

УДК 633.13/.14  
DOI 10.17513/use.38391

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ «СИЛАТРАН» НА ОВСЕ И ОЗИМОЙ РЖИ

<sup>1</sup>Широков Ю.А., <sup>1</sup>Захарова Е.А., <sup>2</sup>Мурко Е.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: shirokov001@mail.ru;

<sup>2</sup>АНО ВО «Университет мировых цивилизаций имени В.В. Жириновского», Москва

Целью исследования является повышение урожайности овса и озимой ржи без увеличения доз минеральных удобрений за счет безопасных для человека и животных бионутриентов, основанных на силатранах. В задачи исследования входило выявление влияния силатранов на урожайность и определение вклада биометрических показателей продуктивности растений в урожай и изучение влияния биологически активного вещества на основные показатели качества зерна озимой ржи и овса. В результате исследований установлено, что обработка семян препаратом «Силатран» вызывает значительное и достоверное повышение полевой всхожести семян овса. Бионутриент способствует усилению роста корневой системы растений овса на начальных и последующих этапах вегетации. Получена достоверная прибавка (2,2 ц/га) урожая овса в варианте с обработкой посевов «Силатраном» в фазу кущения растений. К существенному повышению урожайности привело 3-кратное использование данного препарата (обработка семян и обработка посевов в кущение и выметывание). На посевах озимой ржи достоверные прибавки получены в вариантах с 2-кратной обработкой посевов «Силатраном». Установлено существенное повышение белковости зерна озимой ржи при 2-кратной обработке посевов препаратом «Силатран». В целом можно отметить, что на изучаемых культурах показана возможность заметного повышения урожайности без увеличения доз минеральных удобрений. Это может снизить химическую нагрузку в растениеводстве с соответствующими экологическими последствиями.

**Ключевые слова:** урожайность, минеральные удобрения, дозы, снижение, силатраны

## THE EFFECTIVENESS OF THE PLANT GROWTH STIMULATOR SILATRAN ON OATS AND WINTER RYE

<sup>1</sup>Shirokov Yu.A., <sup>1</sup>Zakharova E.A., <sup>2</sup>Murko E.V.

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, e-mail: shirokov001@mail.ru;

<sup>2</sup>University of World Civilizations named after V.V. Zhirinovskiy, Moscow

The aim of the research is to increase the yield of oats and winter rye without increasing the doses of mineral fertilizers due to bionutrients based on silatranes, which are safe for humans and animals. The objectives of the research were to identify the effect of silatranes on yield and to determine the contribution of biometric indicators of plant productivity to the harvest and to study the effect of biologically active substances on the main indicators of grain quality of winter rye and oats. As a result of research, it was found that seed treatment with Silatran causes a significant and significant increase in field germination of oat seeds. The bionutrient enhances the growth of the root system of oat plants at the initial and subsequent stages of vegetation. A reliable increase (2.2 c/ha) of the oat harvest was obtained in the variant with the treatment of Silatran crops in the tillering phase of plants. 3-fold use of this drug (seed treatment and tillering and sweeping of crops) has led to a significant increase in yield. On winter rye crops, reliable increases were obtained in variants with 2-fold treatment of Silatran crops. A significant increase in the protein content of winter rye grain was found with 2-fold treatment of crops with Silatran preparation. In general, it can be noted that the studied crops show the possibility of a noticeable increase in yield without increasing doses of mineral fertilizers. This can reduce the chemical load in crop production with corresponding environmental consequences.

**Keywords:** yield, mineral fertilizers, doses, reduction, silatrans

### Введение

Традиционная химизация растениеводства ведет к химизации и продуктов питания, нарушению экологического баланса и, как следствие, к серьезному ухудшению здоровья населения и трактористов-машинистов, работающих в поле [1–3]. Однако очевидно, что без применения минеральных удобрений невозможно не только повысить объем производимой сельским хозяйством продукции, но и обеспечить продоволь-

ственную безопасность страны [4–6]. Минимизировать применение агрохимии без ущерба для урожайности можно за счет препаратов, повышающих эффективность усвоения питательных веществ из минеральных удобрений и повышения устойчивости растений к болезням [7–9]. Такими препаратами могут стать природные и синтетические бионутриенты: органические соединения, которые в малых дозах (5–20 г/га) активно влияют на обмен веществ в растениях, по-

вышая эффективность использования минеральных удобрений, а за счет повышения иммунитета и климатической устойчивости снижается потребность и в ядохимикатах [10–12]. Также такие бионутриенты могут быть использованы при применении шахтных и карьерных стоков, образующихся при ведении горных работ и используемых при биологическом этапе рекультивации нарушенных земель в целях орошения растений для их лучшей приживаемости [13, 14].

**Цель исследования** – изучить эффективность стимулятора роста растений «Силатран» на овсе и озимой ржи.

**Задачи исследования:**

- выявить влияние препарата на урожайность и определить вклад биометрических показателей продуктивности растений в урожай;

- оценить ретардантные свойства действующего вещества препарата;

- изучить влияние биологически активного вещества на основные показатели качества зерна озимой ржи и овса.

Кроме того, на посевах ржи, в отличие от овса, было намечено установить устойчивость растений к болезням при применении препарата «Силатран» без протравливания семян.

#### **Материалы и методы исследования**

Для реализации поставленных задач были проведены полевые опыты с использованием методики полевого опыта по Б.А. Доспехову, методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, также использован метод организованных повторений [15].

**Таблица 1**

Схема опыта для изучения эффективности препарата «Силатран» на овсе и озимой ржи

п/п	Вариант обработки	Агротехнический срок	Цель агроприема
1	2	3	4
<b>ОВЕС</b>			
1	Без обработки	–	Контроль – сравнение опытных вариантов
2	Протравливание семян «Винцитом»	За 1–2 дня до посева	Эталон – химический контроль
3	Протравливание семян «Силатраном»	Перед посевом	Изучение урожайных, адаптивных, фунгицидных свойств препарата
4	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном»	Семена – перед посевом; посевы – кущение	Изучение урожайных адаптивных, фунгицидных свойств препарата при сочетании способов обработки
5	Обработка посевов «Силатраном»	Кущение	Изучение урожайных, адаптивных, фунгицидных свойств препарата
	Обработка посевов «Тилтом»	Выметывание	Эталон – химический контроль
7	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном»	Протравливание семян – перед посевом; обработка посевов – кущение и выметывание	Опытный вариант – изучение урожайной и биологической эффективности препарата при кратном применении
<b>ОЗИМАЯ РОЖЬ</b>			
8	Без обработки	–	Контроль – сравнение опытных вариантов
9	Обработка посевов «Силатраном»	Весеннее кущение	Опытный вариант – изучение урожайных, адаптивных, фунгицидных свойств препарата
10	Обработка посевов ретардантом «Це-Це-Це»	2-е междоузлие	Эталон – химический контроль при оценке устойчивости к полеганию
11	Обработка посевов «Силатраном»	Колошение	Опытный вариант – изучение урожайных и фунгицидных свойств препарата
12	Обработка посевов «Силатраном»	Кущение и колошение	Опытный вариант – изучение урожайных и фунгицидных свойств препарата при кратном применении

Опыты проведены в 2019–2021 гг. в почвенно-климатических условиях Кировской области. Специфичность агроклиматических условий региона заключается в относительно низком уровне плодородия почв (содержание гумуса в среднем 2,3 %, подвижного фосфора – 119 мг/кг, обменного калия – 121 мг/кг); низкой биологической активности и повышенной кислотности почвенной среды (рН = 5). В опыте применяли дозы минеральных удобрений под овес N – 49,94, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 55,4, K<sub>2</sub>O – 55,94; дозы минеральных удобрений под рожь N – 25,6 кг/га; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 12,62 кг/га; K<sub>2</sub>O – 25,80 кг/га. В качестве минеральных удобрений использовали аммонизированный суперфосфат, карбамид и хлорид калия.

В качестве стимулятора роста применяли 1-хлорметилсилатран, далее «Силатран». Обработку семян производили водным раствором «Силатрана» из расчета 20 г / 10 л/т. Обработку растений производили водным раствором «Силатрана» из расчета 10 г / 300 л/га.

В процессе проведения опыта изучались:

1. Фенологические наблюдения.
2. Оценка устойчивости к полеганию и состояния растений перед уборкой.
3. Учет урожая.
4. Учет показателей качества зерна.

Объектами изучения были озимая рожь (Вятка 2) и овес (Кречет). Исследования проводились в течение 2019–2021 гг.

Схема полевых опытов представлена в табл. 1. Схема опыта составлена с учетом принципа единственного различия. Учетная площадь делянок 10 м<sup>2</sup> (овес) и 20 м<sup>2</sup> (озимая рожь), повторность 3-кратная в течение трех лет. Размещение делянок в опытах по методу полной рандомизации. Всего в изучении было 36 делянок.

### Результаты исследования и их обсуждение

Предпосевная обработка семян овса препаратом «Силатраном» в рекомендуемой дозе способствовала статистически достоверному повышению полевой всхожести – с 83,0 до 92,2 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние препарата «Силатран» на всхожесть семян овса Кречет (среднее из трех повторений за 3 года)

Вариант	Растений на м <sup>2</sup>		Полевая всхожесть		Лабораторная всхожесть	
	шт.	в % к контролю	%	в % к контролю	%	в % к контролю
Контроль – без обработки	498	–	83,0	–	93,0	–
Протравливание семян «Винцитом»	458	92	76,3	92	92,1	99
Протравливание семян «Силатраном»	553	111	92,2	111	93,6	101
НСР <sub>05</sub>	10,1					

Таблица 3

Полнота всходов овса на учетных площадках (S = 0,56 м<sup>2</sup>)

№ дел.	Вариант обработки	Всего растений, шт.	в среднем, шт.	в % к контролю
1	Контроль – без обработки	279	93,0	–
2	Протравливание семян «Винцитом»	257	85,7	92,2
3	Протравливание семян «Силатраном»	310	103,3	111,1
4	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном»	322	107,3	115,4*
5	Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	262	87,3	93,9
6	Обработка посевов «Тилтом» (выметывание)	257	85,7	92,2
7	3-кратная обработка «Силатраном»	321	107	115,1*
8	P = 5,65% НСР <sub>05</sub>		15,1	

Примечание. \* – достоверно к контролю при P > 0,95 %.

Таблица 4

## Агробиологическая характеристика посевов овса Кречет

№ дел.	Вариант	Дата наступления фаз *		Состояние посевов перед уборкой, балл **	Устойчивость к полеганию, балл **
		Выметывание	Восковая спелость		
1	Контроль – без обработки	26.06. ... 27.06.	08.08.	3,7	3,3
2.	Протравливание семян «Винцитом»	26.06. ... 27.06.	07.08. ... 08.08.	3,7	3,3
3	Протравливание семян «Силатраном»	25.06. ... 26.06.	08.08.	3,7	3,3
4	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном» (кущение)	25.06.	08.08.	3,4	2,8
5	Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	25.06. ... 26.06.	08.08.	3,7	3,8
6	Обработка посевов «Тилтом» (выметывание)	26.06. ... 27.06.	08.08.	3,7	3,7
7	3-кратная обработка «Силатраном»	25.06.	07.08. ... 08.08.	3,0	2,7

Примечание. \* – диапазон дат между повторениями в опыте; \*\* – 5-балльная шкала (среднее из трех повторений).

Таблица 5

## Изучение ростостимулирующих свойств препарата «Силатран» на посевах овса Кречет (среднее из трех повторений)

Вариант обработки	Длина зеленой массы по фазам						Длина корневой системы по фазам					
	Фаза трех листьев		Выметывание		Полная спелость		Фаза трех листьев		Выметывание		Полная спелость	
	см	% к конт.	см	% к конт.	см	% к конт.	см	% к конт.	см	% к конт.	см	% к конт.
Контроль – без обработки	9,2	-	7,2	-	3,5	-	3,3	-	4,7	-	6,8	-
«Винцит» – протравливание семян	6,7*	7,0	7,4	100,3	2,8	9,0	3,3	0	5,0	106,4	6,9	101,5
«Силатран» – протравливание семян	8,8	3,8	9,1	102,8	3,3	100	4,4*	133,3	5,2	110,6	6,9	101,5
«Силатран» – протравливание семян + обработка посевов(кущение)	-	-	7,3	100	5,1	102,2	-	-	6,8*	44,7	7,5*	110,3
«Силатран» – обработка посевов (кущение)	-	-	66,3	98,7	74,8	101,8	-	-	6,0*	27,7	7,2*	105,9
«Силатран» – протравливание семян + обработка посевов (кущение и колошение)	-	-	-	-	72,6	98,8	-	-	-	-	7,0	102,9

Примечание. \* – достоверно к контролю при  $P > 0,95\%$ .

Таблица 6

Динамика роста растений озимой ржи сорта Вятка 2  
(среднее из трех повторений)

Вариант обработки	Высота растений, см						Устойчивость к полеганию, балл
	Колошение		Цветение		Полная спелость		
	см	в % к конт.	см	в % к конт.	см	в % к конт.	
Контроль – без обработки	131	–	174	–	182	–	2,0
Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	130	99	170	99	178	98	2,3
Обработка посевов ретардантом «Це-Це-Це» (2-е междоузлие)	114*	87	166	95	175	96	2,8
Обработка посевов «Силатраном» (колошение)	125	95	174	101	177	97	2,3
2-кратная обработка посевов «Силатраном» (кущение и колошение)	126	96	182*	105	181	99	3,7
НСР <sub>05</sub>	4,6		8,3		5,5		0,88

Примечание. \* – достоверно к контролю при  $P > 0,95\%$ .

Количество растений на учетных площадках ( $S = 0,56 \text{ м}^2$ ) в вариантах с протравливанием семян «Силатраном» (делянки 3, 4, 7) существенно превышало контрольный и эталонные варианты (табл. 3). Установлено, что бионутриент не оказывал влияния на динамику роста надземной биомассы растений овса в процессе онтогенеза растений (табл. 4).

Наступление фаз вегетации растений было близко к среднемноголетним значениям (табл. 5, 6). На фоне применения препарата «Силатраном» отмечено более раннее (на 1–2 дня) выметывание метелки у овса. В результате даты наступления восковой и полной спелости зерна были примерно одинаковыми в опытных и контрольных вариантах.

Таким образом, полагаем, что биокремнийорганический бионутриент индуцирует повышение полевой всхожести семян и способствует более интенсивному росту корневой системы растений овса. Можно высказать также обоснованное предположение, что препарат не обладает ярко выраженными ретардантными свойствами и не способствует повышению устойчивости растений озимой ржи и овса к полеганию.

Несмотря на применение ростовых веществ, устойчивость растений к полеганию в обоих опытах была крайне низкой: от 2,0 до 3,7 баллов (озимая рожь) и от 2,7 до 3,8 баллов (овес) при 5-балльной шкале учета. Более высокая устойчивость (3,7 балла) наблюдалась у озимой ржи в варианте с 2-кратной обработкой посевов препаратом «Силатран», у овса – при обработке посевов в фазу кущения (3,8 балла) (табл. 7).

За весь период опытов наступление фаз вегетации растений было близко к среднемноголетним значениям. На фоне применения препарата «Силатран» отмечено более раннее (на 1–2 дня) выметывание метелки у овса. Однако последующие условия вегетации (обильные дожди, высокая влажность почвы и воздуха) нивелировали данный факт. В результате даты наступления восковой и полной спелости зерна были примерно одинаковыми в опытных и контрольных вариантах.

На основании представленных результатов полагаем, что биокремнийорганический препарат «Силатран» индуцирует повышение полевой всхожести семян и способствует более интенсивному росту корневой системы растений овса.

Можно высказать также обоснованное предположение, что препарат не обладает ярко выраженными ретардантными свойствами и не способствует повышению устойчивости растений озимой ржи и овса к полеганию.

Изучение фунгицидных свойств и биологической эффективности препарата «Силатран» показало следующие результаты. В период вегетации растений озимой ржи и овса проводили диагностику, учет распространения и развития всех болезней, проявившихся в слабой или сильной степени. В результате исследований выявлено, что обработка семян препаратом Мивал-Агро незначительно снижала развитие корневых инфекций у овса в течение всего патологического процесса (табл. 8).

Таблица 7

## Агробиологическая характеристика посевов овса Кречет

№ Дел.	Вариант	Дата наступления фаз *		Состояние посевов перед уборкой, балл **	Устойчивость к полеганию, балл **
		выметывание	восковая спелость		
1	Контроль – без обработки	26.06 ... 27.06	08.08	3,7	3,3
2	Протравливание семян «Винцитом»	26.06 ... 27.06	07.08 ... 08.08	3,7	3,3
3	Протравливание семян «Силатраном»	25.06 ... 26.06	08.08	3,7	3,3
4	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном» (кущение)	25.06	08.08	3,4	2,8
5	Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	25.06 ... 26.06	08.08	3,7	3,8
6	Обработка посевов «Тилтом» (выметывание)	26.06 ... 27.06	08.08	3,7	3,7
7	3-кратная обработка «Силатраном»	25.06	07.08 ... 08.08	3,0	2,7

Примечание. \* – диапазон дат между повторениями в опыте; \*\* – 5-балльная шкала (среднее из трех повторений).

Таблица 8

## Изучение фунгицидных свойств препарата «Силатран» на посевах овса Кречет (среднее из трех повторений)

Вариант обработки	Динамика развития корневых гнилей						Интенсивность развития, %	
	фаза трех листьев		выметывание		полная спелость		красно-бурой пятнистости	корончатой ржавчины
	поражение, %	развитие болезни, %	поражение, %	развитие болезни, %	поражение, %	развитие болезни, %		
Контроль – без обработки	22,7	9,6	21,3	5,0	54,1	22,5	20,0	41,8
«Винцит» – протравливание семян	4,9*	3,2*	5,7*	1,4*	45,0*	17,7*	20,0	41,8
«Силатран» – протравливание семян	21,7	7,1*	21,0	3,7	49,3	16,7*	20,0	39,5
«Силатран» – протравливание семян + обработка посевов (кущение)	–	–	17,9	5,7	48,3	21,3	20,0	40,6
«Силатран» – обработка посевов (кущение)	–	–	–	–	–	–	18,3	39,3
«Тилт» – обработка посевов (выметывание)	–	–	–	–	47,5	22,9	10,0*	5,4*
«Силатран» – протравливание семян и обработка посевов (кущение и выметывание)	–	–	–	–	47,3	20,0	18,3	42,5
НСР <sub>05</sub>	5,9	1,9	7,8	2,7	8,3	3,7	5,5	6,9

Обработка посевов «Силатраном» в период вегетации растений также не оказывала существенного влияния на фитосанитарное состояние агроценозов овса и озимой ржи. Развитие красно-бурой пятнистости и корон-

чатой ржавчины на посевах овса Кречет в вариантах с применением «Силатрана» было на уровне контроля. Незначительное снижение листовой инфекции в отдельных вариантах химизации статистически не доказано.

Таблица 9

Влияние препарата «Силатран» на развитие листовых болезней озимой ржи Вятка 2 (среднее из трех повторений)

Вариант обработки	Степень поражения, %		
	Мучнистой росой	Бурой ржавчиной	Стеблевой ржавчиной
Контроль – без обработки	24,0	56,7	36,7
Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	24,5	56,7	33,3
Обработка посевов ретардантом «Це-Це-Це» (2-е междоузлие)	27,7*	53,3	46,7*
Обработка посевов «Силатраном» (колошение)	20,1*	53,3	33,3
2-кратная обработка посевов «Силатраном» (кущение и колошение)	22,8	53,3	33,3
НСР <sub>05</sub>	3,8	4,3	9,3

Примечание. \* – достоверно к контролю при P > 0, 95 %.

Таблица 10

Биологическая эффективность химических препаратов, %

Препарат	Мучнистая роса (озимая рожь)	Корневые гнили (овес)			Красно-бурая пятнистость (овес)	Корончатая ржавчина (овес)	Бурая ржавчина (озимая рожь)	Стеблевая ржавчина (озимая рожь)
		кущение	выметывание	спелость				
«Винцит»	–	78,5	74,1	16,9	0	0	–	–
«Силатран»	10,6	4,6	14,1	11,1	3,2	17,0	6,4	9,3
«Тилт»	–	–	–	–	45,4	93,3	–	–

Аналогичные результаты получены и у озимой ржи в опытных вариантах с «Силатраном» (табл. 9). Степень развития мучнисто-росяной и ржавчинной инфекции была в основном на уровне контроля, а изменение данного признака в ту или другую сторону носили несущественный характер.

В целом выявлена очень низкая (3,2–17,0%) биологическая эффективность бионутриента «Силатран» (табл. 10). Химический контроль «Винцит» обладал высокой (74,1–78,5%) биологической защитой от корневых инфекций до фазы выметывания метелки. Фунгицид «Тилт» является высокоэффективным (93,3%) по отношению к корончатой ржавчине, но малоэффективным (45,4%) по отношению к гельминтоспориозным пятнистостям листьев овса.

Влияние препарата «Силатран» на микрофлору зерна оценивали в лабораторных экспериментах (*in vitro*), оценивали общую (поверхностную и внутреннюю) инфицированность семян овса и озимой ржи перед посевом и таксономическую структуру микроорганизмов, контаминирующих зерно. Обнаружена достаточно высокая исходная инфицированность зерна (65% – овес; 55% – озимая рожь) (табл. 11). Протравли-

вание семян фунгицидом «Винцит» в 2 и более раза снизило количество инфицированных зерновок в анализируемой пробе. Препарат «Силатран» несущественно влиял на снижение общей зараженности зерна обеих культур.

При микробиологическом анализе инфицированных зерновок после протравливания их препаратом «Винцитом» и «Силатраном» обнаружены значительные изменения в видовой структуре патогенных комплексов. В патогенном комплексе исходных партий семян овса и ржи превалировала фузариозная инфекция. Доля ее в общем контаминанте у овса составляла около 56%, у озимой ржи – около 60%. Среди фузариозных грибов на семенах овса доминировал вид *F. oxysporium* (25,3%), а также виды секции *Sporotrichiella* (30,6%). Семена ржи были контаминированы в основном наиболее патогенными видами: *F. nivale* и *F. culmorum* (37,3%).

При протравливании семян фунгицидом «Винцит» в структуре микроорганизмов зерна обеих культур остались так называемые условно-патогенные грибы и некоторые виды бактерий. Возбудители корневых гнилей не обнаружены.

Таблица 11

Общая инфицированность и видовая (родовая) структура микроорганизмов зерна овса Кречет и озимой ржи Вятка 2 после протравливания «Винцитом» и «Силатраном» (среднее из пяти повторений)

Вариант протравливания семян	Общая инфицированность, %		Патогенный комплекс	Доля в патогенном комплексе, %	
	овес	озимая рожь		овес	озимая рожь
Контроль – без обработки	65	55	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Helminthosporium spp.</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>F. sporotrichichoides</i> <i>Fus.</i> (не идентиф.) <i>Alternaria spp.</i> Бактерии (не идент.) <i>F. culmorum</i> <i>F. nivale</i>	28,5 10,7 25,3 15,3 15,3 4,9 – – –	30,3 – 5,5 11,0 5,5 5,5 5,5 17,0 20,3
Протравливание семян «Винцитом»	30*	19*	<i>Alternaria spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i> Бактерии (не идент.)	35,7 35,7 28,6 –	– 25,0 25,0 50,0
Протравливание семян «Силатраном»	58	46	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Fus.</i> (не идентиф.) Бактерии (не идент.) <i>F. nivale</i> <i>F. culmorum</i>	32,2 32,2 11,1 11,1 11,1 – –	30,3 20,5 19,0 4,6 4,6 11,0 10,0

Примечание. \* – достоверно к контролю при  $P > 0, 95\%$ .

При обработке семян биокремнийорганическим препаратом «Силатран» также наблюдали изменения в структуре микроорганизмов. Доля фузариозной инфекции у ржи (*F. nivale* и *F. culmorum*) снизилась в 1,5 раза по сравнению с исходной зараженностью семян. Из семян обеих культур изолировали в основном сапрофитные грибы (около 70%) и некоторые виды бактерий. Вероятно, действующее вещество препарата «Силатран» индуцирует химическую иммунизацию в отношении наиболее патогенных групп и видов микроорганизмов зерна.

Результаты оценки урожайности исследуемых культур следующие. Наибольшая урожайность овса Кречет получена в вариантах с обработкой посевов фунгицидом «Тилт» (53,5 ц/га) и «Силатраном» (53,3 ц/га) (табл. 12). Полученные прибавки (2,4 и 2,2 ц/га) статистически достоверны по отношению к контролю и могут быть обоснованы улучшением фитосанитарной ситуации в посевах ввиду снижения распространения и развития корончатой ржавчины и повышения устойчивости растений к полеганию.

Обработка семян и посевов «Силатраном» существенного влияния на повышение урожайности овса не оказала: прибавка

0,8 ц/га статистически не доказана. «Насыщение» растений действующим веществом препарата «Силатран» в результате 3-кратного его применения (протравливание семян, обработка посевов в фазы кущения и выметывания) вызвали значительное снижение урожайности (на 6,4 ц/га).

В опытах с озимой рожью Вятка 2 наибольшая урожайность получена при обработке посевов ретардантом «Це-Це-Це» (36,5 ц/га) и в варианте с 2-кратным применением препарата «Силатран» (36,2 ц/га) (табл. 13). В этих вариантах отмечена более высокая устойчивость растений к полеганию: 2,8 и 3,7 балла. Однократная обработка посевов озимой ржи «Силатраном» в фазы кущения или колошения растений оказалась неэффективной.

Таким образом, можно сделать предварительный вывод или обоснованное предположение, что обработка посевов овса Кречет «Силатраном» в фазу кущения растений более эффективна, чем вариант с протравливанием семян. При этом 2-кратное применение препарата на овсе оказалось неэффективным, а на озимой ржи Вятка 2, наоборот, 2-кратная обработка способствовала существенному повышению урожайности этого длинностебельного сорта.

Таблица 12

Влияние препарата «Силатран» на урожайность овса Кречет (среднее из трех повторений)

№ дел.	Вариант	Урожайность		
		ц/га	+/- к контролю	в % к контролю
1	Контроль – без обработки	51,1	–	–
2	Протравливание семян «Винцитом»	51,3	+ 0,2	100
3	Протравливание семян «Силатраном»	51,3	+ 0,2	100
4	Протравливание семян и обработка посевов «Силатраном» (кущение)	51,9	+ 0,8	102
5	Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	53,3*	+ 2,2	104
6	Обработка посевов «Тилтом»	53,5*	+ 2,4	105
7	3-кратная обработка «Силатраном»	44,7*	– 6,4	88
НСР <sub>0</sub>		1,4		

Примечание. \* – достоверно к контролю при P > 0,95 %.

Таблица 13

Влияние препарата «Силатран» на урожайность озимой ржи Вятка 2 (среднее из трех повторений)

№ дел.	Вариант	Урожайность		
		ц/га	+/- к контролю	в % к контролю
1	Контроль – без обработки	33,3	–	–
2	Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	29,6	-3,7	89
3	Обработка посевов ретардантом «Це-Це-Це» (2-е междоузлие)	36,5*	+3,2	109
4	Обработка посевов «Силатраном» (колошение)	34,1	+0,8	102
5	2-кратная обработка посевов «Силатраном» (кущение и колошение)	36,2*	+2,9	108
НСР <sub>05</sub>		2,8		

Примечание. \* – достоверно к контролю при P > 0,95 %.

В наших исследованиях были обнаружены некоторые положительные взаимосвязи между признаками качества зерна ржи и овса и применением биологически активного препарата «Силатран». Так, обнаружено существенное повышение натурального веса зерна у овса Кречет в результате протравливания семян «Силатраном», что наглядно представлено в таблице 14. Однако крупность зерна в этом варианте практически не изменялась (масса 1000 зерен – 32,3 г), что свидетельствует о снижении его пленчатости. Низконатурное зерно (439 г/л) сформировалось при 3-кратном применении препарата «Силатран» (протравливание семян и обработка посевов в фазы кущения и выметывания). Изменчивость массы 1000 зерен у овса и ржи

в большинстве опытных вариантов статистически не доказана.

Двукратная обработка посевов озимой ржи препаратом «Силатран» обусловила снижение показателя «число падения». Возможно, это связано с увеличением крупности зерна в данном варианте. Как известно, между этими признаками существует достаточно тесная отрицательная зависимость. Тем не менее данный факт необходимо еще раз проверить в последующих испытаниях. Однако в данном варианте получено зерно с высоким содержанием белка. Отмечено повышение показателя «число падения» при обработке посевов ретардантом «Це-Це-Це», обусловленное, вероятно, более высокой устойчивостью растений к полеганию и снижением прорастания зерна в колосе.

Таблица 14

Изменчивость некоторых признаков качества зерна овса и ржи при обработке семян и посевов «Силатраном»

Вариант обработки	Овес Кречет				Озимая рожь Вятка 2		
	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Содержание, %		Масса 1000 зерен, г.	Число падения, с	Содержание белка, %
			белка	жира			
Контроль – без обработки	32,9	449	11,40	2,74	25,8	119	10,93
Протравливание семян «Винцитом»	33,3	440	11,55	2,69	–	–	–
Протравливание семян «Силатраном»	32,3	461*	11,43	2,51*	–	–	–
Обработка посевов «Силатраном» (кущение)	32,2	446	11,12*	3,01*	25,4	123	11,02
Протравливание семян + обработка посевов (кущение) «Силатраном»	31,8	443	11,29*	3,02*	–	–	–
Обработка посевов «Силатраном» (колошение)	–	–	–	–	24,8	120	11,08
2-кратная обработка посевов «Силатраном» (кущение и колошение)	–	–	–	–	26,3	106*	12,10*
3-кратная обработка «Силатраном» (протравливание + обработка посевов кущение и выметывание)	32,4	439	11,28*	3,03*	–	–	–
Обработка посевов «Це-Це-Це»	–	–	–	–	25,6	135*	11,02
Обработка посевов «Тилт»	33,8*	445	11,69*	2,97*	–	–	–

Примечание. \* – достоверно к контролю при  $P > 0,95$ .

Несколько противоречивые данные о качестве зерна получены в опыте с овсом. Статистически достоверное повышение белковости зерна отмечено в вариантах с фунгицидами «Винцит» и «Тилт». Что касается препарата «Силатран», то незначительное увеличение содержания белка выявлено в варианте с протравливанием семян; обработка посевов в период вегетации растений обусловила снижение данного показателя. Содержание жира в зерне повышалось на всех вариантах химизации, за исключением протравливания семян «Силатраном» (достоверное снижение жирных кислот) и «Винцитом» (статистически не доказанное изменение). Объяснить изменения в биохимии зерна овса Кречет под влиянием изучаемых препаратов пока не представляется возможным. Исследования необходимо продолжить.

#### Закключение

Обработка семян препаратом «Силатран» вызывает значительное повышение (на 11%) полевой всхожести семян овса.

Бионутриент способствует усилению роста корневой системы овса в фазе трех листьев – кущение-выметывание и далее. Изменение длины зеленой массы статистически не доказано. Получена достоверная прибавка (2,2 ц/га) урожая овса Кречет в варианте с обработкой посевов «Силатраном» в фазу кущения растений. 3-кратное использование данного препарата (обработка семян и обработка посевов в кущение и выметывание) привело к существенному повышению урожайности. Наибольшая прибавка (2,4 ц/г) получена в варианте с обработкой посевов «Тилт». На посевах озимой ржи Вятка 2 достоверные прибавки получены в вариантах с 2-кратной обработкой посевов «Силатраном» (2,9 ц/га). В целом на изучаемых культурах показана возможность заметного повышения урожайности без увеличения доз минеральных удобрений.

#### Список литературы

1. Петров Н.Ю., Юдаев И.В., Кувшинова Е.К., Родионова С.А. Биологическая активность и влияние Гумавита

на прорастание семян // Известия Нижневолжского агро-университетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 83–94. URL: [https://www.volgau.com/Portals/0/izv\\_auk/izv\\_auk\\_058/izv\\_auk\\_058\\_st\\_08.pdf?ver=2020-07-28-135723-167](https://www.volgau.com/Portals/0/izv_auk/izv_auk_058/izv_auk_058_st_08.pdf?ver=2020-07-28-135723-167) (дата обращения: 24.05.2025).

2. Shirokov Y., Tikhnenko V. Analysis of methodological bases of energy-economic assessment of agricultural technologies and projects // E3S Web of Conferences: 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don. EDP Sciences. 2021. Vol. 273. P. 8066. DOI: /10.1051/e3sconf/202127308066.

3. Shirokov Y., Tikhnenko V. Analysis of environmental problems of crop production and ways to solve them // E3S Web of Conferences: 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH. Rostov-on-Don. EDP Sciences. 2021. Vol. 273. P. 1025. DOI: 10.1051/e3sconf/202127301025.

4. Борисова Е.Е. Анализ вредного воздействия пестицидов на биоту и здоровье человека, организационные основы решения проблемы // Евразийское пространство: экономика, право, общество. 2024. № 1. С. 7–10. URL: <https://eurasian-expanse.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2-%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B%D0%B2/> (дата обращения: 25.05.2025).

5. Yolanda Picó, Barceló Damià Pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry in environmental analysis: Focus on organic matter and microplastics // Trends in Analytical Chemistry. 2020. № 130. P. 115964. DOI: 10.1016/J.TRAC.2020.115964.

6. Likhacheva N.A., Zakharova E.A. Detoxifying Capacity of Oxidized Humic Substances in Oil-Contaminated Soils // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 2021. Vol. 57, Is. 3. P. 487–491. DOI: 10.1007/s10553-021-01271-6.

7. Максимов И.В., Веселова С.В., Шейн М.Ю., Хайруллин Р.М. Эндифиты и защита растений от биотического стресса: перспективы создания биопрепаратов нового поколения // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 98. С. 98–104. DOI: 10.21515/1999-1703-98-98-104.

8. Зеленков В.Н., Петриченко В.Н., Лапин А.А., Барышок В.П. Биотехнологические аспекты использования в растениеводстве комплексного препарата 1-этоксисилатран с крезацином // Бултеровские сообщения. 2019. Т. 60. № 11. С. 69–74.

9. Каренгина Л.Б., Байкин Ю.Л., Кандаков Н.В. Влияние гумата калия различной концентрации на эффективность минеральных удобрений при выращивании овса // Аграрный вестник Урала. 2019. № 3 (182). С. 12–16. DOI: 10.32417/article\_5ce3f80b1904b4.41851727.

10. Павлов А.А., Сибирная Л.Н. Влияние внесения гуминового удобрения на урожайность и качество вико-овсяной смеси // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 4 (79). С. 42–49. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_4\_42.

11. Еремин Д.И., Моисеева М.Н., Еремина Д.В. Урожай и качество зерна овса при различном уровне минерального питания // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 9. С. 48–54. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_9\_48.

12. Vasiliev A.S., Farinyuk Yu.T. Improving the efficiency of oat cultivation technologies in the Central non-Black Earth region of Russia // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Vol. 14, Is. 4. P. 384–402. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-384-402.

13. Садовая И.И., Захарова О.А. Инновационный прием в технологии возделывания зерновых культур в звеньях севооборотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 2. С. 66–75. DOI: 10.36508/RSATU.2023.76.15.010.

14. Murko E., Janočko Ju., Makridin E.V., Kapko M. On the need to consider the lithological composition of overburden rocks in the design of wastewater treatment plants at open pit mines // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo. Vol. 315. Kemerovo: EDP Sciences. 2021. P. 02013. DOI: /10.1051/e3sconf/202131502013.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. URL: <https://djvu.online/file/p6tARZovllmiZ?ysclid=mawafg5wdl320941372> (дата обращения: 24.03.2025).