Научная статья
УДК 633.11+631.8
doi:10.35694/YARCX.2026.73.1.001

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА СИНЕВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Алексей Алексеевич Акимов[1], Алексей Иванович Беленков[2], Глеб Алексеевич Грудяев[3]
[1, 3]Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия
[2]Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса, Лобня, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Иванович Беленков, belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Реферат. Цель исследований – изучить влияние регуляторов роста растений Альбит и Агат-25 Супер и разных фонов минерального питания на рост, развитие, формирование структуры урожая и урожайность озимой пшеницы сорта Синева. Полевой опыт проводили в 2022–2025 гг. в условиях Тверской области на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве. Размещение вариантов – рендомизированное, повторность в опыте – трёхкратная. Опыт заложен методом расщеплённых делянок. Площадь опыта 1800 м^2, площадь делянки I порядка 300 м^2, делянки II порядка 60 м^2, площадь учётной делянки 12 м^2. Предшественником озимой пшеницы во все годы исследований был чистый пар. В среднем за 3 года исследований большую урожайность обеспечивал Агат-25 Супер – 30,5 ц/га, что было выше на 3,4 ц/га, или на 12,5%, чем при применении Альбит (27,1 ц/га). Проведённые исследования показали, что наиболее высокую урожайность озимой пшеницы сорта Синева обеспечивал регулятор роста Агат-25 Супер в основном за счёт увеличения количества растений перед уборкой (314 шт./м^2), числа зёрен в колосе (24,9 шт.), массы 1000 зёрен (42,71 г) и, в целом, массы зерна с колоса (1,02 г). Применяемые удобрения в среднем приводили к возрастанию всех показателей структуры урожайности, независимо от регулятора роста. Получение большей урожайности озимой пшеницы на фонах $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$ и $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$ объяснялось наибольшей величиной продуктивного стеблестоя и массы зерна с колоса, в первую очередь, при явном преимуществе $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$.

Ключевые слова: *озимая пшеница, регуляторы роста, Агат-25 Супер, Альбит, минеральные удобрения, урожайность, структура урожайности*

FORMATION OF YIELD STRUCTURE AND CROP YIELD OF WINTER WHEAT OF THE SINEVA VARIETY DEPENDING ON THE USE OF GROWTH REGULATORS AND MINERAL FERTILIZERS

Aleksey A. Akimov[1], Aleksey I. Belenkov[2], Gleb A. Grudyaev[3]
[1, 3]Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia
[2]Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Lobnya, Russia

Author responsible for the correspondence: Aleksey I. Belenkov, belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Abstract. The purpose of the research was to study the effect of plant growth regulators Albit and Agat-25 Super and different mineral nutrition backgrounds on the growth, development, formation of yield structure and crop yield of winter wheat of the Sineva variety. The field experiment was carried out in 2022–2025 in the conditions of the Tver region on soddy-medium podzolic light loamy soil. The placement of variants was randomized, the experiment was replicated three times. The experiment was started on the method of split

plots. The area of the experiment was 1800 m^2, the area of plot I was about 300 m^2, plot II was about 60 m^2, the area of the registration plot was 12 m^2. The predecessor of winter wheat in all years of research was dead fallow. On average, over 3 years of researches, Agat-25 Super provided a high crop yield – 30.5 c/ha, which was higher by 3.4 c/ha or 12.5% than when using Albit (27.1 c/ha). The conducted researches have shown that the highest crop yield of winter wheat of the Sineva variety was provided by the Agat-25 Super growth regulator mainly due to an increase in the number of plants before harvesting (314 pcs/m^2), the number of grains in the ear (24.9 pcs), the weight of 1000 grains (42.71 g) and, in general, the weight of grain per ear (1.02 g). The applied fertilizers, on average, led to an increase in all indicators of crop yield structure, regardless of the growth regulator. Obtaining a higher yield of winter wheat on the background of $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$ and $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$ was explained by the largest value of productive plant stand and grain weight per ear, primarily with a clear advantage of $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$.

Keywords: *winter wheat, growth regulators, Agat-25 Super, Albit, mineral fertilizers, crop yield, crop yield structure*

Введение. В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства стала очевидной необходимость экологизации систем земледелия, которая должна проявляться в решении таких проблем, как получение экологически чистой продукции, отсутствие факторов загрязнения окружающей среды, уменьшение энергоёмкости производства [1].

Наибольший эффект сельское хозяйство получает от комплексной химизации, когда наряду с минеральными и органическими удобрениями широко применяются химические средства защиты растений, мелиоранты. Особое внимание в последнее время уделяется новому направлению – биотехнологии. Приоритетными направлениями биотехнологии являются следующие: бактериальные удобрения, регуляторы роста растений, микробиологические средства защиты растений [2].

В мировом земледелии в современных условиях важное значение имеет способ увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур за счёт возможности искусственно регулировать ростовые процессы в растениях и воздействовать на них полученными промышленностью физиологически активными веществами – регуляторами роста. Они имеют широкий спектр действия на многие полевые культуры, способны к повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, избирательно действуют не только на различные виды, сорта, но и на различные органы и ткани растительного организма [3].

В Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации, включено 94 торговых наименования регуляторов роста растений (РРР) [4].

Установлено, что среди применяемых в сельскохозяйственном производстве регуляторов роста большая роль принадлежит препаратам с комплексным воздействием, которые в ряде случаев превосходят эффективность природных гормонов или их синтетических аналогов, что определяет сроки обработки (фазы развития культуры) и нормы расхода.

К распространённым регуляторам роста относят Альбит. Этот препарат разработан в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрябина. Он содержит поли-бета-гидроксимасляную кислоту, магний сернокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид (6,2 + 29,8 + 91,1 + 91,2 + 181,5 г/кг) – это комплексный биопрепарат, содержащий очищенные действующие вещества из почвенных бактерий Bacillus megaterium и Pseudomonas aureofaciens. В естественных природных условиях данные бактерии обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий внешней среды. В состав препарата также входят хвойный экстракт (терпеновой кислоты), сбалансированный стартовый набор макро- и микроэлементов (N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Na, B, Co, Ni, Cl, C, I, Se, Si). В отличие от биопрепаратов, содержащих живые микроорганизмы, действие Альбита стабильнее, менее подвержено влиянию условий внешней среды. Характеризуется низкой стоимостью и экономичностью, в то же время по эффективности и срокам хранения приближается к химическим препаратам. Применяется для предпосевной обработки семян и по вегетации (можно совмещать в баковых смесях с пестицидами) [5].

Другим не менее эффективным регулятором роста является Агат-25 Супер. Это биологический препарат с фунгицидной и ростостимулирующей активностью. Действующее вещество: 3-индолилуксусная кислота (гетероауксин) + α-аланин + α-глутаминовая кислота (18 + 60 + 70 мг/кг). Агат-25 Супер защищает растения от болезней при слабой или средней заражённости семенного материала (головнёвые инфекции, корневые гнили, пятнистости, мучнистая роса, фитофтороз, альтернариоз и другие) за счёт стимуляции иммунитета и прямого фунгицидного действия. Препарат стимулирует рост растений (увеличивает длину

побегов, продуктивную кустистость, озернённость колоса, стимулирует биологическую (микробную) активность корневой системы, а также почвы в прикорневой зоне растений, что обеспечивает дополнительное поступление в растение азота и фосфора и позволяет сократить нормы внесения минеральных удобрений; увеличивает энергию прорастания, повышает полевую всхожесть, активизирует процессы листо- и плодообразования; повышает засухоустойчивость растений (повышение жаростойкости на 30–40%); препарат совместим с гербицидами, фунгицидами и инсектицидами различных классов, что делает возможным совместное их применение в баковых смесях. Это не только уменьшает затраты на защитные мероприятия, но и снижает химический стресс, который оказывают пестициды, что, в свою очередь, приводит к повышению урожайности по сравнению с применением одного пестицида [6; 7].

Применение данных биопрепаратов обеспечивает не только защиту растений от вредных организмов, но и стимулирует рост, развитие растений и созревание урожая. Применение регуляторов роста должно быть основано на полноценном обеспечении растений элементами минерального питания. Поэтому изучение их действия неразрывно связано с питательным режимом почвы.

В связи с этим нами был заложен полевой двухфакторный опыт по изучению действия регуляторов роста Альбит и Агат-25 Супер на разных фонах минерального питания озимой пшеницы сорта Синева.

Цель исследований – изучить влияние регуляторов роста растений и фонов минерального питания на рост, развитие, формирование структуры урожая и урожайность озимой пшеницы сорта Синева.

Материалы и методы исследований. Полевой опыт проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Тверская ГСХА в 2022–2025 гг. Размещение вариантов – рендомизированное, повторность в опыте – трёхкратная. Опыт заложен методом расщеплённых делянок. Площадь опыта 1800 м^2, площадь делянки I порядка 300 м^2, делянки II порядка 60 м^2, площадь учётной делянки 12 м^2.

Схема опыта включала 10 вариантов:

Фактор А (регуляторы роста):

1. Альбит (0,04 л/т семян + 0,04 л/га в фазу кущения + 0,04 л/га в фазу колошения).

2. Агат-25 Супер (0,04 л/т семян + 0,03 л/га в фазу кущения + 0,03 л/га в фазу колошения).

Фактор В (фон минерального питания):

1. Без удобрений.

2. $N_{24}P_{24}K_{24}$ (внесение под предпосевную культивацию) + N_{30} (I подкормка).

3. $N_{24}P_{24}K_{24}$ (внесение под предпосевную культивацию) + N_{60} (I подкормка).

4. $N_{24}P_{24}K_{24}$ (внесение под предпосевную культивацию) + N_{60+30} (II подкормки).

5. $N_{24}P_{24}K_{24}$ (внесение под предпосевную культивацию) + N_{60+60} (II подкормки).

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая остаточно карбонатная глееватая на морене. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы до закладки опыта следующие: гумус (по Тюрину) 1,5–2,5%; легкогидролизуемый азот 48,0–61,6 мг/кг, подвижный фосфор (P_2O_5) 269–369 мг/кг и обменный калий (K_2O) 82–118 мг/кг (по Кирсанову); pH_{KCl} 4,75–5,00, мощность пахотного слоя 20–22 см.

Определение pH солевой вытяжки из почвы проведено потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85), содержание подвижного фосфора – фотометрическим методом (ГОСТ Р 54650-2011, п. 9.2), калия – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ Р 54650-2011, п. 9.3), легкогидролизуемого азота – по методу Корнфильда, массовой доли органического вещества – фотометрическим методом (ГОСТ 26213-2021, п. 6.1).

Предшественником озимой пшеницы во все годы исследований был чистый пар. Объект исследований – растения озимой пшеницы сорта Синева.

Сорт озимой пшеницы Синева (оригинатор и патентообладатель: ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», ООО «ЗБК-Центр» и АО «Щелково-Агрохим»). Патент № 10109, 26.03.2019 г. Авторы сорта: В. С. Сидоренко, С. О. Гуринович, В. И. Зотиков, Л. А. Животков, Д. В. Наумкин, В. А. Костромичёва. Сорт Синева явно отличается от любого общеизвестного сорта, соответствует требованиям однородности и стабильности. Сорт создан в течение 9 лет (2007–2015 гг.) методом индивидуального отбора высокопродуктивных растений из гибридной популяции: Лютесценс АВСГ х Мироновская 67. Сорт с 2016 по 2019 гг. проходил государственное сортоиспытание. Разновидность лютесценс. Вегетационный период 297–310 дней. Среднепоздний. Созревает на 5–7 дней позже стандартного сорта Скипетр. Высота растений 83–97 см. Сорт устойчив к полеганию и листовым болезням. Зерно крупное. Масса 1000 зёрен 45,1–47,1 г. Засухоустойчивость на уровне стандарта. Хлебопекарные качества хорошие. Сорт Синева интенсивного типа и предназначен для выращивания на высоком агрофоне. На отдельных полях при использовании высоких доз удобрений, комплексной системы защиты растений и современной сельскохозяйственной техники достигнута урожайность сорта 9,5–10,5 т/га. Включён в Госреестр охраняемых селекционных достижений с 2019 года [8].

Погодные условия во все годы исследований резко отличались от средних многолетних значе-

ний как по выпадению осадков, так и по температурному режиму. Так, в условиях вегетационного периода 2022–2023 гг. наблюдалась весьма тёплая зима. Среднесуточная температура воздуха с октября по апрель превышала средние многолетние значения на 1–3ºС, особенно в январе. Начиная с мая и до конца вегетации, температурный режим изменился в сторону похолодания, которое больше проявилось на фоне преобладания осадков в июле. По количеству выпавших осадков вегетационный период отличался некоторым их превышением относительно средних многолетних значений в начале вегетации (сентябрь и октябрь), в период перезимовки (декабрь – март) и в период созревания (июль).

Условия вегетационного периода 2023–2024 года отличались суровой зимой, температура воздуха в декабре и январе была ниже средней многолетней нормы на 0,8–4,8ºС. С февраля по апрель температурный режим превышал средние многолетние значения на 1,0–3,5ºС. После весеннего отрастания и до уборки урожая среднесуточная температура воздуха была выше средних многолетних значений на 0,9–2,6ºС. Практически на протяжении всего вегетационного периода наблюдалось превышение количества выпавших осадков над средней многолетней нормой. Так, с октября по декабрь, в феврале, апреле, июне и июле количество выпавших осадков было выше средних многолетних значений на 21,8–166,7%. Особенно дождливым был месяц апрель, количество осадков превысило среднюю многолетнюю норму здесь в 2,67 раза. К моменту уборки как температурный режим, так и выпадение осадков стабилизировались.

Относительно вегетационного периода 2024–2025 гг. можно отметить, что он был тёплым и умеренно влажным с сентября по апрель, снежный покров на протяжении перезимовки практически отсутствовал. Среднесуточные температуры воздуха в этот период были выше средних многолетних значений на 0,8–4,5ºС, а осадки немного превышали средние многолетние значения по этому показателю. Однако в мае и июне, на фоне снижения температуры воздуха на 0,4–1,0ºС и большого количества осадков, особенно в июне (164 мм), при их неравномерном перераспределении по декадам, рост и развитие озимой пшеницы несколько задерживались. Далее в июле отмечалась комфортная тёплая и умеренно влажная погода.

Таким образом, вегетационные периоды озимой пшеницы отличались от средних многолетних значений как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Наиболее благоприятными оказались по влагообеспеченности вегетационные периоды 2022–2023 и 2024–2025 гг., когда количество выпавших осадков в среднем было выше средних многолетних значений на 13,1 и 19,2%, по сравнению с вегетационным периодом 2023–2024 гг. – 6,7%. По температурному режиму было аналогично, вегетационные периоды 2022–2023 гг. и 2024–2025 гг. были более тёплыми, а условия перезимовки в вегетационном периоде 2023–2024 гг. – более суровыми, особенно в январе.

Агротехника озимой пшеницы в опытных посевах общепринятая для Тверской области. Под предпосевную культивацию вносились удобрения (азофоска 16:16:16) в норме $N_{24}P_{24}K_{24}$ согласно схеме опыта. Перед посевом семена обрабатывались изучаемыми регуляторами роста. Посев озимой пшеницы осуществлялся 10–12 сентября агрегатом МТЗ-82 + СПУ-3 с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га. Для посева использовались семена категории РС-1. Первая корневая подкормка аммиачной селитрой проводилась вручную в начале отрастания озимой пшеницы, вторая (на 4 и 5 вариантах) – через две недели после первой. Некорневая подкормка регуляторами роста проводилась дважды: первая – в фазу кущения, вторая – в фазу колошения с помощью ранцевого опрыскивателя ЖУК с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Гербициды и другие средства защиты растений не применялись. Уборка урожая про-

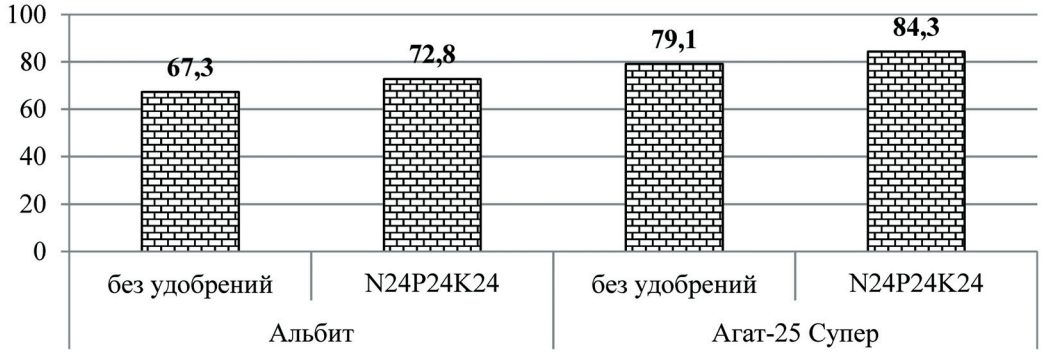

Рисунок 1 – Влияние обработки семян регуляторами роста и фона минерального питания на полевую всхожесть семян озимой пшеницы (%), в среднем за 2023–2025 гг.

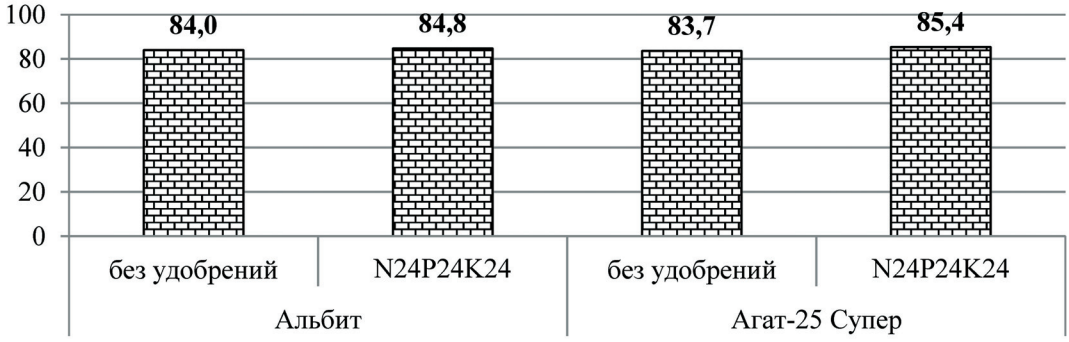

Рисунок 2 – Влияние обработки семян регуляторами роста и фона минерального питания на перезимовку растений озимой пшеницы (%), в среднем 2023–2025 гг.

водилась сплошным способом комбайном Sampo Terrion-2010 при полной спелости озимой пшеницы.

Учёты и наблюдения за растениями проводили по методике Госсортсети, статистическую обработку урожайных данных – методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову.

Результаты и обсуждение. Данные по действию регуляторов роста на полевую всхожесть озимой пшеницы представлены на рисунке 1.

Как видно из представленных данных, применение регуляторов роста Альбит и Агат-25 Супер привело к увеличению полевой всхожести опытной культуры при применении минеральных удобрений. Так, применение препарата Альбит способствовало увеличению данного показателя с 67,3 до 72,8%, а Агат-25 Супер – с 79,1 до 84,3%, или на 5,5 и 5,2 процентных пунктов соответственно. Среди изученных регуляторов роста в среднем большую полевую всхожесть, равную 81,7%, обеспечил Агат-25 Супер, что было выше на 11,6%., чем при применении Альбит.

Определение перезимовки озимой пшеницы выявило, что она изменялась от 84,0 до 85,4%. При этом на удобренных фонах величина данного показателя была выше по сравнению с фоном без удобрений. Так, при применении Альбит она возрастала с 84,0 до 84,8, а при применении Агат-25 Супер – с 83,7 до 85,4%, или на 0,8 и 1,7 п.п. соответственно (рис. 2).

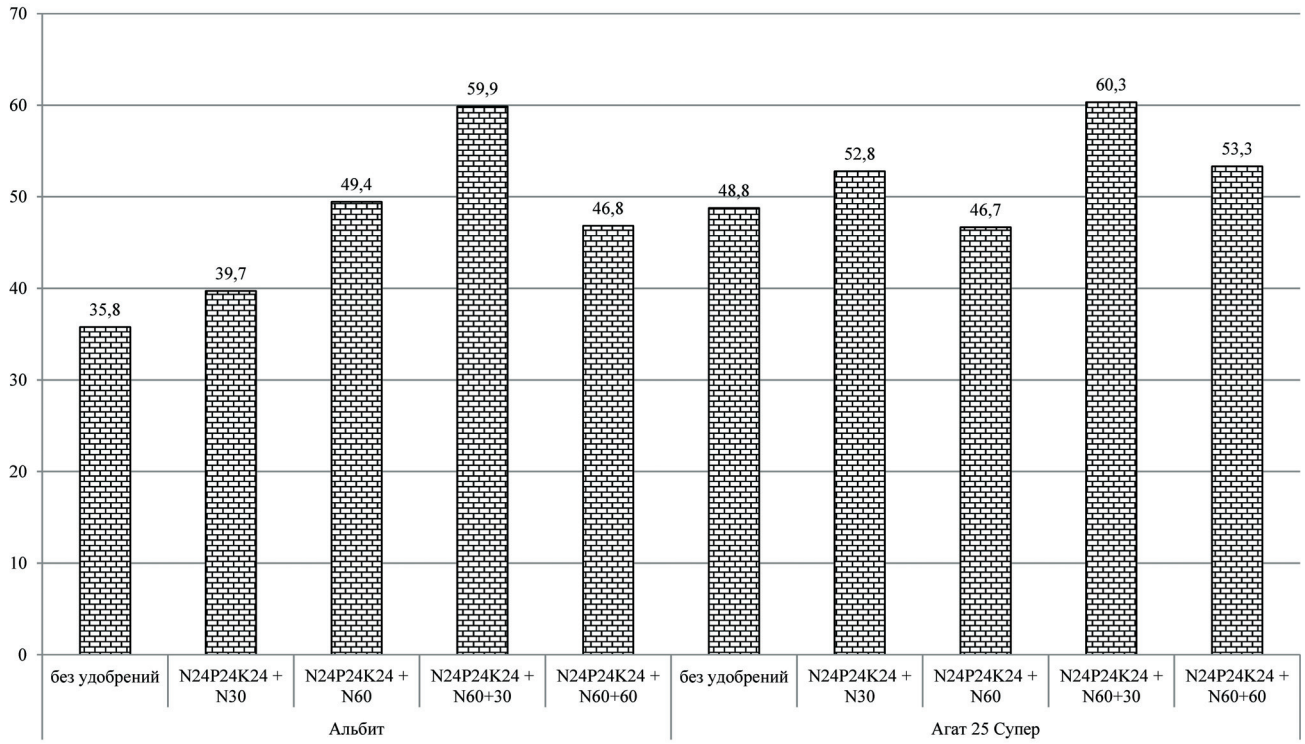

Рисунок 3 – Влияние регуляторов роста и фонов минерального питания на общую выживаемость озимой пшеницы (%), в среднем за 2023–2025 гг.

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы, в среднем за 2023–2025 гг.

Фактор А	Фактор В	Урожайность, ц/га				Прибавка	
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	в среднем за 3 года	ц/га	%
Альбит	Без удобрений	18,4	16,4	13,0	15,9	–	–
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{30}$	24,0	22,2	21,3	22,5	6,6	41,5
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60}$	37,0	21,6	26,0	28,2	12,3	77,4
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$	45,2	28,0	28,3	33,8	17,9	112,6
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$	47,8	24,4	33,1	35,1	19,2	120,8
	В среднем по удобрению	**38,5**	**24,1**	**27,2**	**29,9**	**14,0**	**88,1**
В среднем по фактору А		**34,5**	**22,6**	**24,3**	**27,1**	**–**	**–**
Агат-25 Супер	Без удобрений	25,4	23,0	17,9	22,1	–	–
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{30}$	40,0	24,4	19,7	28,0	5,9	26,7
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60}$	41,4	24,8	25,8	30,7	8,6	38,9
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$	46,0	31,2	29,3	35,5	13,4	60,6
	$N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$	47,0	28,6	33,2	36,3	14,2	64,3
	В среднем по удобрению	**43,6**	**27,3**	**27,0**	**32,6**	**10,5**	**47,5**
В среднем по фактору А		**40,0**	**26,4**	**25,2**	**30,5**	**3,4**	**12,5**
$НСР_{05}$		3,1	1,7	1,6	–	–	–
$НСР_{05}$ по А		1,4	0,8	0,7	–	–	–
$НСР_{05}$ по В		2,2	1,2	1,2	–	–	–

На рисунке 3 представлены данные по влиянию регуляторов роста и фонов минерального питания на общую выживаемость растений озимой пшеницы. Общая выживаемость озимой пшеницы является интегральным показателем и позволяет оценить действие и взаимодействие изучаемых в опыте факторов. Представленные данные убедительно свидетельствуют, что с усилением фона минерального питания общая выживаемость растений озимой пшеницы возрастает. Так, на фоне Альбит данный показатель возрос с 35,8 до 59,9%, а на фоне Агат-25 Супер – с 48,8 до 60,3%, или на 24,1 и 11,5 п.п. соответственно. При этом большая величина общей выживаемости отмечалась на фоне минерального питания $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$. Дальнейшее усиление фона приводило к снижению общей выживаемости до 46,8 и 53,3%, независимо от применяемого регулятора роста, что, по-видимому, связано с конкуренцией растений за факторы жизни.

В таблице 1 представлены данные по влиянию регуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы сорта Синева.

Урожайность озимой пшеницы изменялась в зависимости от изучаемых факторов и условий вегетационных периодов. Так, в условиях вегетационного периода 2022–2023 гг. её величина варьировала от 18,4 до 47,8 ц/га, в 2023–2024 гг. – от 16,4 до 31,2 ц/га, в 2024–2025 гг. – от 13,0 до 33,2 ц/га. В среднем за 3 года исследований урожайность изменялась от 15,9 до 36,3 ц/га.

Как свидетельствуют полученные урожайные данные, в среднем урожайность озимой пшеницы по фону применения Альбит равнялась 27,1 ц/га, а по фону Агат-25 Супер – 30,5 ц/га, то есть выше на 3,4 ц/га, или на 12,5%. Применение различных фонов минерального питания по-разному повлияло на величину урожайности. Так, в среднем по удобренному фону при применении Альбит урожайность возросла с 15,9 до 29,9 ц/га, а по фону Агат-25 Супер – с 22,1 до 32,6 ц/га, или на 14,0 и 10,5 ц/га (на 88,1 и 47,5% соответственно). Среди изученных фонов большая урожайность была получена при применении $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+30}$ и $N_{24}P_{24}K_{24} + N_{60+60}$, независимо от регулятора роста. Так, на фоне применения Альбит урожайность составила на этих вариантах 33,8 и 35,1 ц/га, а на фоне Агат-25 Супер – 35,5 и 36,3 ц/га соответственно, то есть разница весьма незначительная – 1,3 и 0,8 ц/га. Таким образом, урожайность возросла на этих вариантах, по сравнению с вариантом без удобрений, на фоне Альбит на 17,9 и 19,2 ц/га, или на 112,6 и 120,8%, а на фоне Агат-25 Супер – на 13,4 и 14,2 ц/га, или на 60,6 и 64,3% соответственно.

Различия в урожайности озимой пшеницы можно оценить, проанализировав основные элементы её структуры, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Структура урожайности озимой пшеницы, в среднем за 2023–2025 гг.

Фактор А	Фактор В	Кол-во растений перед уборкой, шт./м^2	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с колоса, г
Альбит	Без удобрений	215	1,01	65,1	6,0	21,7	37,22	0,79
	N24P24K24+ N30	238	1,00	68,0	6,4	25,7	39,02	0,99
	N24P24K24+ N60	297	1,14	71,9	6,3	21,9	40,73	0,89
	N24P24K24+ N60+30	359	0,96	73,7	6,5	25,1	43,13	1,04
	N24P24K24+ N60+60	281	1,11	78,1	6,7	27,4	42,59	1,15
	В среднем по удобрению	**294**	**1,06**	**72,9**	**6,5**	**25,0**	**41,37**	**1,02**
В среднем по фактору А		**278**	**1,05**	**71,4**	**6,4**	**24,4**	**40,54**	**0,97**
Агат-25 Супер	Без удобрений	293	0,93	65,2	6,1	23,2	41,28	0,93
	N24P24K24+ N30	317	0,98	70,8	6,1	22,9	43,36	0,94
	N24P24K24+ N60	280	1,03	72,2	6,7	25,2	45,59	1,07
	N24P24K24+ N60+30	362	1,06	72,7	6,3	24,8	41,23	1,00
	N24P24K24+ N60+60	320	0,99	75,9	7,0	28,2	42,07	1,17
	В среднем по удобрению	**320**	**1,01**	**72,9**	**6,5**	**25,3**	**43,06**	**1,05**
В среднем по фактору А		**314**	**1,00**	**71,4**	**6,4**	**24,9**	**42,71**	**1,02**

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что большую урожайность (30,5 ц/га) в среднем обеспечивал регулятор роста Агат-25 Супер в основном за счёт большего количества растений перед уборкой (314 шт./м^2), числа зёрен в колосе (24,9 шт.), массы 1000 зёрен (42,71 г) и, в целом, массы зерна с колоса (1,02 г). Применяемые удобрения в среднем приводили к возрастанию всех показателей структуры урожайности, независимо от регулятора роста.

Получение большей урожайности озимой пшеницы на фонах $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+30} и $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60} было обеспечено за счёт большей величины продуктивного стеблестоя и массы зерна с колоса при явном преимуществе фона $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60}.

Таким образом, применение регуляторов роста растений Альбит и Агат-25 Супер для предпосевной обработки семян и внесение их два раза за вегетацию обеспечивает получение наибольшей урожайности озимой пшеницы, равной 33,8–35,1 и 35,5 и 36,3 ц/га, на фонах $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+30} и $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60}. При этом преимущество – за регулятором роста Агат-25 Супер.

Выводы.

1. В условиях Тверской области на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве среди изучаемых регуляторов роста растений на посевах озимой пшеницы большую урожайность в среднем за 3 года исследований обеспечил Агат-25 Супер – 30,5 ц/га, что было выше на 3,4 ц/га, или на 12,5%, чем при применении Альбит (27,1 ц/га).

2. Применяемые нормы минеральных удобрений повышали эффективность изучаемых регуляторов роста. Так, большая урожайность озимой пшеницы была получена, независимо от регулятора роста, на фонах $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+30} и $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60}, которая находилась на уровне 33,8 и 35,1 ц/га при применении Альбит и 35,5 и 36,3 ц/га – при применении Агат-25 Супер при явном преимуществе последнего.

3. Среди изучаемых норм минеральных удобрений большую общую выживаемость растений, равную 59,9 и 60,3%, независимо от изучаемого регулятора роста, обеспечила норма $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+30}. Дальнейшее увеличение нормы удобрений приводило к снижению общей выживаемости озимой пшеницы.

4. Проведённые исследования показали, что большую урожайность (30,5 ц/га) в среднем обеспечивал регулятор роста Агат-25 Супер в основном за счёт большего количества растений перед уборкой (314 шт./м^2), числа зёрен в колосе (24,9 шт.), массы 1000 зёрен (42,71 г) и, в целом, массы зерна с колоса (1,02 г). Применяемые удобрения в среднем приводили к возрастанию всех показателей

структуры урожайности, независимо от регулятора роста. Получение большей урожайности озимой пшеницы на фонах $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+30} и $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60} было обеспечено за счёт большей величины продуктивного стеблестоя и массы зерна с колоса при явном преимуществе фона $N_{24}P_{24}K_{24}$ + N_{60+60}.

Список источников

1. Шалыгина А. А. Регуляторы роста растений на посевах озимой пшеницы в условиях предгорной зоны РСО-Алания // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 92-14. С. 141–143. DOI 10.18411/trnio-12-2022-672. EDN IURRKN.

2. Петрова И. Ф. Влияние факторов на развитие зернового производства // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2017. № 26 (31). С. 100–104. EDN XOOHGH.

3. Мамсиров Н. И., Дагужиева З. Ш. Действие регуляторов роста на посевы озимой пшеницы // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность : материалы IV Международ. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Заслуженному деятелю науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессору Б. Х. Фиапшеву, Нальчик, 22 марта 2018 года. Нальчик : ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», 2018. С. 42–46. ISBN 978-5-89125-120-5. EDN YYSIEX.

4. Мальцев М. И., Калюта Е. В., Маркин В. И., Базарнова Н. Г. Применение препаратов, полученных из продуктов переработки растительного сырья, в качестве регуляторов роста яровой пшеницы : научно-методические рекомендации. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2022. 51 с. EDN ZZROIM.

5. Злотников А. К., Алехин В. Т., Андрианов А. Д. [и др.] Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения / Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Научно-производственная фирма «Альбит»; Институт биохимии и физиологии микроорганизмов Российской академии наук. М. : Издательство «Агрорус», 2008. 248 с. EDN QIMEZJ.

6. Акимов А. А., Беленков А. И., Грудяев Г. А. Эффективность регуляторов роста в посевах озимой пшеницы при возрастающих нормах минеральных удобрений в условиях Тверской области // Кормопроизводство. 2025. № 4. С. 12–18. DOI 10.30906/1562-0417-2025-4-12-18. EDN MJGTNU.

7. АгроXXI – агропромышленный портал. Агат-25 Супер. URL: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/agat-25-super tps.html?ysclid=mjidn 1o4qh54319635 (дата обращения: 11.12.2025).

8. Пшеница озимая Синева. https://vniizbk.ru/progress/varieties/37-2020-02-07-09-03-15/694-2023-03-10-06-06-38.html?ysclid=mjjvdmv1jw266517475 (дата обращения: 11.12.2025).

References

1. Shalygina A. A. Regulyatory rosta rastenij na posevah ozimoj pshenicy v usloviyah predgornoj zony RSO-Alaniya // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2022. № 92-14. S. 141–143. DOI 10.18411/trnio-12-2022-672. EDN IURRKN.

2. Petrova I. F. Vliyanie faktorov na razvitie zernovogo proizvodstva // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. 2017. № 26 (31). S. 100–104. EDN XOOHGH.

3. Mamsirov N. I., Daguzhieva Z. Sh. Dejstvie regulyatorov rosta na posevy ozimoj pshenicy // Sel'skohozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost' : materialy IV Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashch. pamyati Zasluzhennomu deyatelyu nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya professoru B. Kh. Fiapshevu, Nal'chik, 22 marta 2018 goda. Nal'chik : FGBOU VO «Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V. M. Kokova», 2018. S. 42–46. ISBN 978-5-89125-120-5. EDN YYSIEX.

4. Mal'tsev M. I., Kalyuta E. V., Markin V. I., Bazarnova N. G. Primenenie preparatov, poluchennyh iz produktov pererabotki rastitel'nogo syr'ya, v kachestve regulyatorov rosta yarovoj pshenicy : nauchno-metodicheskie rekomendacii. Barnaul : Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022. 51 s. EDN ZZROIM.

5. Zlotnikov A. K., Alekhin V. T., Andrianov A. D. [i dr.] Biopreparat Al'bit dlya povysheniya urozhaya i zashchity rastenij: opyty, rekomendacii, rezul'taty primeneniya / Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zashchity rastenij; Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, Nauchno-proizvodstvennaya firma «Al'bit»; Institut biohimii i fiziologii mikroorganizmov Rossijskoj akademii nauk. M. : Izdatel'stvo «Agrorus», 2008. 248 s. EDN QIMEZJ.

6. Akimov A. A., Belenkov A. I., Grudyaev G. A. Effektivnost' regulyatorov rosta v posevah ozimoj pshenicy pri vozrastayushchih normah mineral'nyh udobrenij v usloviyah Tverskoj oblasti // Kormoproizvodstvo. 2025. № 4. S. 12–18. DOI 10.30906/1562-0417-2025-4-12-18. EDN MJGTNU.

7. AgroXXI – agropromyshlennyj portal. Agat-25 Super. URL: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/agat-25-super tps.html?ysclid=mjidn 1o4qh54319635 (data obrashcheniya: 11.12.2025).

8. Pshenica ozimaya Sineva. URL: https://vniizbk.ru/progress/varieties/37-2020-02-07-09-03-15/694-2023-03-10-06-06-38.html?ysclid=mjjvdmv1jw266517475 (data obrashcheniya: 11.12.2025).

Сведения об авторах

Алексей Алексеевич Акимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии, земледелия и лесопользования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6890-2481.

Алексей Иванович Беленков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», spin-код: 8397-1599.

Глеб Алексеевич Грудяев – аспирант кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия».

Information about the authors

Aleksey A. Akimov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Agrochemistry, Agriculture and Forestry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Agricultural Academy", spin-code: 6890-2481.

Aleksey I. Belenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Consultant, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 8397-1599.

Gleb A. Grudyaev – postgraduate student of the Department of Agrochemistry, Agriculture and Forestry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Agricultural Academy".

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.