УДК 633.14:631.816.3 DOI: 10.25680/S19948603.2026.151.03

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

Т.В. Шайкова, к.с.-х.н., М.В. Дятлова, к.с.-х.н., Е.С. Волкова, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»
170041, Россия, Тверская область, г. Тверь, Комсомольский проспект, д. 17/56,
E-mail: *info.psk@fnclk.ru, t.shaykova.psk@fnclk.ru*

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2024-0001)

Представлен анализ экспериментальных данных полевого опыта с комплексными удобрениями при возделывании озимой ржи на северо-западе России. Объектами исследования являлись препараты: Кодима Р, Кодафол, Микроэл, Страда N, Микромак и способы их внесения: обработка семян перед посевом и двухкратная обработка вегетирующих растений на двух фонах удобренности: $N_{40}P_{50}K_{70}$ *и* $N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$. *Отмечено положительное действие препарата Микромак при обработке семян на высоту растений (на 5 см), длину колоса (на 0,4 см), количество зерен в колосе (на 3 шт.). Установлено, что при обработке посевов озимой ржи препаратами Страда N и Микроэл формируется более выполненное зерно, увеличивается масса 1000 зерен на 5,2% к чистому контролю и на 1,5 -2,3% к фоновым показателям. Выявлено, что внесение минеральных удобрений обеспечивает рост зерновой продуктивности на 0,68 т/га (фон 1) и на 1,08 т/га (фон 2), или на 25,6-40,6% к контролю по вариантам без обработки семян. Прибавки от минеральных удобрений в блоке данных с предпосевной обработкой семян удобрением Микромак равны 0,58 т/га (фон 1) и 0,84 т/га (фон 2). Применение комплексных удобрений Страда N и Микроэл по вегетации совместно с предпосевной обработкой семян препаратом Микромак на изучаемых фонах удобренности способствует повышению урожайности зерна на 0,43-0,48 т/га (или 10,6-14,6%). Предпосевная обработка семян озимой ржи препаратом Микромак обеспечила прибавку зерна от 0,12 до 0,45 т/га.*

Ключевые слова: озимая рожь, структура урожая, комплексные удобрения, урожайность зерна.

Для цитирования: *Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С.* Влияние способов внесения комплексных удобрений на урожайность озимой ржи// Плодородие. – 2026. – №4. – С. 18-21. DOI: 10.25680/S19948603.2026.151.03.

Интенсификация зернового сектора РФ – основа продовольственной независимости страны. Ведущими направлениями в развитии аграрного сектора являются наращивание производства сельскохозяйственной продукции и экономические механизмы [10].

В земледелии России, начиная с 1991 г., баланс питательных веществ отрицательный, вынос заметно превышает их внесение. Следовательно, урожай сельскохозяйственных культур формируется за счет почвенного плодородия, истощая запасы гумуса и питательных веществ [8]. С целью устойчивого развития АПК в последние годы отмечается положительный тренд в применении минеральных удобрений – до 72% (2023 г.) увеличился сегмент пахотных земель, на которых вносят 74-76 кг NPK на 1 га посевной площади [9].

Ключевым компонентом интенсивного земледелия остается применение минеральных удобрений, которые обеспечивают стабильное питание растений, высокую урожайность и улучшают почву. Нехватка основных элементов питания, дефицит макро- и микроэлементов замедляют рост, критически снижают иммунитет растений, делая их уязвимыми к болезням и стрессам [6].

Современные комплексные удобрения со сбалансированным составом макро-, мезо- и микроэлементов обеспечивают дополнительное питание растений, что способствует активному росту растений и устойчивости их к стрессовым климатическим условиям. Микроэлементы, активизируя обмен веществ, повышают усвоение NPK, что в свою очередь отражается на продуктивности и качестве урожая [2, 5, 7].

Системное внедрение ресурсосберегающих агротехнологий, сочетающих основополагающие и инновационные методы и приемы, способно повысить рентабельность растениеводства более чем на 20%, обеспечивая устойчивое развитие отрасли [1, 4, 11]. Поэтому исследования, направленные на изучение процессов формирования зерновой продуктивности под влиянием новых комплексных препаратов и приемов их внесения, сочетание предпосевной обработки семян с листовыми подкормками для получения высоких показателей урожайности являются актуальными и своевременными.

Цель исследований – оценить влияние эффективности способов внесения комплексных микроэлементных удобрений на показатели структуры и урожайности озимой ржи сорта Новая эра в Северо-Западном регионе.

Методика. Исследования выполнены на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК в 2019-2023 г. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая среднеокультуренная; pH_{KCl} 4,75, содержание P_2O_5 – 194,8 мг/кг, K_2O – 115,6 мг/кг почвы (по методу Кирсанова).

Полевой опыт заложен в сентябре 2018 г. в соответствии с Методикой полевого опыта [3]. Предшественник – чистый пар.

Схема опыта включала варианты с посевом чистых семян и с предпосевной обработкой комплексным удобрением Микромак, а также двукратной обработкой посевов в период вегетации комплексными препаратами – Кодима Р, Кодафол, Микроэл, Страда N на двух минеральных фонах: 1 – $N_{40}P_{50}K_{70}$ (основное удобрение), 2 – $N_{40}P_{50}K_{70}$ (основное удобрение) + N_{20} (подкормка в фазе кущения рано весной). Обработка семян – в день посева, обработка вегетирующих растений – в фазы кущения и начала выхода в трубку. Состав изучаемых комплексных удобрений производства отечественных компаний

включает ряд необходимых растениям макро- и микроэлементов: N, K, P, Zn, Cu, Mg, B, S, Fe, Mn и др. Нормы внесения препаратов: Микромак – 2 л/т, Кодима Р – 1 л/га, Кодафол – 2, Микроэл – 0,2, Страда N – 3 л/га.

Повторность полевого опыта – 4-кратная. Общая площадь опытной делянки 37,5 м^2.

Комплекс агротехнических приемов и сроки их проведения общепринятые для зоны возделывания озимых зерновых культур.

Структуру биологического урожая озимой ржи определяли при наступлении фазы восковой спелости.

Анализ условий тепло- и влагообеспеченности периода апрель-август в годы проведения исследований показал, что они существенно различались. Период активной вегетации озимой ржи в 2019 г. характеризовался как умеренно теплый и слабозасушливый, в 2020 г. – был прохладным с недобором осадков, в 2021 г. стал самым теплым с обильными осадками (в мае климатическая норма была превышена на 146%, в августе – на 76%), 2022 г. был умеренно теплыми и влажными, в 2023 г. сложились умеренно теплые и засушливые условия (табл. 1).

Складывающиеся в период вегетации метеорологические условия оказали влияние на темпы роста, продолжительность фенологических фаз, показатели структуры и урожайности озимой ржи.

Результаты и их обсуждение. Оценка данных морфометрических измерений показала положительную роль изучаемых комплексных удобрений на элементы структуры урожая и зерновую продуктивность озимой ржи. Высота растений по вариантам опыта варьировала от 131 до 144 см (табл. 2).

1. Метеоусловия периода вегетации озимой ржи (апрель-август)

Показатель	Годы					Среднемноголетнее значение
	2019	2020	2021	2022	2023	
Температура воздуха, °С	14,4	13,8	15,1	14,4	14,7	14,0
Сумма осадков, мм	286	245	411	331	218	338
ГТК	1,2	0,9	1,5	1,4	0,8	1,64

Самые низкорослые растения озимой ржи были в 2020 г. (101-131 см). В этом же году сформировалось наименьшее количество продуктивных стеблей с колосом – всего 1,1-1,5 шт/растение. В 2019, 2021 и 2022 годах получены более высокие растения. Так в 2021 г. высота растений ржи варьировала от 152 до 166 см. Применение минеральных и комплексных удобрений способствовало получению в опыте более высокорослых растений озимой ржи.

По закладке и формированию продуктивных стеблей выделяются 2019 и 2023 г., где к моменту уборки развилось от 2,5 до 4,0 стеблей. По усредненным данным, на 1 растении сформировалось 1,9-2,8 стеблей с колосом. Среднее число побегов на одном растении озимой ржи возрастало при проведении изучаемых агроприемов. Отмечено за все годы исследований, что применение комплексных препаратов Страда N и Микроэл по вегетации по двум фонам минерального питания дают больший прирост растений озимой ржи в высоту с образованием и сохранением к уборке большего количества продуктивных стеблей. По остальным изучаемым препаратам такая закономерность не прослеживается.

2. Влияние комплексных удобрений на элементы структуры урожая озимой ржи (2019-2023 г.)

Вариант опыта		Высота растений, см	Структура колоса			Коэффициент продуктивной кустистости, шт/раст.	Масса 1000 семян, г
			длина, см	число зерен в 1 колосе	масса зерна с 1 колоса, г		
Без обработки семян							
1	Контроль (б/у)	131	9,3	47	1,51	2,1	29,0
2	$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	135	9,7	50	1,65	2,3	30,1
3	Фон 1 + Кодима Р	136	9,7	48	1,55	2,1	29,2
4	Фон 1 + Кодафол	135	9,5	47	1,60	2,1	30,4
5	Фон 1 + Микроэл	140	9,7	51	1,57	1,9	29,6
6	Фон 1 + Страда N	137	9,5	49	1,54	2,2	30,0
7	$N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ – фон 2	140	10,1	50	1,59	2,2	29,9
8	Фон 2 + Кодима Р	140	10,1	51	1,64	2,6	29,9
9	Фон 2 + Кодафол	138	10,1	49	1,58	2,5	29,4
10	Фон 2 + Микроэл	140	9,9	52	1,66	2,6	30,5
11	Фон 2 + Страда N	138	10,0	49	1,71	2,7	30,6
Среднее		137	9,8	49	1,60	2,3	29,9
Предпосевная обработка семян							
1	Контроль (б/у)	137	9,9	49	1,60	2,2	29,4
2	$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	142	10,1	53	1,66	2,1	30,6
3	Фон 1 + Кодима Р	143	10,0	52	1,67	2,3	30,0
4	Фон 1 + Кодафол	141	10,0	54	1,68	2,3	29,8
5	Фон 1 + Микроэл	139	10,2	52	1,66	2,7	29,9
6	Фон 1 + Страда N	144	10,8	55	1,75	2,8	30,5
7	$N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ – фон 2	144	10,3	53	1,70	2,3	29,9
8	Фон 2 + Кодима Р	144	10,3	52	1,70	2,2	29,6
9	Фон 2 + Кодафол	142	10,0	52	1,69	2,3	29,7
10	Фон 2 + Микроэл	142	10,4	53	1,73	2,5	30,7
11	Фон 2 + Страда N	143	10,5	51	1,66	2,6	30,6
Среднее		142	10,2	52	1,68	2,4	30,1
$НСР_{05}$		5,7	0,6	3,9	0,14	0,4	1,3

В период проведения исследований отмечено стабильное положительное влияние предпосевной обработки семян удобрением Микромак на формирование элементов структуры урожая озимой ржи. Высота растений в вариантах с предпосевной обработкой семян была в среднем на 5 см больше, чем растений ржи на посевах без обработки. Также на них сформировались более длинные и плотные колосья – на 0,4 см и на 3 зерна больше.

Учет массы зерна с 1 колоса, как важного компонента продуктивности растения, показал, что в среднем за годы проведения опыта в контрольном варианте сформировалось 1,51 г зерна, а с обработкой семян

Микромаком – 1,60 г (выше на 6,0%). Внесение минеральных удобрений и комплексных препаратов положительно влияло на данный показатель во всех вариантах опыта.

Масса 1000 семян, свидетельствующая о выполненности полученного зерна, различалась по годам исследований, составляя в среднем на чистом контроле 29,0 г. Подобно другим элементам структуры урожая данный показатель увеличивался при улучшении питания растений за счет внесения минеральных и комплексных удобрений. Отмечено, что обработка посевов озимой ржи комплексными удобрениями Страда N и Микроэл способствовала получению более крупного зерна, где масса 1000 семян на 5,2% выше чистого контроля и на 1,5-2,3% – фоновых показателей.

Изменение основных элементов структуры урожая определяет и итоговую продуктивность озимой ржи. За период исследований установлено, что основным фактором повышения зерновой продуктивности озимой ржи было применение минеральных удобрений. Предпосевное внесение минеральных удобрений ($N_{40}P_{50}K_{70}$) способствовало росту урожайности зерна озимой ржи на 0,68 т/га, при этом азотная подкормка (N_{20}) позволила получить дополнительно 0,4 т/га, обеспечив, таким образом, продуктивность в 3,74 т/га (табл. 3).

3. Влияние новых комплексных удобрений на урожайность зерна озимой ржи

№п/п	Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га						Прибавка, т/га		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	сред. ед.	к контролю	к фону	от обработки
Без обработки семян										
1	Контроль (б/у)	4,13	1,73	3,28	2,17	2,00	2,66	-	-	
2	$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	4,54	2,35	4,09	3,13	2,58	3,34	0,68	-	
3	Фон 1 + Кодима Р	4,42	2,55	4,25	3,07	2,35	3,33	0,67	-	
4	Фон 1 + Кодафол	4,58	2,78	4,38	3,41	2,54	3,54	0,88	0,20	
5	Фон 1 + Микроэл	4,58	2,50	4,47	3,48	2,92	3,59	0,93	0,25	
6	Фон 1 + Страда N	4,79	2,66	4,72	3,59	3,03	3,76	1,10	0,42	
7	$N_{40}P_{50}K_{70}$+N_{20}-фон 2	4,84	2,88	4,47	3,50	2,95	3,74	1,08	-	
8	Фон 2 + Кодима Р	4,88	2,67	4,64	3,24	2,61	3,61	0,95	-	
9	Фон 2 + Кодафол	4,88	2,81	4,65	3,59	2,79	3,74	1,08	-	
10	Фон 2 + Микроэл	5,10	2,91	4,88	3,66	3,27	3,96	1,30	0,22	
11	Фон 2 + Страда N	5,02	3,55	4,74	3,76	3,08	4,03	1,37	0,29	
С предпосевной обработкой семян										
1	Контроль (б/у)	4,44	2,15	3,65	2,51	2,37	3,02	-	-	0,36
2	$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	4,78	3,11	4,33	3,01	2,79	3,60	0,58	-	0,26
3	Фон 1 + Кодима Р	4,74	3,35	4,40	3,29	2,73	3,70	0,68	0,10	0,37
4	Фон 1 + Кодафол	4,80	3,57	4,57	3,52	3,02	3,90	0,88	0,30	0,36
5	Фон 1 + Микроэл	4,95	3,50	4,91	3,52	3,30	4,04	1,02	0,44	0,45
6	Фон 1 + Страда N	5,24	3,62	4,88	3,70	2,98	4,08	1,06	0,48	0,32
7	$N_{40}P_{50}K_{70}$+N_{20}-фон 2	4,87	3,14	4,86	3,29	3,16	3,86	0,84	-	0,12
8	Фон 2 + Кодима Р	4,84	3,03	4,86	3,58	3,30	3,92	0,90	-	0,31
9	Фон 2 + Кодафол	5,06	3,66	4,96	3,47	3,38	4,11	1,09	0,25	0,37
10	Фон 2 + Микроэл	5,20	3,65	5,10	3,71	3,25	4,18	1,16	0,32	0,22
11	Фон 2 + Страда N	4,95	4,15	5,12	3,83	3,40	4,29	1,27	0,43	0,26
$НСР_{05}$, ц/га		0,34	0,27	0,28	0,39	0,43	0,34			

Применение комплексных удобрений оказывало разное влияние на урожайность озимой ржи. В вариантах опыта без обработки семян наиболее эффективным оказалось использование комплексного удобрения Страда N для обработки растений, где дополнительно получено 0,42 т/га зерна. Совместное применение препаратов Страда N (по вегетирующим растениям) и Микромак (для обработки семян) способствовало увеличению зерновой продуктивности от 0,43 до 0,48 т/га на разных фонах удобренности. Установлена высокая результативность комплексного применения препаратов Микроэл (по вегетирующим растениям) и Микромак (для обработки семян), где дополнительно получено от 0,32 до 0,44 т/га зерна озимой ржи, что составляет 10,6-14,6%.

Высокую отдачу показал изучаемый способ внесения удобрений – обработка семян перед посевом удобрением Микромак, где по вариантам опыта получены прибавки урожайности от 0,12 до 0,45 т/га. Выявлено, что на фоне минерального питания $N_{40}P_{50}K_{70}$ + N_{20} эффективность этого способа внесения удобрений несколько снижается.

Совместное проведение обработок семян перед посевом препаратом Микромак и вегетирующих растений удобрениями Микроэл и Страда N способствует повышению эффективности не только данных препаратов, но и данной обработки, как способа внесения. Выполнение такого агроприема на фоне минерального питания $N_{40}P_{50}K_{70}$ в полной мере при необходимости может заменить подкормку в ранневесенний период и является равноценным дозе N_{20}.

Выводы. В результате научных исследований выявлено положительное влияние комплексных удобрений на элементы структуры урожая, которые непосредственно определяют зерновую урожайность озимой ржи. Внесение комплексных удобрений Страда N и Микроэл в период вегетации на изучаемых фонах минерального питания – $N_{40}P_{50}K_{70}$ и $N_{40}P_{50}K_{70}$ + N_{20} – способствует активному нарастанию озимой ржи в высоту, формированию большего количества продуктивных стеблей и сохранению их к уборке. При внесении данных препаратов получено самое полновесное зерно. Отмечена высокая эффективность обработки семян перед посевом комплексным удобрением Микромак, которая положительно отразилась как на морфологических признаках, так и на зерновой продуктивности культуры. Применение на озимой ржи комплексных удобрений Страда N и Микроэл по вегетации совместно с предпосевной обработкой семян препаратом Микромак на двух фонах удобренности способствует повышению урожайности зерна на 0,43-0,48 т/га, или 10,6-14,6%. Предпосевная обработка семян озимой ржи препаратом Микромак обеспечила прибавку от 0,12 до 0,45 т/га.

Литература
1. Алёнин П.Г., Кшикаткин С.А. и др. Микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты в технологии возделывания озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2020. – №2. – С.3-9.
2. *Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В.* Использование элементов точного сельского хозяйства для получение климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах // Аграрная наука. – 2023. – № 10. – С. 88-94.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. *Кирюшин В.И.* Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №3. – С.19-25.
5. *Лапа В.В.* Комплексные минеральные удобрения // Наука и инновации. – 2020. – № 5. – С. 24-27.
6. *Сычев В.Г.* Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на основные показатели различных типов почв // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 3-5.
7. *Сычев В.Г.* Микроэлементы в почве и жизни растений // Плодородие. – 2025. – №4. – С. 3-4.
8. *Сычев В.Г.* Эволюция проблем и решений в агрохимии. – М.: ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2024. – 452 с.
9. *Сычёв В.Г., Налиухин А.Н.* Потребность в минеральных удобрениях с учётом роста урожаев и воспроизводства плодородия почв России // Плодородие. – 2024. – № 4. – С. 5-10.
10. *Шабашева Ю.Е.* Перспективы развития аграрного сектора России в обеспечении продовольственной безопасности страны // Экономическая безопасность. – 2022. – Т. 5. – № 4. – С. 1499-1516.
11. *Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С.* Эффективность универсальных комплексных удобрений и способов их применения под озимую рожь на Северо-Западе РФ // Кормопроизводство. – 2023. – № 6. – С. 8-12.

ASSESSMENT OF METHODS FOR APPLYING COMPLEX FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER RYE OF THE NEW ERA VARIETY

T.V. Shaykova, M.V. Dyatlova, E.S. Volkova
Federal Research Center for Bast Fiber Crops
E-mail: *info.psk@fnclk.ru, t.shaykova.psk@fnclk.ru*

An analysis of experimental data from field experience with complex fertilizers in winter rye cultivation in northwestern Russia is presented. The objects of the study were the following drugs: Codima R, Codafol, Mikroel, Strada N, Micromak and methods of their application: pre-sowing seed treatment and double treatment of vegetative plants on two fertilization backgrounds: $N_{40}P_{50}K_{70}$ and $N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$. The positive effect of Micromak preparation on seed treatment on plant height (by 5 cm), ear length (by 0.4 cm), and the number of grains per ear (by 3 pcs.) was noted. It was found that when winter rye crops are treated with Strada N and Microel preparations, a more perfect grain is formed, the mass of 1000 grains increases by 5.2% to the net control and by 1.5 -2.3% to the background values. It was found that the application of mineral fertilizers provides an increase in grain productivity by 0.68 t/ha (1 background) and 1.08 t/ha (2 background), or by 25.6-40.6% compared to the control options without seed treatment. The increases from mineral fertilizers in the data block with pre-sowing seed treatment with Micromax fertilizer are 0.58 t/ha (1 background) and 0.84 t/ha (2 background). The use of complex fertilizers Strada N and Mikroel during vegetation, together with pre-sowing seed treatment with Micromak preparation on the studied fertilization backgrounds, increases grain yields by 0.43-0.48 t/ha (or 10.6-14.6%). Pre-sowing treatment of winter rye seeds with Micromak preparation provided grain increase from 0.12 to 0.45 t/ha.
Keywords: winter rye, crop structure, complex fertilizers, grain yield.