

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ МНОГОРЯДНОГО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ ВЛАГОСОРБЕНТА И МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****М.Ф. Амиров, Р.Р. Сулейманов**

Реферат. Статья посвящена изучению влияния влагосорбента (Аквасин) и минеральных удобрений (НРК) на урожайность многорядного ярового ячменя в условиях Республики Татарстан. Актуальность исследования обусловлена недостаточной влагообеспеченностью в критические фазы развития культуры и необходимостью оптимизации агротехнологий для повышения продуктивности. Полевые опыты (2022-2024 годы) проведены на серых лесных почвах с использованием сорта Тевкеч. Изучались дозы влагосорбента (0, 50, 100 кг/га) и удобрений (контроль, $N_{5}P_{5}K_{37}$, $N_{37}P_{60}K_{73}$), их влияние на листовой фотосинтетический потенциал (ЛФП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), структуру урожая и биологическую урожайность. Результаты показали, что применение влагосорбента улучшает водоудержание почвы, повышая ЛФП на 16,3% при увеличении дозы с 0 до 100 кг/га. Максимальная урожайность (4,56 т/га) достигнута при комбинации 100 кг/га сорбента и удобрений $N_{37}P_{60}K_{73}$, что на 23% выше контроля. ЧПФ снижалась с ростом доз гидрогеля и удобрений из-за увеличения листовой массы и незначительного накопления сухого вещества. Структура урожая улучшилась: число продуктивных стеблей возросло до 324 шт./м², длина колоса – до 6,8 см. Выявлен эффект насыщения: при высоких дозах сорбента роль удобрений становится доминирующей. Исследование подтвердило синергию влагосорбентов и минеральных удобрений, а также необходимость адаптации агроприемов к засушливым условиям. Результаты имеют практическое значение для повышения устойчивости ячменя к климатическим рискам и оптимизации ресурсосберегающих технологий в регионе.

Ключевые слова: многорядный яровой ячмень, расчетные дозы минеральных удобрений, гидрогель, урожайность.

Для цитирования: Амиров М.Ф., Сулейманов Р.Р. Формирование урожайности многорядного ярового ячменя в зависимости от внесения влагосорбента и минеральных удобрений в условиях Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2025. №2 (14). С. 13-20

Введение. Яровой ячмень занимает одну из ключевых позиций в сельскохозяйственном производстве России, являясь универсальной полевой культурой. По масштабам посевных площадей и валовому сбору в мировом земледелии данная культура занимает четвертое место среди зерновых. Благодаря своей скороспелости, пластичности и невысоким требованиям к почвенно-климатическим условиям, яровой ячмень способен формировать стабильные урожаи в различных агроэкологических зонах [1, 2, 3]. В зерне ячменя содержится 9-12% белка, 65-68% безазотистых экстрактивных соединений, 1,5-2% жира, что определяет его высокую кормовую ценность – 1,27 кормовой единицы в 1 кг. Помимо кормового использования, ячмень служит незаменимым сырьем для производства высококачественного пива и перерабатывается на крупу.

В условиях Республики Татарстан, где средняя температура воздуха за первую половину вегетационного периода составляет 11,4°C, а годовое количество осадков – 588 мм, из которых 144 мм приходится на критически важный для формирования урожая период апрель-июнь, актуальной остается проблема оптимизации условий выращивания ячменя. При этом урожайность ячменя в республике в последние годы достигает показателя 30,4 ц/га, что выше среднероссийских значений, но существенно ниже потенциальных возможностей культуры.

Одним из лимитирующих факторов повышения продуктивности ячменя является недостаточное влагообеспечение растений

в критические фазы развития, особенно в период от начала кущения до фазы цветения. Нерациональное использование почвенной влаги приводит к замедлению роста и развития культур, снижает их конкурентоспособность с сорняками и увеличивает восприимчивость к болезням и вредителям [4, 5, 6].

Современные агротехнологии предлагают новые подходы к решению проблемы оптимизации водного и питательного режимов почвы. Перспективным направлением является применение влагосорбентов, способных значительно улучшать водно-физические и агрохимические свойства почвы [7, 8, 9]. Внесение влагосорбентов способствует уменьшению уплотненности почвы, повышению количества водопрочных агрегатов и увеличению содержания гумуса и основных питательных элементов [10, 11, 12]. Исследования показывают, что применение гидрогелей может поддерживать влажность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в диапазоне 15-22% на протяжении всей вегетации, что значительно выше показателей без их использования (10-13%) [13].

Эффективность минеральных удобрений существенно зависит от влагообеспеченности почвы. В условиях недостаточной влагообеспеченности актуальным становится изучение взаимодействия влагосорбентов и минеральных удобрений, их комплексного влияния на формирование урожайности ячменя [14, 15, 16].

В последние годы особый интерес представляет выращивание многорядного ярового

ячменя, который обладает более высоким потенциалом продуктивности по сравнению с традиционно возделываемыми в Поволжье двурядными формами. Однако площади, занимаемые многорядным ячменем, остаются минимальными, что связано с недостаточной изученностью особенностей его возделывания в конкретных агроклиматических условиях [17, 18].

В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования является изучение влияния различных доз влагосорбентов и минеральных удобрений на формирование урожайности многорядного ярового ячменя в условиях Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты были заложены в 2022-2024 годах на серых лесных почвах ООО «Агробiotехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели участка: содержанием гумуса 3,6%, подвижного фосфора по Кирсанову

в модификации ЦИНАО 256-270 мг/кг, обменного калия 121-125 мг/кг, кислотностью почвы – 6,2 pH. Схема опыта:

Доза влагосорбента Аквасин (фактор А) – 1. Без влагосорбента; 2. Аквасин 50 кг/га; 3. Аквасин 100 кг/га.

Дозы NPK (фактор В) – 1. Без удобрений (контроль); 2. Расчет на получение 4 т/га зерна (N5P5K37); 3. Расчет на получение 5 т/га зерна (N37P60K73).

Общая площадь делянки – 26 м², учетная – 20 м². Повторность – четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница. Объект исследования – многорядный яровой ячмень Тевкеч. Способ посева рядовой нормой 4,0 млн всхожих семян на 1 га. Метеорологические условия в период вегетации ярового ячменя за 2022–2024 годы демонстрируют значительные отклонения от среднееголетних данных, что существенно повлияло на рост изучаемой культуры (рис. 1).



Рисунок 1 – Метеорологические условия в период вегетации ярового ячменя

В 2022 году май характеризовался аномально высокими осадками (78 мм при норме 38 мм) и пониженной температурой воздуха (10,7°C против 14,0°C), создав благоприятные стартовые условия для вегетации. Однако в июне осадки резко сократились до 19 мм (при норме 57 мм), а гидротермический коэффициент (ГТК) упал до 0,35, что указывает на засушливость. Июльские осадки соответствовали многолетним значениям (62 мм).

В 2023 году майские осадки (47 мм) превысили среднемноголетние показатели (38 мм), но последующие месяцы оказались крайне засушливыми: в июне выпало лишь 6 мм (при норме 57 мм), а ГТК достиг минимума (0,12). Температура воздуха в июне (16,3°C) была ниже многолетней (18,3°C), но в июле и августе превышала норму (21,5°C и 20,2°C соответственно). Низкие значения ГТК (0,12–0,50) в течение всего сезона свидетельствуют о высоком дефиците влаги, что могло вызвать стресс у растений и снизило продуктивность.

2024 год выделяется резкими контрастами: майские осадки (53 мм) вновь превысили среднемноголетние данные, но июнь (16 мм) и август (29 мм) оставались засушливыми. Температура в июне (21,7°C) и июле (22,1°C) значительно превысила многолетние значения, усилив испарение. ГТК в июне (0,24) и августе (0,50) оставался ниже 1, что подтверждает недостаточную увлажненность. Лишь в июле коэффициент приблизился к норме (0,82),

но этого могло быть недостаточно для компенсации дефицита в другие месяцы.

Общей тенденцией за три года стало снижение осадков в июне и июле относительно многолетних данных, особенно выраженное в 2023 и 2024 годах. Повышение температуры в июне-июле (на 1–2°C выше нормы) в сочетании с дефицитом осадков создавало условия для атмосферной засухи. Низкие значения ГТК (менее 1) в ключевые месяцы вегетации (июнь-июль) указывают на преобладание засушливых периодов, что негативно сказалось на формировании урожая.

Исследование формирования листового фотосинтетического потенциала (ЛФП) многозерного ярового ячменя в период с 2022 по 2024 год было направлено на оценку влияния влагосорбента и минеральных удобрений на продуктивность культуры. ЛФП, измеряемый в тыс. м²/суток на 1 га, отражает способность растений эффективно использовать солнечную энергию для фотосинтеза и напрямую связан с площадью листовой поверхности и её функциональной активностью.

Результаты и обсуждение. Анализ данных формирования листового фотосинтетического потенциала (ЛФП) многозерного ярового ячменя за 2022–2024 годы выявляет комплексное влияние влагосорбента и минеральных удобрений на продуктивность культуры (рис. 2).

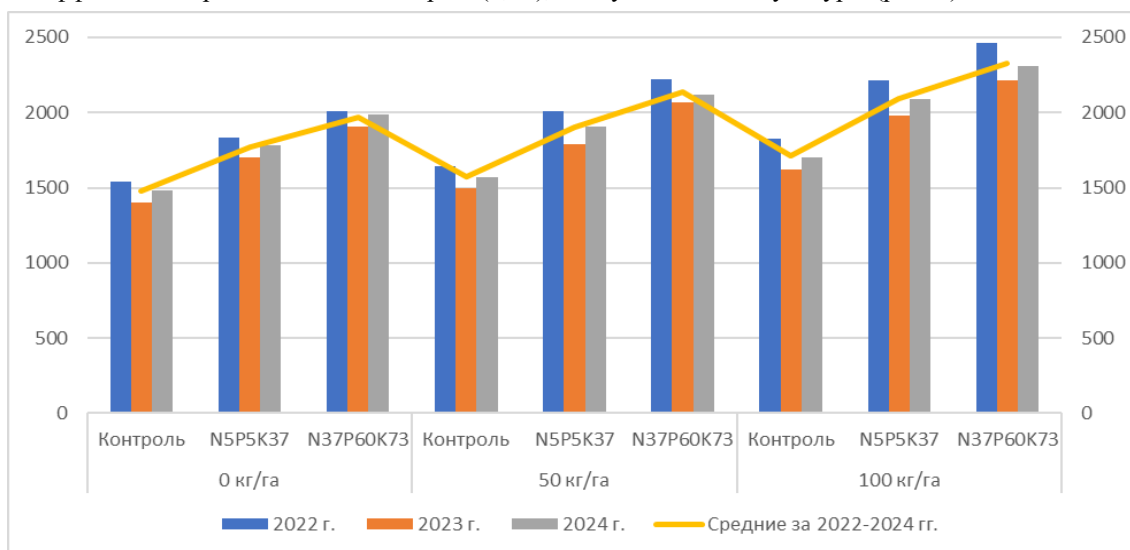


Рисунок 2 – Формирование ЛФП многозерного ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022–2024 года, тыс. м²/суток на 1 га

За три года наблюдений средние значения ЛФП варьировали от 1797 до 1973 тыс. м²/суток, при этом в 2023 году зафиксировано снижение показателя во всех вариантах опыта. Например, при максимальной дозе влагосорбента (100 кг/га) и удобрения N₃₇P₆₀K₇₃ ЛФП упал с 2463 тыс. м²/суток в 2022 году до 2215 тыс. м²/суток в 2023-м, частично восстановившись до 2307 тыс. м²/суток в 2024-м. Такая динамика связана с неблагоприятными климатическими условиями

в 2023 году, такими как засуха или температурные аномалии, что подчеркивает важность адаптации агротехнических методов к изменчивым погодным рискам.

Использование влагосорбента даже без удобрений демонстрирует положительный эффект: увеличение его дозы с 0 до 100 кг/га повышает средний ЛФП на 16,3% (с 1475 до 1715 тыс. м²/суток). Это подтверждает роль влагосорбента в улучшении вододержания почвы, что критически важно

для фотосинтеза. Однако наибольший прирост ЛФП достигается при комбинации с минеральными удобрениями. Так, применение $N_{37}P_{60}K_{73}$ при 50 кг/га влагосорбента обеспечило увеличение показателя на 35,9% относительно контроля, достигнув 2134 тыс. м²/суток. При этом дальнейшее увеличение дозы влагосорбента до 100 кг/га, хотя и дало более высокий абсолютный результат (2328 тыс. м²/суток), привело к снижению процентного прироста до 35,7%. Это указывает на эффект насыщения: после определенного уровня влагосорбента основную роль в стимулировании фотосинтеза играют питательные вещества, а дополнительные объемы сорбента приносят меньшую отдачу.

Сравнение эффективности удобрений показывает, что комплекс $N_{37}P_{60}K_{73}$ с высоким содержанием азота и фосфора обеспечивает на 13–16% больший прирост ЛФП по сравнению

с $N_5P_5K_{37}$. Это связано с тем, что азот и фосфор напрямую влияют на развитие листовой поверхности и интенсивность фотосинтеза.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), отражающая количество органического вещества, синтезированного растением за вегетационный период, является ключевым показателем для оптимизации агротехнических методов и повышения урожайности.

На рисунке 3 представлены данные по трем годам наблюдений, включая различные дозы влагосорбента (0, 50, 100 кг/га) и дозы удобрений (контроль, $N_5P_5K_{37}$, $N_{37}P_{60}K_{73}$), что позволяет проанализировать их комбинированное воздействие на продуктивность. Результаты демонстрируют как межгодовую динамику, связанную с внешними условиями, так и вариативность отклика растения на агрохимические обработки.

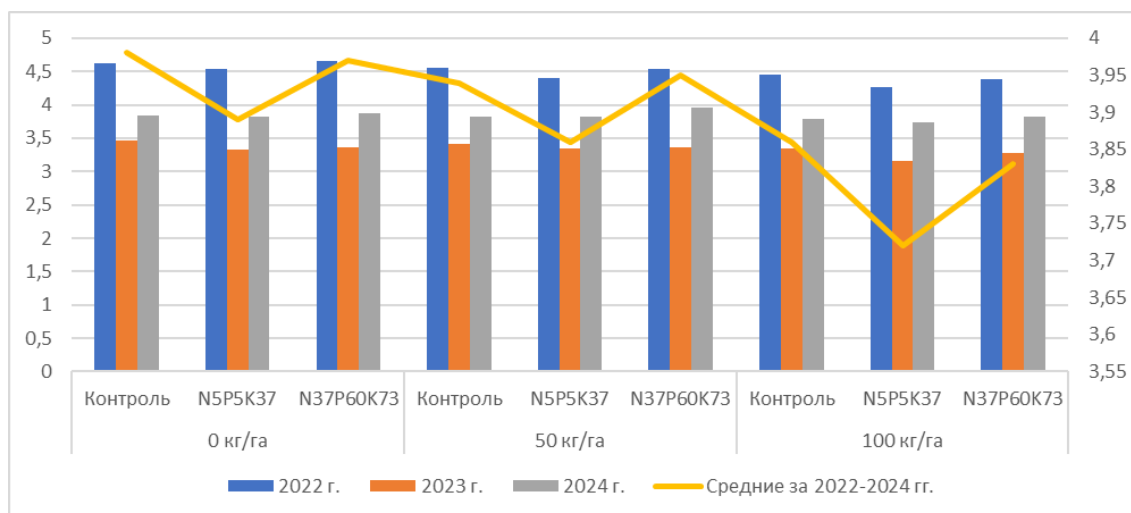


Рисунок 3 – Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) многорядного ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022-2024 года, г/м²

Наибольшие значения ЧПФ зафиксированы в 2022 году (среднее 4,49 г/м²), тогда как в 2023 и 2024 годах продуктивность снизилась до 3,34 и 3,84 г/м² соответственно.

При отсутствии влагосорбента (0 кг/га) максимальная средняя ЧПФ за три года (3,97-3,98 г/м²) достигнута на контрольном варианте и при внесении удобрения $N_{37}P_{60}K_{73}$. Однако применение удобрения $N_5P_5K_{37}$ при той же дозе влагосорбента привело к снижению продуктивности на 2,3% (-0,09 г/м²).

Увеличение дозы влагосорбента до 50 кг/га незначительно снизило среднюю ЧПФ в контроле (3,94 г/м² против 3,98 г/м² при 0 кг/га). При этом удобрение $N_{37}P_{60}K_{73}$ в этой группе обеспечило небольшой прирост (+0,01 г/м², +0,2%), тогда как $N_5P_5K_{37}$ вновь вызвало снижение (-2,1%). Наибольшее снижение ЧПФ наблюдалось при максимальной дозе влагосорбента (100 кг/га): применение $N_5P_5K_{37}$ снизило ЧПФ на 3,7% (-0,14 г/м²), а $N_{37}P_{60}K_{73}$ — на 0,8%.

Средние значения по всем вариантам демонстрируют, что наименьшая

продуктивность характерна для 2023 года (3,34 г/м²), что связано с засухой.

В целом по данным рисунка 3 можно увидеть, что количество сухой массы растений в граммах, которое синтезирует 1 м² листовой поверхности за сутки по мере роста дозы гидрогеля и минеральных удобрений снижается. Уменьшение количества сухой массы растений на единицу листовой поверхности при увеличении доз гидрогеля и минеральных удобрений связано с комплексом физиологических и экологических факторов. К основным причинам этого явления можно отнести: растения могут направлять ресурсы на увеличение площади листьев (за счёт растяжения клеток и накопления воды), но не на синтез структурных компонентов. Это приводит к формированию тонких, крупных листьев с низким содержанием сухого вещества.

А также при чрезмерной листовой массе нижние слои листьев затеняются, их фотосинтетическая активность падает, а затраты на дыхание и поддержание тканей растут. Чистая продуктивность (разница между синтезом

и расходом органики) снижается.

Кроме того, избыток азота стимулирует рост зелёной массы с высоким содержанием воды, но низким – сухих веществ. Гидрогель усиливает этот эффект, поддерживая высокий тургор клеток без увеличения синтеза органики.

Структура урожая отражает взаимосвязь таких показателей, как число продуктивных стеблей, длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерна и его качество. Эти параметры не только определяют количественные характеристики урожая, но и свидетельствуют о физиологическом состоянии растений, их способности эффективно использовать ресурсы почвы и удобрений. Биологическая урожайность, выраженная в тоннах зерна с гектара, является интегральным показателем,

объединяющим все перечисленные компоненты.

Как видно из рисунка 4, при отсутствии влагосорбента (0 кг/га) и контрольных условиях (без удобрений) биологическая урожайность составила 3,74 т/га. Внесение удобрений $N_5P_5K_{37}$ и $N_{37}P_{60}K_{73}$ повысило урожайность до 4,02 и 4,31 т/га соответственно, что свидетельствует о значимой роли минеральных удобрений. Добавление влагосорбента в дозе 50 кг/га усилило эффект: при тех же удобрениях урожайность достигла 4,09 и 4,49 т/га, а в контроле (без удобрений) – 3,82 т/га. Максимальный результат (4,61 т/га) зафиксирован при комбинации 100 кг/га влагосорбента и удобрений $N_{37}P_{60}K_{73}$, что на 23% выше исходного контроля.



Рисунок 4 – Структура урожая многорядного ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022-2024 года

Рост урожайности коррелирует с улучшением параметров структуры урожая. Например, число продуктивных стеблей увеличилось с 304 до 324 шт./м² при максимальных дозах влагосорбента и удобрений. Длина колоса возросла с 6,0 см в контроле до 6,8 см, а число зерен в колосе – с 33 до 37 шт. Масса зерна с одного колоса повысилась на 15% (с 1,23 до 1,42 г), а масса 1000 зерен – с 36,6 до

37,9 г. Это указывает на то, что влагосорбент, улучшая водный режим почвы, усиливает усвоение питательных веществ из удобрений, что в совокупности стимулирует рост вегетативных и генеративных органов растения.

Примечательно, что даже без удобрений влагосорбент в дозе 100 кг/га обеспечил прирост урожайности до 3,95 т/га против 3,74 т/га в контроле, подтверждая его самостоятельную

агрономическую ценность. Однако наибольшая эффективность достигается при их совместном применении: удобрения оказывают более выраженное влияние, но влагосорбент выступает катализатором, усиливающим их действие. Оптимальным решением для повышения урожайности ярового ячменя является сочетание высоких доз минеральных удобрений ($N_{37}P_{60}K_{73}$) с влагосорбентом (100 кг/га),

что обеспечивает комплексное улучшение почвенных условий и питательного режима.

При отсутствии удобрений увеличение дозы влагосорбента с 0 до 100 кг/га сопровождалось ростом средней урожайности с 3,68 до 3,89 т/га, что указывает на его положительную роль в улучшении условий выращивания даже без дополнительного внесения минеральных удобрений (рис. 5).

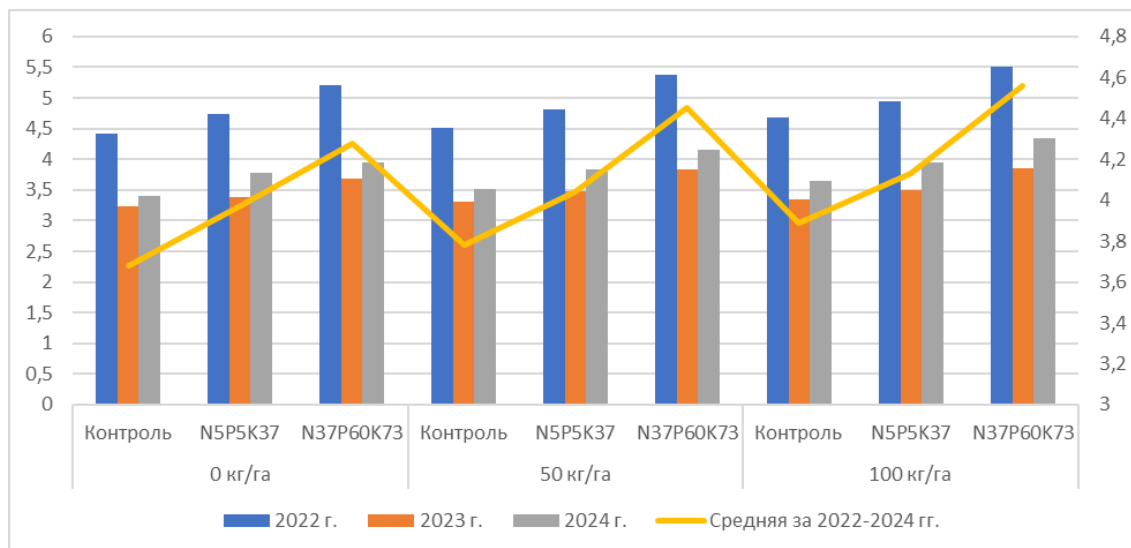


Рисунок 5 – Урожайность многолетнего ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022-2024 года, т/га

Однако наиболее значимый прирост обеспечило применение минеральных удобрений. Например, при дозе влагосорбента 0 кг/га использование состава $N_{37}P_{60}K_{73}$ повысило среднюю урожайность до 4,28 т/га (+16,3% к контролю), тогда как более низкая доза удобрений ($N_5P_5K_{37}$) дала увеличение лишь до 3,97 т/га (+7,8%). С ростом дозы влагосорбента до 50 и 100 кг/га сохранилась тенденция к повышению урожайности при внесении удобрений, однако относительная эффективность немного снизилась. Так, при 100 кг/га влагосорбента удобрение $N_{37}P_{60}K_{73}$ обеспечило прирост на 17,2% против 17,7% при 50 кг/га. Это свидетельствует о снижении окупаемости дополнительной прибавкой зерна гидрогеля в зависимости от увеличения вносимой доз. При этом максимальная урожайность (4,56 т/га) достигнута при комбинации 100 кг/га сорбента и высоких доз удобрений, что подчеркивает синергию этих факторов.

Динамика по годам показывает снижение урожайности после 2022 года во всех вариантах. Например, в контроле (0 кг/га) показатели упали с 4,41 т/га в 2022 году до 3,23 т/га в 2023-м, что связано с неблагоприятными погодными условиями.

Выводы. Исследование подтвердило значимое влияние влагосорбента (Аквасин) и минеральных удобрений на урожайность многолетнего ярового ячменя в условиях Республики Татарстан. Применение влагосорбента в дозе 100 кг/га повысило листовой фотосинтетический потенциал (ЛФП) на 16,3% за счёт улучшения водоудержания почвы, однако максимальная эффективность достигнута при его сочетании с удобрением $N_{37}P_{60}K_{73}$, обеспечившим урожайность 4,56 т/га (+23% к контролю). Установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) снижалась при увеличении доз гидрогеля и удобрений из-за роста затрат на дыхание и затенения нижних листьев. Оптимизация структуры урожая выразилась в увеличении числа продуктивных стеблей (до 324 шт./м²), длины колоса (до 6,8 см) и массы зерна (1,42 г/колос). Выявлен эффект насыщения: после дозы 50 кг/га влагосорбента доминирующую роль в стимулировании продуктивности играли минеральные удобрения. Результаты подтверждают необходимость комплексного применения влагосорбентов и высоких доз НРК для повышения устойчивости ячменя к засухе и оптимизации ресурсосберегающих технологий в условиях дефицита осадков.

Литература

- Ганиева И.С., Блохин В.И., Сержанов И.М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019 № 1(52). С. 17-21. doi: 10.12737/article_5cced791c96f2.14695900.
- Амиров М.Ф. Совершенствование агротехнологий производства сельскохозяйственных культур // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды

международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. — Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 32–38.

3. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции татарского НИИСХ / В.И. Блохин, И.Ю. Никифорова, И.С. Ганиева, М.А. и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. №4 (40). С. 82-92. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-82-92.

4. Фомин Д. С., Яркова Н. Н., Полякова С. С. Урожайность ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий в условиях Среднего Предуралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 6. С. 852-859. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859.

5. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного агроэкологического происхождения для условий резко континентального климата / О. А. Юсова, П. Н. Николаев, Я. Б. Бендина и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 4. С. 44-55. doi: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55.

6. Семинченко Е. В. Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя в зоне влияния лесной полосы // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т.13. № 2. С. 114–127. doi: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127.

7. Максимова, Ю. Г., Щетко В.А., Максимов А.Ю. Полимерные гидрогели в сельском хозяйстве (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58. № 1. С. 23-42. doi: 10.15389/agrobiology.2023.1.23rus.

8. Гидрогели как новая среда для сельскохозяйственных культур / Е. Л. Краснопева, Г. Г. Панова, С. Г. Лаишевкина и др. // Journal of Agriculture and Environment. 2023. № 11(39). doi: 10.23649/JAE.2023.39.19.

9. Годунова Е.И., Шаповалова Н.Н. Гидрогель и эффективность минеральных удобрений на обыкновенных черноземах Центрального Предкавказья // Агрохимический вестник. 2020. № 4. С. 46-50. doi: 10.24411/1029-2551-2020-10054.

10. Шилов А. Н., Плотников А.М. Баланс элементов питания в зернопаровом севообороте при совместном применении азотных, фосфорных удобрений и почвенного кондиционера // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11(129). С. 22-25.

11. Абрамов Н. В., Плотников А.М., Созинов А.В. Эффективность удобрений и мелиорантов в зависимости от погодных условий при возделывании зерновых культур в Курганской области // Плодородие. 2023. № 5(134). С. 16-20. doi: 10.25680/S19948603.2023.134.04.

12. Пулатов Я.Э. Бахриев С.Х., Пулатов Ш.Я. Инновационная влагосберегающая технология: гидрогель и устройство для его внесения в почву // Водные ресурсы, энергетика и экология. 2022. Т. 2. № 3. С. 52-58.

13. Оценка зависимости урожайности зерновых культур от применения полимерного гидрогеля, азотного и фосфорного удобрения в севообороте / И.В. Синявский, А.М. Плотников, А.В. Созинов и др. // Проблемы агрохимии и экологии. 2021. № 3-4. С. 9–16. doi: 10.26178/AE.2021.61.47.001.

14. Significance of biopolymer-based hydrogels and their applications in agriculture: a review in perspective of synthesis and their degree of swelling for water holding / Zaryab Tariq, Dure Iqbal, Muhammad Rizwan [et al.] // RSC Advances. 2023. Vol. 13. P. 24731–24754. doi: 10.1039/d3ra03472k.

15. Yershova L.A. Golova T.G. New genotypes of barley distinguished by the complex of economically valuable characteristics // International Research Journal. 2017. № 12 (66). doi: 10.23670/IRJ.2017.66.102.

16. Левакова, О. В. Использование стимуляторов роста и гуминовых веществ в звене первичного семеноводства ячменя сорта Знатный при посеве колосом // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 1(77). С. 12-17. doi: 10.12737/2073-0462-2025-1-12-17.

17. Урожайность ярового ячменя в зависимости от метеорологических факторов и фона питания / П. А. Постников, В. В. Попова, О. В. Васина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39. № 2. С. 19-24. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_19.

18. Левакова О. В. Перспективы экологической селекции ярового ячменя в лесостепной агроклиматической зоне Центрального региона РФ // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 1. С. 23-27. doi: 10.53859/02352451_2024_38_1_23.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства и плодовоощеводства, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Сулейманов Рузаль Разялович – аспирант, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

FORMATION OF THE MULTI-ROW SPRING BARLEY PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE APPLICATION OF MOISTURE SORBENT AND MINERAL FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M.F. Amirov , R.R. Suleymanov

Abstract. The article is devoted to the study of the effect of a moisture sorbent (Aquasin) and mineral fertilizers (NPK) on multi-row spring barley productivity in the conditions of the Republic of Tatarstan. The relevance of the study is due to insufficient moisture supply in critical phases of crop development and the need to optimize agricultural technologies to increase productivity. Field experiments (2022-2024) were carried out on gray forest soils using Tевкеч variety. The doses of moisture sorbent (0, 50, 100 kg/ha) and fertilizers (control, N5P5K37, N37P60K73), their effect on leaf photosynthetic potential (LPP), net photosynthetic productivity (NPP), crop structure and biological yield were studied. The results showed that the use of moisture sorbent improves soil water retention, increasing LPP by 16.3% with an increase in the dose from 0 to 100 kg/ha. The maximum yield (4.56 t/ha) was achieved with a combination of 100 kg/ha of sorbent and N37P60K73 fertilizers, which is 23% higher than the control. Net photosynthetic productivity decreased with an increase in the doses of hydrogel and fertilizers due to an increase in leaf mass and an insignificant accumulation of dry matter. The crop structure has improved: the number of productive stems has increased to 324 pcs/m², the ear length – to 6.8 cm. The saturation effect has been revealed: at high doses of the sorbent, the role of fertilizers becomes dominant. The study confirmed the synergy of moisture sorbents and mineral fertilizers, as well as the need to adapt agricultural practices to dry conditions. The results are of practical importance for increasing the resistance of barley to climate risks and

optimizing resource-saving technologies in the region.

Key words: multi-row spring barley, calculated doses of mineral fertilizers, hydrogel, yield.

For citation: Amirov M.F., Suleimanov R.R. Formation of the multi-row spring barley productivity depending on the application of moisture sorbent and mineral fertilizers in the conditions of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2025; № 2 (14). 13-20 p.

References

1. Ganieva IS, Blokhin VI, Serzhanov IM. [Comparative evaluation of spring barley varieties for protein quantity and quality]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 1(52). 17-21 p. doi: 10.12737/article_5cced791c96f2.14695900.
2. Amirov MF. [Improving agricultural technologies for the production of agricultural crops. Global challenges to food security: risks and opportunities]. *Nauchnye trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kazan, 01-03 iyulya 2021 goda*. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2021; 32-38 p.
3. Blokhin VI, Nikiforova IYu, Ganieva IS. [Assessment of the adaptive potential of spring barley varieties and lines bred by Tatar Research Institute of Agriculture]. *Zernobovoye i krupnyanye kultury*. 2021; 4 (40). 82-92 p. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-82-92.
4. Fomin DS, Yarkova NN, Polyakova SS. [Spring barley productivity depending on hydrothermal conditions in the Middle Urals]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2022; Vol.23. 6. 852-859 p. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859.
5. Yusova OA, Nikolaev PN, Bendina YaB. [Stress resistance of barley varieties of different agroecological origin for conditions of a sharply continental climate]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*. 2020; Vol.181. 4. 44-55 p. doi: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55.
6. Semichenko EV. [Influence of weather conditions on spring barley yield in the zone of influence of the forest belt]. *Siberian journal of life sciences and agriculture*. 2021; Vol.13. 2. 114-127 p. doi: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127.
7. Maksimova YuG, Shchetko VA, Maksimov AYU. [Polymer hydrogels in agriculture (review)]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya*. 2023; Vol.58. 1. 23-42 p. doi: 10.15389/agrobology.2023.1.23rus.
8. Krasnopeeva EL, Panova GG, Laishevskina SG. [Hydrogels as a new medium for agricultural crops]. *Journal of Agriculture and Environment*. 2023; 11(39). doi: 10.23649/JAE.2023.39.19.
9. Godunova EI, Shapovalova NN. [Hydrogel and the efficiency of mineral fertilizers on ordinary chernozems of the Central Ciscaucasia]. *Agrokhimicheskiy vestnik*. 2020; 4. 46-50 p. doi: 10.24411/1029-2551-2020-10054.
10. Shilov AN, Plotnikov AM. [Balance of nutrients in grain-fallow crop rotation with the combined use of nitrogen, phosphorus fertilizers and soil conditioner]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2014; 11(129). 22-25 p.
11. Abramov NV, Plotnikov AM, Sozinov AV. [Efficiency of fertilizers and ameliorants depending on weather conditions during cultivation of grain crops in Kurgan region]. *Plodorodie*. 2023; 5 (134). 16-20 p. doi: 10.25680 / S19948603.2023.134.04.
12. Pulatov YaE, Bakhriev S.Kh, Pulatov Sh.Ya. [Innovative moisture-saving technology: hydrogel and device for its application into the soil]. *Vodnye resursy, energetika i ekologiya*. 2022; Vol.2. 3. 52-58 p.
13. Sinyavskiy IV, Plotnikov AM, Sozinov AV. [Evaluation of grain crop yield dependence on application of polymeric hydrogel, nitrogen and phosphorus fertilizer in crop rotation]. *Problemy agrokhimii i ekologii*. 2021; 3-4. 9-16 p. doi: 10.26178/AE.2021.61.47.001.
14. Zaryab Tariq, Dure Iqbal, Muhammad Rizwan. Significance of biopolymer-based hydrogels and their applications in agriculture: a review in perspective of synthesis and their degree of swelling for water holding. *RSC Advances*. 2023; Vol.13. 24731-24754 p. doi: 10.1039/d3ra03472k.
15. Ershova LA, Golova TG. New genotypes of barley distinguished by the complex of economically valuable characteristics. *International Research Journal*. 2017; 12 (66). doi: 10.23670/IRJ.2017.66.102.
16. Levakova OV. [Use of growth stimulants and humic substances in the primary seed production link of barley of Znatnyy variety at ear sowing]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2025; Vol.20. 1(77). 12-17 p. doi: 10.12737/2073-0462-2025-1-12-17.
17. Postnikov PA, Popova VV, Vasina OV. [Spring barley productivity depending on meteorological factors and nutritional background]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2025; Vol.39. 2. 19-24 p. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_19.
18. Levakova OV. [Prospects for ecological selection of spring barley in the forest-steppe agroclimatic zone of the Central region of the Russian Federation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2024; Vol.38. 1. 23-27 p. doi: 10.53859/02352451_2024_38_1_23.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Plant Production and Horticulture Department, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>
Suleymanov Ruzal Razyapovich – post-graduate student, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.