось в протяжении в целом этапа выполнения освидетельствования, то что указывает касательно значительной вероятности появления недостатка данного компонента в основах реперных зон и, следовательно, согласно целой области сервиса ФГБУ «ЦАС «Волгоградский». Присутствие данным, к примеру, пахотные земли в области работы станции агрохимической работы «Таловская» в 01.01.2017 году в большей степени характеризовались невысокой обеспе-

ченностью мобильными сочетаниями меди, цинка, кобальта и марганца. Средневзвешенные величины их нахождения собирали в соответствии с этим 0,11, 0,2, 0,09 и 6,0 мг/кг [13, 14].

Материалы и методы

Исследования проводились в период 2019-2021 год, на экспериментальном участке ФГУП УОХ «Горная поляна» ГОУ ВГСХА в зоне светло-каштановых почв Волго - Донского междуречья Южного Федерального округа Российской Федерации.

Координаты участка X -8615,07 Y-6549,97; X-8603, 61 Y-6655,43; X-8483, 91 Y-6641, 27; X-8495, 92 Y-65636, 63; X 8611, 23 Y-6671, 98; X-8590, 35 Y-6858, 91; X-8468, 44 Y-6842, 52; X-8487, 33 Y-6655, 55.

Изучали озимую пшеницу сорта Камышанка 4.

Предшественник в 2020 и в 2021 годах – черный пар. Предпосевная обработка семян – двухкомпонентный протравитель Альфа-протравитель – 0,5л/т + водорастворимое NPK удобрение (13:40:13 + МЭ) – 1 кг/т + Моноаммонийфосфат (12:60) – 1 кг/т. Сев проводился 28.09.2019; 26.09.2020 и 23.09.2021 года. Норма - 3,5 – 4,0 млн. всхожих семян на 1 га. Глубина заделки семян – 10-11 см. Сеялка СКП-2.1 (Омичка) с анкерными сошниками 20 мм.

Земли квалифицированного места светло-каштановые, вместе с входением дерна 1,7-2,3%, рН земли с 7,2 вплоть до 7,8, единого азота 0,12-0,19%, сплошного фосфора 0,12-0,15%, единого калия 1,26-2,06%. В пахотном покрове земли находится легко доступного фосфора 90-100 килограмм, калия 1080-1296 килограмм, азота (NO₃) - 72-90 килограмм. Сущность тяжелых металлов и пестицидов никак не превосходит допустимой концентрации. Агрохимические показатели были низкими для посева озимой пшеницы на данном участке, поэтому для лучшего развития семян нужно было провести мероприятия по внесению минеральных удобрений или поиска других решений, так как в формировании урожая и его химического состава принадлежит сбалансированному питанию растений макро- и микроэлементами.

Для данного исследования нами были отобраны препараты АО «Щелково-Агротех», содержащие определенное количество действующего вещества макро и микроэлементов. Выбор был обусловлен ранними исследованиями по использованию удобрений на зерновых культурах в Российской Федерации, а также изучив материалы иностранных научных опытов проведенных ранее (таблица 1).

Таблица 1.

Препараты, использованные в исследованиях

№	Универсальный препарат	Действующие вещество	Норма расхода препарата	Назначение и применение препарата
1	Ультрамаг Комби	N – 15,0; MgO – 2,0; SO ₃ – 4,5; Cu – 0,9; Fe – 0,8; Mg – 1,1; Zn – 1,0; Mo – 0,005; Ti – 0,02		Полное проникновение и усвоение питательных элементов Высокое содержание основных микроэлементов Содержит титан Ti – активатор роста растений, позволяющий качественно повысить усвоение из листьев и почвы питательных элементов
2	Ультрамаг Молибден	N – 4,5; Mo – 3,0		Принимает участие в синтезе аминокислот и белков, регулирует процесс трансформации азота в растении, 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 содержание белка в продукции. В особенности эффективно применение молибдена на кислых почвах.
3	Биостим Универсал	Аминокислоты растительного происхождения – 10; N – 6,0; K ₂ O – 1,3; SO ₃ – 5,0		Предназначен для некорневых (листовых) всех культур в течении всего периода вегетации для стимулирования вегетативного роста, защиты от абиотических, химических стрессов и повышения устойчивости к болезням. Воздействует на регенерацию (восстановления) листового аппарата растений и активации ростовых процессов при механических (действие града, вымокание и др.) температурных повреждениях (подмерзание)
4	Биостим Зерновой	Аминокислоты растительного происхождения – 7,0; N – 5,5; P ₂ O – 4,0; MgO – 2,0; SO ₃ – 2,5; Fe – 0,3 Mg – 0,7; Zn – 0,6; Cu – 0,4; B – 0,2; Mo – 0,002; Co – 0,01		Поддержание баланса питательных веществ в период вегетации, защиты от воздействия абиотических процессов, восстановление продуктивности культур после действия стрессов Повышение устойчивости к болезням, улучшения количественных и качественных параметров .
5	Биостим рост	Аминокислоты растительного происхождения – 4,0; N – 4,0; P ₂ O ₅ – 1,0; MgO – 2,0; SO ₃ – 1,0; Fe – 0,4; Zn – 0,2; B – 0,1		Предназначен для всех сельскохозяйственных культур в начале весенней вегетации, особенно в условиях неблагоприятных погодных условий (затяжная весна, после возвратных заморозков и др.), а также на ослабленных, поврежденных посевах после перезимовки

В засушливой почвенно-климатической зоне Южного Федерального округа Волгоградской области погодные условия являются главным фактором влияния на кушение, продуктивный стеблестой, качество и урожайность озимой пшеницы.

Ростки у зерновых культур учитывали присутствие появления 1-ый раскрутившихся листочков при 75% растений. Принятие сноповых стандартов и их исследование сноповых стандартов изготовлялся в период в ходе 2-ух месяцев уже после пред уборкой. В дополнение устанавливали последующие характеристики: посредственную длину колоса; среднее количество колосков в колосе; посредственную изобилие семена 1-го колоса (метелки); среднее количество семян в 1 колосе; высоту растений устанавливают пред уборкой, меря дистанция с плоскости земли вплоть до элиты главного стебля, никак не полагая остей колосьев. Нагнувшиеся растения поднимают замера велись в 5 эквидистантных участках делянок 2-ух несмежных повторений и выводились обычные значимость характеристики.

Уборка и учет урожая. До начала уборки измеряют площадь выключек и определяют фактическую площадь каждой делянки. Уборку озимой пшеницы проводили выборочно в фазе восковой спелости. После уборки малогабаритным комбайном зерно с каждой делянки взвешивалось с точностью до 0,1 кг и отбирался средний образец для определения влажности и качества зерна. При уборке комбайном перед взвешиванием и учетом урожая зерно подвергалась очистке.

Оценка качества урожая зерна. Определяли: влажность, массу 1000 зерен, всхожесть, натуру. Массу 1000 семян устанавливают согласно 2 навескам по 500 семян, какие завешивают с верностью вплоть до 0,01 грамм, перемещают в массу 1000 семян и исчисляют посредственную изобилие вместе с верностью вплоть до 0,1 грамм. Натуру семена (массу 1-го литра семена) устанавливают в литровой пурке, с целью чего же с посредственного стандарта рафинированного семена отвешивают проверку 2 килограмм. Согласно любому примеру выполняют 2 установления и вводили умеренный коэффициент вместе с верностью вплоть до 1 грамма. Расхождения среди 2-мя определениями разнятся никак не наиболее 5 грамм [Методика госсортоиспытания].

Также проводились исследования по качественным показателям озимой пшеницы с помощью прибора ИнфраЛЮМ. Качество зерна определяют по: содержанию белкового азота (протеина) по Кьельдалю; содержание клейковины и ее качество по ГОСТу 13586.1-68; стекловидность по ГОСТу 10987-76.

Для проведения полной проверки и достоверности проведенных опытов за 2020-2022 го обработку и анализ математических данных проводили в программе Excel. Была проведена корреляционная матрица чисел зависимости каждой переменной по всем вариантам обработок за 2020-2022 гг. Исходя из полученных корреляционных параметров, проведена проверка через степень свободы, для учета расчетов на адекватность рассматриваемых событий.

Результаты и обсуждение

Изучив полученные данные по структуре урожайности озимой пшеницы, видно, что по некоторым фонам внесения микроудобрений не давало большую прибавку от контроля по весу одного колоса (г), к примеру: Ультрамаг молибден и Биостим рост – на 14%. Также, на варианте с обработкой Агрофос составило прибавку в 4%. Наиболее высокий результат по сравнению с контролем дал препарат Биостим универсал на 25% (Рисунок 1)

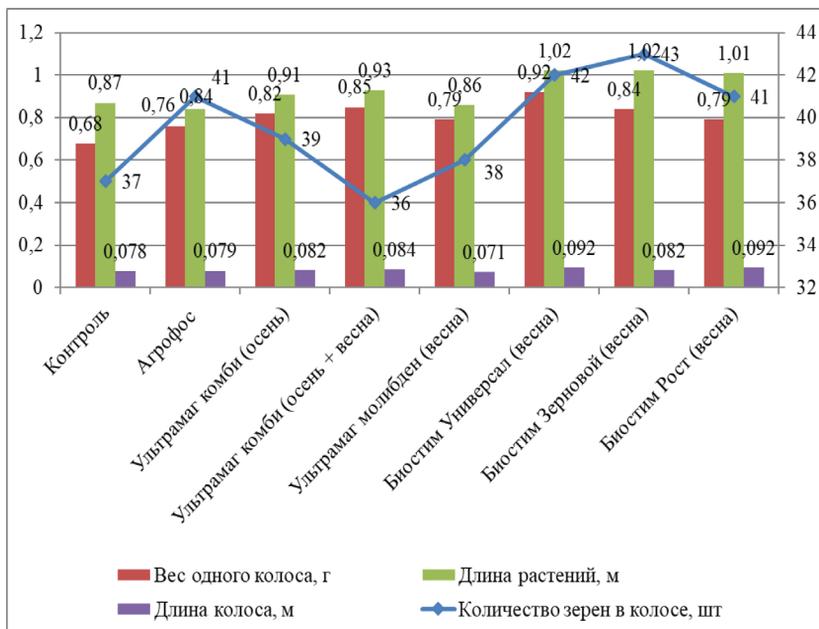


Рис. 1. Показатели структуры урожайности озимой пшеницы за 2020-2022 годы, среднее

Применение препаратов также сказалось на улучшении роста растений озимой пшеницы: длина растений (м) и длина колоса (м) в отличие от контроля и обработки Агрофос. В этом случае Биостим универсал также занял лидирующее место среди других обработок озимой пшеницы Камышанка 4.

Учет продуктивного стеблестоя по изучаемым фонам обработок показал существенное различие для одного сорта, от 521 на контроле до 623 шт/м². При этом применение дополнительных обработок удобрениями позволило увеличить продуктивный стеблестой по сортам на 15...17%. Наибольшая прибавка получена при обработке по варианту обработки Биостим универсал – на 16,5% от контроля. Меньшая прибавка отмечена при обработке препаратом Ультрамаг Молибден – на 7% от контроля. Эти показатели характеризуют высокую эффективность интенсивной обработки по листу стимуляторами роста и биопрепаратам (рисунок 2).

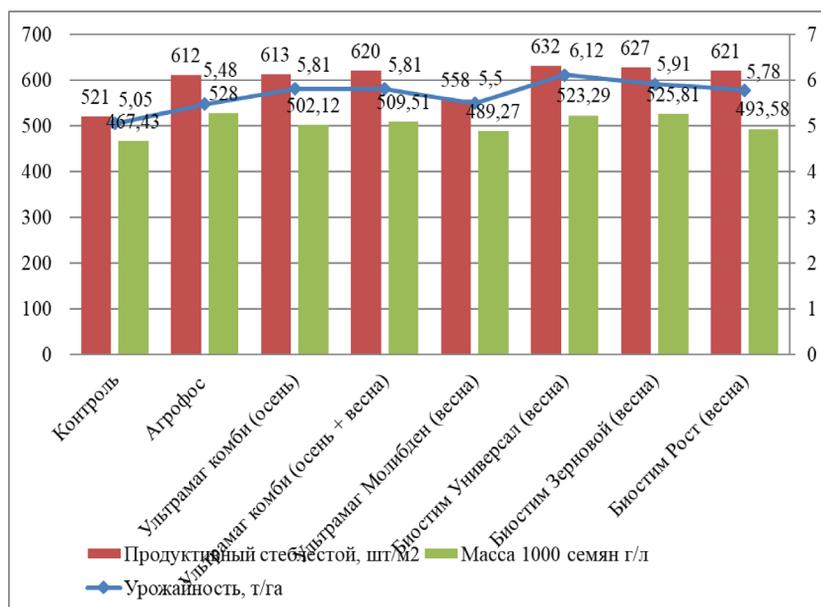


Рис. 2. Показатели структуры урожайности при мониторинге озимой пшеницы за 2020-2022 годы, среднее

Важным качественным показателем озимой пшеницы является масса 1000 зерен. Определение природы зерна озимой пшеницы на разных

агрофонах показало, что в среднем этот показатель варьировал в пределах 501,57 г/л, в зависимости обработки. Наиболее выполненное зерно, с массой 1000 семян отмечено на обработке препаратами Ультрамаг Комби (осень+весна) – 509,51 г/л; Биостим зерновой (весна) – 525,81 г/л; Биостим универсал (весна) – 523, 29 г/л. По остальным обработкам существенная разница по качественным показателям зерна (масса 1000 зерен) между вариантами практически не наблюдалась.

Как видно из рисунка 2, наибольшая урожайность отмечалась при применении в фазу кушения препаратов Биостим Универсал (6,1 т/га) и Биостим Зерновой (5,9 т/га). Причем, в варианте с применением Биостима Универсала наблюдалось наименьшее количество продуктивных стеблей в фазу полной спелости, т.е. применение препарата Биостим Универсал способствовало формированию более выполненного зерна, что для посевных качеств имеет очень важное значение.

Для полноты исследования была проведена математическая обработка, которая позволила удостоверить результаты данного исследования.

Было задействовано несколько переменных с определенным и основным фактором влияния микроэлементов на урожайность: за Y – урожайность (т/га) X_1 – продуктивный стеблестой (шт/м²); X_2 – натура семян (г/л); X_3 – вес одного колоса, г X_4 – длина колоса, см; X_5 – высота растений, см

Таблица 2.

Математическая обработка урожайности озимой пшеницы от примененных препаратов с микроэлементами, среднее (2020-2022 гг)

Препарат	Нормированный R ²	p-значение	Значимость Фишера	Уравнение модели регрессии
Контроль	0,84	≥0,05	0,48	-
Агрофос	0,93	≥0,05	0,16	-
Ультрамаг Комби (осень)	0,79	≥0,05	0,55	-
Ультрамаг Комби (осень+весна)	0,74	≥0,05	0,75	-
Ультрамаг Молибден	0,97	≥0,05	0,05	-
Биостим универсал	0,99	≤0,05	0,03	$y = 0,005x_1 + 0,17x_2 + 0,08x_3 + 0,51$
Биостим Зерновой	0,96	≤0,05	0,23	$y = 0,0004x_1 + 0,55$
Биостим Рост	0,82	≥0,05	0,26	-

Все изучаемые препараты дали разные результаты обработки. Биостим Универсал и Биостим Зерновой формирующие урожай зерна по достовер-

ности уровня значимости критерия Фишера в среднем меньше, либо равно 0,05. Самая высокая точность аппроксимации по препарату Биостим Универсал– 0,99 ($y = 0,005x_1 + 0,17x_2 + 0,08x_3 + 0,51$). По остальным значениям связей R – квадрат наблюдается адекватная модель описываемого явления от 0,74 до 0,84 (таблица 2).

Урожайность по другим препаратам дала коэффициент детерминации меньше, чем 0,9. Можно считать, что точность аппроксимации недостаточно и модель требует улучшения.

Проведённые исследования показали, что среднее содержание белка в зерне у половины вариантов по обработкам препаратами составляет менее 13,44% (таблица 3).

Таблица 3.

**Качественные показатели озимой пшеницы сорта Камышанка 4
за 2020-2021 год, среднее**

Препарат	Влажность, %	Клейковина, %	Белок, %	Стекловидность, %
Контроль	9,55	18,64	12,93	69
Агрофос	9,36	17,74	12,68	72
Ультрамаг комби (осень)	9,22	10,96	11,17	60
Ультрамаг комби (осень + весна)	9,6	18,89	13,44	66
Ультрамаг Молибден (весна)	9,48	15,33	12,27	63
Биостим Универсал (весна)	9,17	23,6	15,87	68
Биостим Зерновой (весна)	9,65	25,04	14,77	73
Биостим Рост (весна)	9,3	28,89	15,61	79

Наибольший итог был получен в обрабатыванию микроудобрением Биостим Универсал (весна) - 15,87%, то что значительно выделяет его с других обработок в 7...9%. Наибольшее значение общественной части клейковины в обычном согласно годам фиксировалось при Биостим Рост (весна)– 28,89% (таблица 3)

Заключение

На основе проведенных исследований наибольшая урожайность отмечалась при применении в фазу кушения препаратов Биостим Универсал (6,1 т/га) и Биостим Зерновой (5,9 т/га). Причем, в варианте с применением Биостима Универсала наблюдалось наименьшее количество продуктивных сте-

блей в фазу полной спелости, т.е. применение препарата Биостим Универсал способствовало формированию более выполненного зерна, что для посевных качеств в сельскохозяйственном производстве имеет очень большую роль.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Информация о спонсорстве. Исследования выполнены в рамках государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100448-6 «Создание новых конкурентноспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

Список литературы

1. Аристархов А.Н., Волков А.В. Влияние цинковых микроудобрений на качество зерна яровой пшеницы в Центральном Нечерноземье // Плодородие. 2014. № 4 (79). С. 9-12
2. Азаренко Ю. А., Гаврильченко О.Л. Влияние высоких концентраций бора и легкорастворимых солей на поступление микроэлемента в растения и их продуктивность // Омский научный вестник. 2003. №3 (24). С 176.
3. Влияние наночастиц диоксида титана и оксида алюминия на морфофизиологические параметры растений / Астафурова Т.П., Моргалёв Ю.Н., Зотикова А.П., Верхотурова Г.С., Михайлова С.И., Буренина А.А., Зайцева Т.А., Постовалова В.М., Цыцарева Л.К., Боровикова Г.В.// Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 1 (13). С. 113-122.
4. Влияние микроудобрений на основе хелатных комплексов на всхожесть семян / Нуштаева А.В., Блинохватова Ю.В., Власова Т.А., Чекаев Н.П. // Нива Поволжья. 2021. №1 (58). С. 17-22
5. Гузенко А.Ю., Сапунков В. Влияние сроков сева и норм высева на урожайность озимой пшеницы в условиях степной зоны черноземных почв в Волгоградской области // Аграрная наука. 2022. №10. С. 108-114
6. Гузенко А.Ю., Солонкин А. В., Гузенко А.В. Изучение отзывчивости сортов ячменя на дополнительные подкормки // Научно-агрономический журнал. 2022. № 1 (116). С. 33-40
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для выс. с.-х. уч. заведений. Сте-

- реотипное издание. Перепечатка с 5-го изд., доп. и переработ., 1985 г. М.: Альянс, 2011. 351 с.
8. Долгополова Н.В. Эффективность действия микроэлемента молибдена на продуктивность озимой пшеницы в структуре севооборота // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №1. С. 48-52
 9. Исайчев В. А., Андреев Н. Н., Плечов Д. В. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на динамику содержания азота, фосфора, калия и серы в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза в условиях лесостепи Среднего Поволжья. // Вестник Ульяновской ГСХА. 2013. №1 (33). С.25-32.
 10. Кретович В.Л. Обмен азота в растениях. М.: Наука, 1972. 527 с.
 11. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1980. 447 с.
 12. Костин В.И., Мударисов Ф.А., Семашкина А.И. Влияние серосодержащих удобрений при ранневесенней подкормке на урожайность и качество озимой пшеницы // Нива Поволжья. 2018. №1 (46). С. 29-35
 13. Сухова О. В., Болдырев В.В., Акулов А.В. Мониторинг содержания микроэлементов в почвах Волгоградской области // Достижения науки и техники АПК. 2019. №33(4). С.20-21
 14. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Хут А.Р., Есипенко С.В. Борные удобрения на рисовых полях Кубани // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. №104. С. 904-919
 15. Производство ячменя в мире и России / Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновая Е. А. // Зерновое хозяйство России. 2016. №5. С. 47–51
 16. Перекрестов Н.В. Почвенно-климатические условия Городищенского района Волгоградской области // Вестник Прикаспия. 2017. №3. С. 25-31
 17. Seminchenko E., Solonkin A. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt // Research on Crops. 2022. №1 (23). P. 40-45.
 18. Seminchenko E. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region // Research on Crops. 2021. №. 4(22). P. 792-797.
 19. Romising agricultural technologies for growing winter wheat for sustainable agricultural development / Zelenev A.V., Chamurliev O.G., Krivtsov I.V., Kholod A.A., Sidorov A.N., Vorontsova E.S. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022. 012003.

References

1. Aristarkhov A.N., Volkov A.V. Vliyanie tsinkovykh mikroudobreniy na kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v Tsentral'nom Nechernozem'e [The influence of zinc micronutrients on the quality of spring wheat grain in the Central Non-Chernozem region]. *Plodorodie* [Fertility], 2014, vol. 79, no. 4, pp. 9-12
2. Azarenko Yu. A., Gavril'chenko O.L. Vliyanie vysokikh kontsentratsiy bora i legkorastvorimyykh soley na postuplenie mikroelementa v rasteniya i ikh produktivnost' [The influence of high concentrations of boron and easily soluble salts on the intake of trace elements in plants and their productivity]. *Omskiy nauchnyy vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2003, vol. 24, no. 3, pp. 176.
3. Astafurova T.P., Morgalev Yu.N., Zotikova A.P., Verkhoturova G.S., Mikhaylova S.I., Burenina A.A., Zaytseva T.A., Postovalova V.M., Tsytsareva L.K., Borovikova G.V. Vliyanie nanochastits dioksida titana i oksida alyuminiya na morfofizio-logicheskie parametry rasteniy [The effect of titanium dioxide and aluminum oxide nanoparticles on morpho-physiological parameters of plants]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Bulletin of Tomsk State University. Biology], 2011, vol. 13, no. 1, pp. 113-122.
4. Nushtaeva A.V., Blinokhvatova Yu.V., Vlasova T.A., Chekaev N.P. Vliyanie mikroudobreniy na osnove khelatnykh kompleksov na vskhozhest' semyan [The effect of micronutrients based on chelate complexes on seed germination]. *Niva Povolzh'ya* [The field of the Volga region], 2021, vol. 58, no. 1, pp. 17-22
5. Guzenko A.Yu., Sapunkov V. Vliyanie srokov seva i norm vyseva na urozhaynost' ozimoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony chernozemnykh pochv v Volgogradskoy oblasti [The influence of sowing dates and seeding rates on the yield of winter wheat in the conditions of the steppe zone of chernozem soils in the Volgograd region]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2022, no. 10, pp. 108-114.
6. Guzenko A.Yu., Solonkin A. V., Guzenko A.V. Izuchenie otzyvchivosti sortov yachmenya na dopolnitel'nye podkormki [The study of the responsiveness of barley varieties to additional fertilizing]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific-agronomic journal], 2022, vol. 116, no. 1, pp. 33-40
7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 1985. M.: Al'yans Publ., 2011, 351p.
8. Dolgopolova N.V. Effektivnost' deystviya mikroelementa molibdena na produktivnost' ozimoy pshenitsy v strukture sevooborota [The effectiveness of the action of the trace element molybdenum on the productivity of winter wheat in the structure of crop rotation]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyay-*

- stvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2019, no. 1, pp. 48-52.
9. Isaychev V. A., Andreev N. N., Plechov D. V. Vliyanie makroelementov i regulyatorov rosta na dinamiku sodержaniya azota, fosfora, kaliya i sery v rasteniyakh ozimoy pshenitsy sorta Biryuza v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [The influence of trace elements and growth regulators on the dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur content in winter wheat plants of the Turquoise variety in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Vestnik Ul'yanskovskoy GSKhA* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2013, vol. 33, no. 1, pp. 25-32.
 10. Kretovich V.L. *Obmen azota v rasteniyakh* [Nitrogen exchange in plants]. M.: Nauka Publ., 1972, 527 p.
 11. Kretovich V.L. *Biokhimiya rasteniy* [Biochemistry of plants]. M.: Higher School Publ., 1980, 447 p.
 12. Kostin V.I., Mudarisov F.A., Semashkina A.I. Vliyanie serosoderzhashchikh udobreniy pri rannevesenney podkormke na urozhaynost' i kachestvo ozimoy pshenitsy [The influence of sulfur-containing fertilizers during early spring feeding on the yield and quality of winter wheat]. *Niva Povolzh'ya* [Niva of the Volga region], 2018, vol. 46, no. 1 (46), pp. 29-35
 13. Sukhova O. V., Boldyrev V.V., Akulov A.V. Monitoring sodержaniya mikroelementov v pochvakh Volgogradskoy oblasti [Monitoring of the content of trace elements in the soils of the Volgograd region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of agriculture], 2019, vol. 4, no. 33, pp. 20-21.
 14. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N., Khut A.R., Esipenko S.V. Bornye udobreniya na risovykh polyakh Kubani [Boric fertilizers on rice fields of Kuban]. *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University], 2014, no. 104, pp. 904-919.
 15. Dontsova A. A., Filippov E. G., Dontsov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Barley production in the world and Russia]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain farming of Russia], 2016, no. 5, pp. 47-51.
 16. Perekrestov N.V. Pochvenno-klimaticheskie usloviya Gorodishchenskogo rayona Volgogradskoy oblasti [Soil and climatic conditions of the Gorodishchensky district of the Volgograd region]. *Vestnik Prikaspiya* [Bulletin of the Caspian Sea], 2017, no. 3, pp. 25-31.
 17. Seminchenko E., Solonkin A. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt. *Research on Crops*, 2022, vol. 23, no. 1, pp. 40-45. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2022.007>

18. Seminchenko E. Crop rotations with perennial herbs and bean cultures in the conditions of the lower Volga region. *Research on Crops*, 2021, vol. 22, no. ., pp. 792-797. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.132>
19. Romising agricultural technologies for growing winter wheat for sustainable agricultural development / Zelenev A.V., Chamurliiev O.G., Krivtsov I.V., Kholod A.A., Sidorov A.N., Vorontsova E.S. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/965/1/012003>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Солонкин Андрей Валерьевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)
Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
solonkin-a@yrfanc.ru

Гузенко Алексей Юрьевич, младший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)
Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
guzenko-ay@yrfanc.ru

Гузенко Андрей Викторович, сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)
Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
andrey-guzenko@yandex.ru

Семиначенко Елена Валерьевна, научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

Университетский проспект, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация

eseminchenko@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Andrey V. Solonkin, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Breeding, Seed Production and Nursery

Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences)

97, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russian Federation

solonkin-a@yfanc.ru

SPIN-code: 8724-5383

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1576-7824>

Scopus Author ID: 57219094230

Alexey Yu. Guzenko, Junior Research Assistant at the Laboratory of Breeding, Seed Production and Nursery

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russian Federation

guzenko-ay@yfanc.ru

SPIN-code: 5246-9350

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8237-6495>

Andrey V. Guzenko, Junior Research Assistant at the Laboratory of Breeding, Seed Production and Nursery

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russian Federation

andrey-guzenko@yandex.ru

SPIN-code: 2372-5743

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-5358>

Elena V. Seminchenko, Researcher at the Laboratory of Breeding, Seed Production and Nursery

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400062, Russian Federation
eseminchenko@mail.ru

SPIN-code: 2756-2340

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3155-9563>

Scopus Author ID: 57222146275

Поступила 13.07.2023

После рецензирования 29.07.2023

Принята 10.08.2023

Received 13.07.2023

Revised 29.07.2023

Accepted 10.08.2023