

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПЕРЕЗИМОВКУ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**Э. Д. Акманаев, А. В. Старцева**

Реферат. В настоящей работе представлены результаты исследований, проведенных в 2022–2025 годы на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в агроклиматических условиях Пермского края, по изучению перезимовки и формирования урожайности зерна сортов озимой тритикале в зависимости от способов и сроков применения препаратов Альбит, ТПС и ЭКО-СП. Трехлетними исследованиями выявлено, что предпосевная обработка семян изучаемыми биологическими препаратами повышает их полевую всхожесть на 5–6%, перезимовку растений – на 6%. При неблагоприятных условиях эффективность обработок повышается. Двукратная обработка (семена + посевы осенью) повышает выживаемость растений озимой тритикале после зимнего периода на 9%, число продуктивных растений – на 19 шт./м² и густоту продуктивных стеблей – на 58 шт./м². В среднем за три года исследований испытываемые сорта озимой тритикале формировали сопоставимую урожайность: сорт Цекад 90 – 4,02 и сорт Сибард – 4,13 т/га зерна. Наибольшее повышение урожайности зерна получено при двукратной обработке. На сорте Цекад 90 применение Альбит, ТПС позволило повысить урожайность на 13%, а ЭКО-СП – на 7%. Сорт Сибард в этом варианте также отреагировал существенным повышением урожайности зерна на 10% и 8% соответственно. Исследуемые препараты обеспечили сопоставимое действие на перезимовку и другие элементы структуры урожайности.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, биопрепарат, Альбит, ТПС, ЭКО-СП, полевая всхожесть, перезимовка, урожайность.

Введение. Озимая тритикале – результат селекционной работы, объединивший генетические особенности пшеницы и ржи. Многофункциональность культуры определяется разнообразием сфер использования её зерна. В пищевой промышленности зерно может быть востребовано для разработки продуктов специализированного питания [1]. Кроме того, тритикале находит применение в крахмалопаточном и спиртовом производстве. Существенна и кормовая ценность зерна: для свиней это может быть базовый кормовой ресурс, для КРС, овец и бройлеров – важный элемент комбинированных кормосмесей [2, 3, 4]. Среднее Предуралье, в том числе и Пермский край, является животноводческой зоной, поэтому данная культура актуальна для региона. По данным ряда исследователей озимая тритикале обладает высоким потенциалом урожайности – до 10 т/га зерна [5, 6, 7]. Однако по официальным данным, урожайность озимой тритикале в Пермском крае составляет 1,2–1,6 т/га зерна, в благоприятные годы – до 2,7 т/га [8]. Таким образом, поиск технологических решений, которые позволили бы реализовать потенциал культуры – актуальная задача для исследований в сельском хозяйстве.

Анализ литературных источников показал, что применение препаратов биологической природы позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных культур [9, 10] за счёт минимизации негативного воздействия как биотических, так и абиотических стрессовых факторов [11, 12, 13]. Однако выбор эффективных методов их применения на озимой тритикале в почвенно-климатических условиях Среднего Предуралья изучен недостаточно, что и стало целью наших исследований.

Условия, материалы и методы. Закладку полевого опыта осуществляли в 2022–2024

годы, учет урожайности зерна – в 2023–2025 годы, опыт – трёхфакторный. Объектами исследований были два сорта озимой тритикале Цекад 90 (A₁) и Сибард (A₂), а также два биологических препарата: Альбит, ТПС – комплексный биопрепарат, универсальный регулятор роста растений со свойствами фунгицида и комплексного удобрения (B₁) и ЭКО СП – препарат на основе гуминовых кислот (B₂). В соответствии со схемой опыта испытывали следующие способы применения препаратов (C): 1) без обработки; 2) обработка семян; 3) двукратная обработка: семян и листовая обработка посевов осенью; 4) листовая обработка посевов осенью; 5) двукратная обработка: семян и листовая обработка посевов весной; 6) листовая обработка посевов весной. Экспериментальную работу, включая закладку опытов, проведение наблюдений, исследований и статистическую обработку полученных данных, выполняли по общепринятым методикам [14, 15]. Повторность в опыте четырёхкратная, размещение вариантов систематическое при учетной площади делянки третьего порядка 33 м². Исследования проведены на типичной для региона дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, с низким содержанием гумуса (1,98–2,57%), при обменной кислотности pH 4,70–5,32, с содержанием подвижного фосфора 181–450 мг/кг почвы и обменного калия 156–314 мг/кг почвы.

Агротехнические мероприятия в опыте соответствовали научно обоснованной зональной системе земледелия, за исключением изучаемых приёмов обработки семян и посевов [16]. Нормы расхода изучаемых препаратов соответствовали рекомендациям производителей: Альбит, ТПС применяли из расчёта 50 мл на 1 тонну семян и 1 га посевов, ЭКО-СП – 0,3 л на тонну семян и 1,2 л/га при листовой обработке посевов. Опрыскивание

посевов с расходом рабочего раствора 200 л/га проводили ранцевым опрыскивателем согласно схеме опыта.

Погодные условия в годы исследований отличались контрастностью. Осенний период 2022 и 2024 годов отличался засушливостью (ГТК=0,7...0,9), 2023 года – избыточным увлажнением (ГТК=1,9). В 2023 году ГТК за весенне-летний период составил 0,8, что характеризует его как сухой; в 2024 отмечено избыточное увлажнение при ГТК=1,5; в 2025 году избыточное увлажнение зафиксировано в первой половине весенне-летнего периода (ГТК=2,2), вторая половина характеризовалась достаточным увлажнением (ГТК=1,2).

Результаты и обсуждение. В среднем за три года полевых испытаний выявлено, что в технологии возделывания сортов озимой тритикале Сибард и Цекад 90 предпосевная обработка семян препаратами Альбит, ТПС и ЭКО-СП приводит к существенному увеличению полевой всхожести на 5–6% при значении

данного показателя в варианте без применения обработки – 68% ($НСР_{05}=3\%$), (табл. 1). Анализируя данные по годам исследования, можно отметить, что предпосевная обработка семян была наиболее эффективна в 2022 и 2023 годах, когда наблюдали неблагоприятные условия для их прорастания (ГТК=0,6) – в среднем повышение полевой всхожести обработанных семян составило 5-7% (контроль – 55%) и 8-9% (контроль – 71%) соответственно. В 2024 году прорастание семян сортов озимой тритикале проходило при высокой влагообеспеченности (ГТК=2,0) и полевая всхожесть в опыте варьировала от 80 до 87%, существенных отклонений между вариантами не выявлено. Таким образом, применение предпосевной обработки семян сортов озимой тритикале изучаемыми препаратами биологической происхождения оказывает положительное влияние на их полевую всхожесть особенно при стрессовых условиях в период посев-всходы.

Таблица 1- Полевая всхожесть семян сортов озимой тритикале в зависимости от способов применения биопрепаратов, %, среднее за 2022-2024 годы

Фактор А	Фактор В	Фактор С						μ АВ
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
Цекад 90	Альбит	67	74	74	67	73	66	70
	ЭКО СП	66	71	72	68	73	67	70
μ по A ₁ C		66	72	73	68	73	66	
Сибард	Альбит	70	75	74	70	74	69	72
	ЭКО СП	70	74	73	68	74	69	71
μ по A ₂ C		70	74	74	69	74	69	
μ по С		68	73	73	69	74	68	
μ по В ₁		71	μ по A ₁		70			
μ по В ₂		71	μ по A ₂		72			
НСР г. э. А		2	НСР ч. р. А		7			
В		F _φ <F ₀₅		В	F _φ <F ₀₅			
С		3		С	5			

Трёхлетние исследования перезимовки озимой тритикале выявили изменчивость данного показателя по годам и вариантам обработки. В 2023 году изучаемые сорта Цекад 90 и Сибард продемонстрировали выживаемость растений после зимнего периода на уровне 71% и 66% соответственно. Применение биопрепаратов для предпосевной обработки семян оказало положительное влияние, повысив выживаемость растений после зимовки на 3-5%. В 2024 году наблюдалось снижение показателей перезимовки: у сорта Цекад 90 – до 51%, у Сибарда – до 52%. Результаты дисперсионного анализа подтвердили эффективность обработки семян: в среднем она обеспечила прирост выживаемости на 5-10% относительно контрольного варианта (47%), ($НСР_{05}=5\%$). В 2025 году выживаемость растений сорта Цекад 90 варьировала от 26% до 38%, сорта Сибард – от 28 до 45% в зависимости от вариантов опыта. В опытных вариантах с предпосевной обработкой семян удалось существенно увеличить выживаемость на 8-11% относительно контроля (29%) при $НСР_{05}=4\%$.

Следует отметить, что изучаемые в опыте сорта озимой тритикале Цекад 90 и Сибард

характеризуются средней и высокой зимостойкостью. Низкий процент перезимовки наблюдали в 2024 и 2025 годы К зимнему периоду 2023-2024 годы растения сортов озимой тритикале подошли не в оптимальном состоянии и, хотя зима по температурному режиму была незначительно холоднее нормы, однако снежной – средняя высота снежного покрова составила 55 см. В 2025 году наблюдали теплую погоду в зимний период (среднемесячные температуры были выше нормы на 5,5-7,5°C), средняя высота снежного покрова составила 51 см. В результате наблюдали выпревание растений, их поражение снежной плесенью, что и послужило причиной гибели растений. Следует отметить, что инфекционное выпревание растений является одной из наиболее распространенных причин гибели озимых культур в Среднем Предуралье [17, 18]. Статистическая обработка данных по перезимовке за три года позволила установить преимущество предпосевной обработки семян (рис. 1). В вариантах с применением обработки семян выживаемость растений озимой тритикале достигла 53%, а при комбинированной обработке семян и посевов осенью на 3% больше,

при этом в контрольном варианте перезимовка составила 47%, (НСР₀₅=3%). Двукратное применение препарата Альбит, ТПС (обработка семян + обработка посевов осенью) существенно отразилось на обоих сортах озимой тритикале: на сорте Цекад 90 выживаемость повысилась на 10%, на сорте Сибард – на 13% и составила 57 и 58% соответственно

при НСР₀₅=6%.

Перезимовка растений оказывает влияние на количество продуктивных растений озимой тритикале к уборке, которые в свою очередь благодаря кустистости формируют густоту продуктивного стеблестоя – показатель, от которого в большей степени зависит величина получаемого урожая.

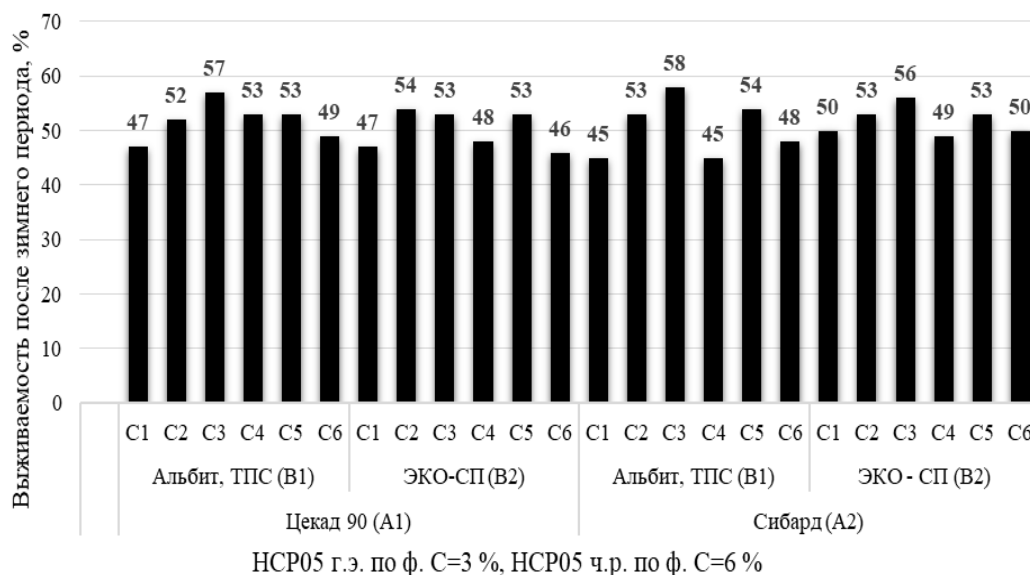


Рис. 1 - Выживаемость растений сортов озимой тритикале в зависимости от способов применения препаратов, %, среднее за 2023-2025 годы

Результаты трёхлетних наблюдений свидетельствуют о сопоставимой продуктивной густоте стояния растений у исследуемых сортов Цекад 90 и Сибард – 194 шт./м² и 190 шт./м² соответственно (табл. 2). Варианты, где проводили обработку семян перед посевом, обеспечили достоверное увеличение количества продуктивных растений до 198-201 шт./м² по отношению к варианту без обработки (181 шт./м²) при НСР₀₅=10 шт./м². В проведенных исследованиях выявлено, что продуктивная кустистость культуры зависела от сортовых особенностей и агрометеорологических условий, складывающихся в период вегетации. Значение данного показателя на сорте Цекад 90 составило в среднем за три года 2,0 ед., сорта Сибард – 2,2 ед. Между сортами зафиксирована существенная разница при НСР₀₅=0,1 ед. В годы исследования с достаточным увлажнением в период кущения культуры продуктивная кустистость растений была выше на 1,0-1,5 ед. Влияние других изучаемых приемов на продуктивную кустистость не установлено.

Количество продуктивных стеблей в среднем за три года проведения опыта зафиксировано следующее: 366 шт./м² на сорте Цекад 90 и 377 шт./м² на сорте Сибард. В варианте без применения обработок среднее значение данного показателя составило 347 шт./м². Обработка семян перед посевом обеспечила повышение данного показателя на 34 шт./м²,

двукратные обработки – на 47-57 шт./м² относительно контроля (НСР₀₅=21 шт./м²). Частные различия демонстрируют, что такой приём как предпосевная обработка семян с последующим опрыскиванием растений осенью приводит к повышению числа продуктивных стеблей при использовании препарата Альбит, ТПС на 57 шт./м² на сорте Цекад 90 и на 72 шт./м² на сорте Сибард; при использовании ЭКО-СП увеличение составил 42 и 59 шт./м² соответственно при НСР₀₅=42 шт./м².

Использование биологических препаратов в технологии возделывания сортов озимой тритикале оказывало существенное влияние на повышение урожайности культуры (рис. 2). В среднем за три года исследований урожайность зерна сорта Цекад 90 составила 4,02 т/га, у сорта Сибард не существенно выше на 0,11 т/га, т.е. сорта по урожайности были сопоставимыми. Сорт Цекад 90 положительно реагировал на проведение комбинированной обработки семян и посевов осенью. Так, урожайность в этом варианте на фоне использования препарата Альбит, ТПС составила 4,22 т/га зерна, при урожайности на контроле 3,72 т/га. При применении препарата ЭКО-СП урожайность на контроле 3,92 т/га, а при комбинированной обработке больше на 0,29 т/га зерна. Следует отметить, что предпосевная обработка семян препаратом ЭКО-СП также позволяет существенно повысить сбор зерна данного сорта на 0,40 т/га.

Таблица 2 – Формирование густоты продуктивного стеблестоя сортов озимой тритикале в зависимости от способов применения препаратов, среднее за 2023-2025 годы

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Показатели		
			Число продуктивных растений, шт./м²	Число продуктивных стеблей, шт./м²	Продуктивная кустистость
Цекад 90 (А ₁)	Альбит, ТПС (В ₁)	С ₁	171	343	2,2
		С ₂	208	375	2,0
		С ₃	203	400	2,2
		С ₄	193	361	2,0
		С ₅	198	388	2,1
		С ₆	187	348	2,1
	ЭКО-СП (В ₂)	С ₁	183	349	2,1
		С ₂	199	388	2,1
		С ₃	198	391	2,2
		С ₄	197	344	1,8
		С ₅	207	374	2,0
		С ₆	183	339	2,1
Сибард (А ₂)	Альбит, ТПС (В ₁)	С ₁	177	346	2,1
		С ₂	181	380	2,3
		С ₃	200	418	2,2
		С ₄	175	372	2,2
		С ₅	195	400	2,3
		С ₆	189	370	2,1
	ЭКО-СП (В ₂)	С ₁	191	352	2,0
		С ₂	204	380	2,0
		С ₃	200	411	2,2
		С ₄	173	336	2,2
		С ₅	203	414	2,2
		С ₆	191	347	2,1
Средние по ф. А		Цекад 90	194	366	2,0
		Сибард	190	377	2,2
Средние по ф. В		Альбит	190	375	2,2
		ЭКО-СП	194	369	2,1
Средние по ф. С		С ₁	181	347	2,0
		С ₂	198	381	2,2
		С ₃	200	405	2,2
		С ₄	184	353	2,2
		С ₅	201	394	2,2
		С ₆	187	351	2,1
НСР ₀₅ Г.э.		А	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	0,1
		В	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅
		С	10	21	F _φ < F ₀₅
НСР ₀₅ ч.р.		А	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	0,3
		В	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅
		С	19	42	F _φ < F ₀₅

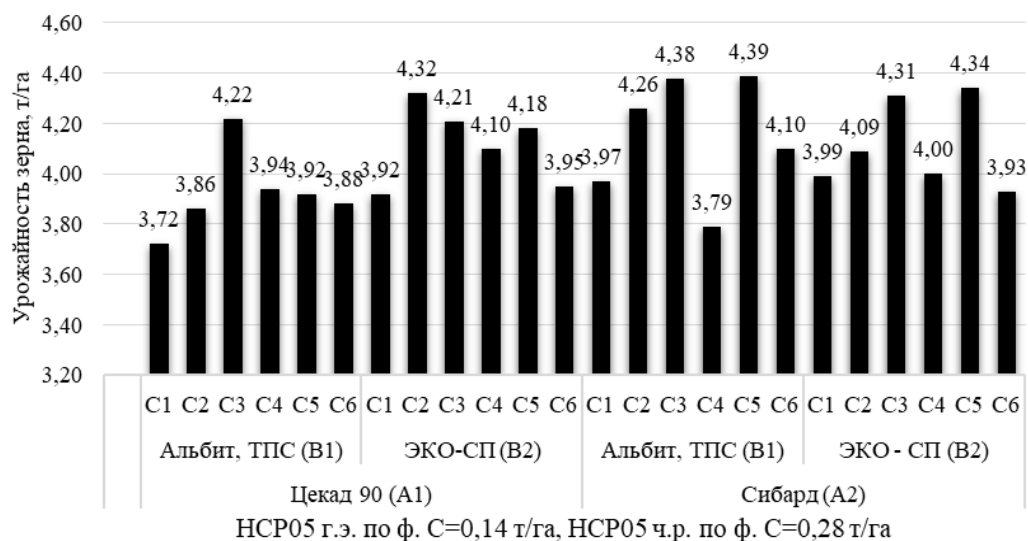


Рис. 2 - Урожайность зерна сортов озимой тритикале в зависимости от способов применения препаратов, т/га, среднее за 2023-2025 годы

Двукратные обработки семян и посевов независимо от срока опрыскивания способствуют получению наибольшей урожайности зерна сорта Сибард – 4,38-4,39 т/га при применении препарата Альбит, ТПС (на контроле – 3,97 т/га) и 4,31-4,34 т/га при применении ЭКО-СП (на контроле – 3,99 т/га) при НСР₀₅=0,28 т/га.

Проведенный корреляционный анализ показал существенную прямую сильную связь между урожайностью зерна сортов озимой тритикале и перезимовкой ($r=0,73\pm0,14$), а также количеством продуктивных стеблей на м² ($r=0,76\pm0,14$), связь с густотой стояния растений – прямая средняя ($r=0,53\pm0,18$), с продуктивной кустистостью – прямая слабая недостоверная ($r=0,30\pm0,20$).

Выводы. Полученные в ходе трёхлетних исследований результаты показывают, что

применение в условиях Среднего Предуралья препаратов биологической природы (Альбит, ТПС и ЭКО-СП) в технологии возделывания озимой тритикале оказывает влияние на отдельные элементы структуры урожайности и в итоге на сбор зерна. Обработка семян перед посевом изучаемыми препаратами позволяет повысить их полевую всхожесть (на 5-6%) и перезимовку растений (на 6%). Двукратная обработка (семена + посеvy осенью) повышает показатель выживаемости после зимнего периода на 9%, число продуктивных растений – на 19 шт./м², продуктивных стеблей – на 58 шт./м². Данный приём увеличил сбор зерна сорта Цекад 90 на 13% при применении препарата Альбит, ТПС и на 7% при применении ЭКО-СП; сорта Сибард – на 10% и 8% соответственно.

Литература

1. Гаганов А. П., Золотарев В. Н., Зверкова З. Н. Тритикале в кормлении коров // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 16-20.
2. Грабовец А.И. Проблемы селекции и семеноводства зерновых культур и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 10-13.
3. Майсак Г. П. Перспективы выращивания тритикале озимой в Пермском крае // Вестник Пермского научного центра УрО РАН. 2018. № 4. С. 46- 52.
4. McGoverin, Cushla & Snyders, Franci & Muller, Magdalena & Botes, Willem & Fox, Glen & Manley, Marena. (2011). A review of triticate uses and the effect of growth environment on grain quality. Journal of the science of food and agriculture. 91. 1155-65. 10.1002/jsfa.4338.
5. Горянина Т.А., Горянин О.И. Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2023. № 10. С. 33-37.
6. Майсак Г.П., Старцева А.В. Наука - производству. Тритикале на корм и зерно // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Материалы Международной конференции, посвященной 100-летию ФНЦ "ВИК им. В.Р. Вильямса" (13 сентября 2022 года; Лобня). Москва: ФГБОУ ДПО "Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса". 2023. С. 92-97.
7. Ляшков И.В., Крохмаль А.В. Агротехника возделывания новых сортов озимой тритикале в Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2(106). С. 35-39.
8. Федеральная служба государственной статистики: сайт URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения 23.09.2024).
9. Шаповал О.А., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Защита и карантин растений. 2019. № 4. С. 9-14.
10. Микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты в технологии возделывания озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья / П.Г. Аленин, С.А. Кушникаткин, Г.В. Ильина и др. // Нива Поволжья. 2020. № 2(55). С. 2-9.
11. Медведева И.Н., Чирков С.В., Упилкова Ж.А. Эффективность применения регуляторов роста из группы халконов против болезней яровых зерновых культур в Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2022. № 1(37). С. 58-67.
12. Jiang, Gaoqian & Wang, Shichao & Xie, Jin & Tan, Pan & Han, Lipu. (2023). Discontinuous low temperature stress and plant growth regulators during the germination period promote roots growth in alfalfa (Medicago sativa L.). Plant Physiology and Biochemistry. 197. 10.1016/j.plaphy.2023.03.001.
13. Fard, Somayeh & Soleymani, Ali & Javanmard, Hamidreza. (2023). Plant growth regulators affecting maize leaf senescence and area index impact yield under drought. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 51. 102749. 10.1016/j.bcab.2023.102749.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Альянс, 2011. 350 с.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып.1, 2. 267 с.
16. Адаптивные технологии возделывания озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: рекомендации / С.Л. Елисеев, Т.С. Вершинина, В.П. Мурыгин и др. ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Пермь: ИПЦ Прокрость. 2017. 47 с.
17. Перезимовка и урожайность зерна озимых ржи и тритикале в зависимости от срока посева / Т.С. Вершинина, С.Л. Елисеев, В.А. Попов и др. // Пермский аграрный вестник. 2016. № 3(15). С. 11-16.
18. Туктарова Н.Г. Продуктивность и устойчивость к перезимовке сортов озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики // Пермский аграрный вестник. 2018. № 2(22). С. 95-100.

Сведения об авторах:

Акманаев Эльмарт Данифович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агробиотехнологий, e-mail: akmanaev@mail.ru
Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия.

Старцева Алёна Викторовна – научный сотрудник¹, аспирант кафедры агробиотехнологий², e-mail: frolova.al87@mail.ru

¹Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия

²Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия.

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON WINTER TRITICALE OVERWINTERING AND GRAIN YIELD IN THE MIDDLE URALS

E. D. Akmanayev, A. V. Startseva

Abstract. This paper presents the results of research conducted in 2022-2025 on sod-podzolic heavy loamy soil in the agroclimatic conditions of Perm region, to study winter triticale overwintering and formation of grain yield depending on the methods and timing of Albit, TPS and ECO-SP preparations application. Three years research have shown that pre-sowing seed treatment with the studied biological products increases field germination by 5-6% and overwintering survival by 6%. Effectiveness of the treatments is increased under unfavorable conditions. Double treatment (seeds + autumn sowing) increased winter triticale plant survival after winter by 9%, the number of productive plants by 19 pcs/m² and the density of productive stems by 58 pcs/ m². On average, over the three years of research, tested winter triticale varieties produced comparable yields: 4.02 t/ha for Tsekad 90 variety and 4.13 t/ha for Sibard variety. The greatest increase in grain yield was achieved with double treatment. Use of Albit and TPS increased yield by 13% on Tsekad 90 variety, while ECO-SP increased yield by 7%. Sibard variety also responded to this treatment with a significant increase in grain yield by 10% and 8%, respectively. The studied preparations provided comparable effects on overwintering and other elements of yield structure.

Key words: winter triticale, variety, biopreparation, Albit, TPS, ECO-SP, field germination, overwintering, yield.

References

1. Gaganov AP, Zolotarev VN, Zverkova ZN. [Triticale in cow feeding]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2016; 5. 16-20 p.
2. Grabovets AI. [Problems of breeding and seed production of grain crops and prospects for scientific and innovative support of the regional agro-industrial complex]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; Vol.36. 8. 10-13 p.
3. Maysak GP. [Prospects for growing winter triticale in Perm region]. *Vestnik Permskogo nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2018; 4. 46-52 p.
4. McGoverin, Cushla & Snyders, Franci & Muller, Magdalena & Botes, Willem & Fox, Glen & Manley, Marena. (2011). A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the science of food and agriculture*. 91. 1155-65. 10.1002/jsfa.4338.
5. Goryanina TA, Goryanin OI. [Productivity and grain quality of winter triticale varieties in Volga region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2023; 10. 33-37 p.
6. Maysak GP, Startseva AV. [Science - for production. Triticale for feed and grain. Multifunctional adaptive forage production: Collection of scientific papers]. *Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu FNTs "VIK im. V.R. Vilyamsa" (13 sentyabrya 2022 goda; Lobnya)*. Moscow: FGBOU DPO Rossiyskaya akademiya kadrovogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa. 2023; 92-97 p.
7. Lyashkov IV, Krokhmal AV. [Agricultural technology for cultivating new varieties of winter triticale in Rostov region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; 2(106). 35-39 p.
8. [Internet]. Federal State Statistics Service. [cited 2024, September 23]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>.
9. Shapoval OA, Mozharova IP. [Plant growth regulators in agriculture]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2019; 4. 9-14 p.
10. Alenin PG, Kshnikatkin SA, Ilina GV. [Microelement fertilizers, growth regulators, bacterial preparations in the technology of winter triticale cultivation in the forest-steppe of Middle Volga region]. *Niva Povolzhya*. 2020; 2(55). 2-9 p.
11. Medvedeva IN, Chirkov SV, Upilkova ZhA. [Efficiency of using growth regulators from the chalcone group against diseases of spring grain crops in the middle Urals]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2022; 1(37). 58-67 p.
12. Jiang Gaoqian & Wang, Shichao & Xie, Jin & Tan, Pan & Han, Lipu. (2023). Discontinuous low temperature stress and plant growth regulators during the germination period promote roots growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*. 197. 10.1016/j.plaphy.2023.03.001.
13. Fard, Somayeh & Soleymani, Ali & Javanmard, Hamidreza. (2023). Plant growth regulators affecting maize leaf senescence and area index impact yield under drought. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 51. 102749. 10.1016/j.bcab.2023.102749.
14. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. [Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Alyans. 2011; 350 p.
15. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur*. [State variety testing methodology of agricultural crops]. Moscow: Kolos. 1985; issue 1. 2. 267 p.
16. Eliseev SL, Vershinina TS, Murygin VP. *Adaptivnye tekhnologii vozdel'yvaniya ozimyykh zernovykh kultur v Srednem Predural'e: rekomendatsii*. [Adaptive technologies for cultivating winter grain crops in the middle Urals: recommendations]. FGBOU VO Permskiy GATU. Perm: IPTs Prokrost. 2017; 47 p.
17. Vershinina TS, Eliseev SL, Popov VA. [Wintering and grain yield of winter rye and triticale depending on sowing time]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2016; 3(15). 11-16 p.
18. Tuktarova NG. [Productivity and winter resistance of winter wheat varieties in the Udmurt Republic]. *Permskiy agrarnyy vestnik*. 2018; 2(22). 95-100 p.

Authors:

Akmanayev Elmart Danifovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Agrobiotechnology Department, e-mail: akmanayev@mail.ru

Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia.

Startseva Alena Viktorovna – researcher¹, post-graduate student of Agrobiotechnology Department², e-mail: frolova.al87@mail.ru

¹Perm Research Institute of Agriculture – Branch of Perm Federal Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

²Perm State Agrarian-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia.