

**ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ОЗИМОЙ РОЖЬЮ  
ПРИ ВНЕСЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Т.В. Шайкова, к.с.-х.н., М.В. Дятлова, к.с.-х.н., Е.С. Волкова,  
Федеральный научный центр лубяных культур  
180559, Россия, Псковская обл., Псковский р-н, д. Родина, ул. Мира, д.1,  
[info.psk@fncl.ru](mailto:info.psk@fncl.ru), [t.shaykova.psk@fncl.ru](mailto:t.shaykova.psk@fncl.ru)**

**Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания  
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2019-0010).**

На основании научно-исследовательских работ в 2019-2020 г. выявлено, что при возделывании озимой ржи сорта Новая Эра в условиях Псковской области при двукратном внесении в период вегетации препарата Страда N на фоне применения минеральных удобрений как без подкормки азотными удобрениями, так и при подкормке азотом в дозе N<sub>20</sub>, получена практически равнозначная общая продуктивность – 58,3-59,0 ц/га з.е. По общей результативности действия на озимую рожь комплексные удобрения Микроэл, Кодафол на фоне Микромак + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub>+N<sub>20</sub> несколько уступали по эффективности препарату Страда N. В этих вариантах общая продуктивность составила 55,8-56,9 ц/га. В посевах озимой ржи без обработки семян максимальной продуктивность получена от применения комплексного удобрения Страда N на фоне N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> + N<sub>20</sub>. С урожаем (зерно + солома) озимой ржи в среднем за два года больше всего выносятся калия, промежуточное положение занимает азот и меньше всего растения ржи аккумулируют фосфор. Предпосевная обработка семян препаратом Микромак способствует увеличению продуктивности и, следовательно, выносу элементов минерального питания, а также стабилизации соотношения N:P:K в растительной продукции.

**Ключевые слова:** озимая рожь, минеральные удобрения, зерновая продуктивность, вынос и потребление элементов.

Для цитирования: Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С. Потребление и вынос основных элементов минерального питания озимой рожью при внесении комплексных удобрений// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 3-7. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.01.

Основной сельскохозяйственной зерновой культурой Северо-Западного региона является озимая рожь. Культура, благодаря мощной корневой системе, предъявляет меньшие требования к почве, чем другие зерновые из-за повышенной усвояющей способности, прежде всего труднорастворимых соединений фосфора. Как культура умеренного и холодного климата она не предъявляет высоких требований к теплу, и, в сравнении с другими зерновыми культурами, наиболее холодостойка. Даже в малоснежные зимы некоторые ее сорта способны переносить морозы –25...–30°C. От прорастания семян до созревания зерна в среднем требуется сумма положительных температур 1900°C (для озимой пшеницы 2200°C). Критическими фазами развития озимой ржи по влагообеспечению являются выход в трубку – колошение и цветение – налив зерна [1-3].

Зерно озимой ржи содержит полноценные белки и витамины (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и Е). Из ржаной муки изготавливают различные сорта хлеба, отличающиеся калорийностью, хорошими специфическими вкусовыми качествами и содержанием более полноценного, чем в пшеничном хлебе, белка.

В зависимости от условий выращивания и сорта содержание белка в зерне ржи составляет от 9,2 до 19%. Цельное и дробленое зерно, отруби и мука применяют в качестве концентрированных кормов для животных. 1

кг зерна приравнивается к 1,18 к.е. Ржаную солому используют на подстилку скоту, а в запаренном виде – это грубый корм, который может применяться при силосовании сочных растений. Особую ценность озимая рожь представляет для получения зеленых кормов в ранневесенний период [4].

Главный ресурс управления продукционным процессом в современных агротехнологиях – минеральные удобрения. Эффективность их влияния на величину урожая изначально зависит от почвенного плодородия, доз, соотношений питательных веществ, сроков и способов внесения. Несбалансированное питание, низкое содержание доступных для растений соединений макро- и микроэлементов в почве приводит к недополучению урожайности, снижению качественных показателей, иммунного статуса и повышению заболеваемости растений [5-7].

Оптимизация питания сельскохозяйственных культур путем применения макро- и микроэлементов возможна с переходом на комплексные минеральные удобрения со сбалансированным химическим составом, учитывающим биологические требования отдельных сельскохозяйственных культур и состояние плодородия почв [8].

В последние годы исследователями нашего научного центра активно велась селекционная работа по созданию высокоурожайного сорта озимой ржи с низким

содержанием водорастворимых арабиноксиланов, которые вызывают негативные последствия в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) животных. При поедании такой зернофуражной ржи не образуется вязких слизей в желудке животных, она характеризуется высокой поедаемостью и по питательной ценности превосходит все зерновые культуры. Этим требованиям соответствует новый сорт озимой ржи Новая Эра, выведенный в результате совместной работы селекционеров ФГБНУ ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» и сотрудников ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП «Псковский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». В 2019 г. Госсорткомиссией РФ выдано авторское свидетельство на сорт озимой ржи Новая Эра [9].

**Цель исследований** – изучить особенности питания озимой ржи нового сорта Новая Эра в зависимости от применения комплексных удобрений, способных обеспечивать растения необходимыми макро- и микроэлементами в критически важные фазы развития [10].

Проводимые исследования позволяют определить наиболее эффективные способы внесения комплексных удобрений, их влияние на потребление и вынос основных элементов минерального питания с урожаем озимой ржи.

**Методика.** Исследования проводили в 2019-2020 г. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Псковский НИИСХ в соответствии с Методикой полевого опыта [11].

Объекты исследования – новый сорт озимой ржи Новая Эра, универсальные комплексные препараты с макро- и микроэлементами.

Почва опытного поля – дерново-подзолистая супесчаная среднеокультуренная. По годам исследований почва опытных участков несколько различалась по агрохимическим показателям:  $pH_{KCl}$  – 5,6-5,7, содержание подвижного фосфора – 285-325 мг/кг почвы, обменного калия 126-198 мг/кг почвы, гумуса – 2,1%.

Опыт заложен в звене севооборота пар – озимая рожь по следующей схеме:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1) Контроль (без удобрений),     | 7) $N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ – фон 2, |
| 2) $N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1, | 8) Фон 2 + Кодима Р,                      |
| 3) Фон 1 + Кодима Р,             | 9) Фон 2 + Кодафол,                       |
| 4) Фон 1 + Кодафол,              | 10) Фон 2 + Микроэл,                      |
| 5) Фон 1 + Микроэл,              | 11) Фон 2 + Страда N.                     |
| 6) Фон 1 + Страда N,             |   |

Площадь делянки 75 м<sup>2</sup>. Каждая делянка разделена на две части, на одной из которых посев проводили инокулированными семенами жидким комплексным удобрением Микромак в дозе 2 л/т, на второй – необработанными семенами. Опыт заложен в 4-кратной повторности. Агротехнические мероприятия – общепринятые для региона, выполненные в оптимальные сроки.

Минеральные удобрения в дозе  $N_{40}P_{50}K_{70}$  внесены под предпосевную культивацию в виде азофоски, суперфосфата аммонизированного и калия хлористого. В соответствии со схемой опыта в вариантах 7-11 проведена подкормка растений озимой ржи в ранневесенний период аммиачной селитрой в дозе  $N_{20}$ .

В период вегетации осуществляли двукратную обработку растений новыми комплексными препаратами в фазы кущения и выход в трубку со следующими нормами внесения: Кодима Р – 1 л/га, Кодафол – 2, Микроэл – 0,2, Страда N – 3 л/га, Микромак – 2 л/т [13, 14].

В ходе исследований проведены: фенологические наблюдения, подсчет густоты стеблестоя после всходов и перед уборкой, определение влажности почвы по фазам роста растений, учет урожая зерна, морфологический анализ растений, химический анализ почвенных и растительных образцов на содержание основных элементов питания, математическая обработка данных.

**Результаты и их обсуждение.** Метеорологические условия различались по годам исследований. Вегетационный период озимых зерновых 2019 г. характеризовался среднемесячными температурами воздуха, близкими к многолетним показателям, и недостатком количества осадков в осенне-зимний период. В весенне-летний период наблюдались значительные отклонения от среднеемноголетних величин по количеству осадков: критически низкий уровень в апреле и июне и избыток осадков в марте, мае и июле. В 2020 г. в течение вегетационного периода отмечены: превышение среднеемноголетних значений температуры воздуха, существенное превышение количества выпавших осадков в осенне-зимний период и значительный недобор в весенне-летний.

Отличительные особенности озимой ржи – зимостойкость и морозоустойчивость. Прорастает ржаное зерно при более низких температурах, чем озимая пшеница. В метеоусловиях 2019-2020 г. полные всходы озимой ржи отмечены через 14-16 дней после посева, полевая всхожесть составила по вариантам опыта в среднем 80%.

В сравнении с 2019 г., урожайность зерна озимой ржи в 2020 г. оказалась более низкой. Период зимовки озимой ржи урожая 2019 г. прошёл благоприятно, в сравнении с 2020 г. Частые оттепели в зимний период, отсутствие снежного покрова приводили к периодическому возобновлению вегетации растений, и к весне они вышли более ослабленными в сравнении с предыдущим годом. Преимущества озимых хлебов перед яровыми убедительны только при хорошей перезимовке. Повреждение и гибель их может быть вызвана неблагоприятными погодными условиями. В начале зимы на глубине узла кущения (1,5-3,0 см) растения выдерживают более низкие температуры (до -17°C), чем в весенний период [8].

На урожайность зерна озимой ржи значительное влияние оказывали минеральные удобрения.

За два года получена урожайность зерна озимой ржи сорта Новая Эра 29,3-45,5 ц/га (табл. 1).

**1. Влияние новых комплексных удобрений на зерновую продуктивность озимой ржи**

Вариант	Урожайность, ц/га					
	2019 г.		2020 г.		среднее	
	б/о*	обр.	б/о	обр.	б/о	обр.
Контроль (без удобрений)	41,3	44,4	17,3	21,5	29,3	33,0
$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	45,4	47,8	23,5	31,1	34,5	39,4
Фон 1 + Кодима Р	44,2	47,4	25,5	33,5	34,9	40,4
Фон 1 + Кодафол	45,8	48,0	27,8	35,7	36,8	41,9
Фон 1 + Микроэл	45,8	49,5	25,0	35,0	35,4	42,2
Фон 1 + Страда N	47,9	52,4	26,6	36,2	37,2	44,3
$N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ – фон 2	48,4	48,7	28,8	31,4	38,6	40,5
Фон 2 + Кодима Р	48,8	48,4	26,7	30,3	37,8	39,4
Фон 2 + Кодафол	48,8	50,6	28,1	36,6	38,4	43,6
Фон 2 + Микроэл	51,0	52,0	29,1	36,5	40,0	44,3
Фон 2 + Страда N	50,2	49,5	35,5	41,5	42,8	45,5
НСР <sub>0,5</sub> , ц/га	3,4	3,4	2,6	2,7	3,0	3,1

*Примечание.* б/о – семена без предпосевной обработки, обр. – обработанные семена (здесь и в табл. 2, 4).

В среднем за 2 года исследований установлено, что в вариантах без обработки семян и при посеве инокулированными семенами наиболее целесообразно на посевах озимой ржи применение по вегетации комплексного удобрения Страда N, которое обеспечивает дополнительное получение, в зависимости от фона минеральных удобрений, от 2,7 до 4,2 ц/га (варианты без обработки) и до 4,9-5,0 ц/га зерна озимой ржи (посев ржи семенами, обработанными Микромак). Урожайность соломы в среднем за годы исследований составила 39,5-69,8 ц/га. Более высокий выход соломы (63,0-69,8 ц/га) получен в вариантах с применением на двух фонах урожайности комплексного универсального препарата Страда N при посеве озимой ржи семенами, обработанными удобрением Микромак.

Эффективность применяемых комплексных удобрений, способов их внесения отражена в общей продуктивности, выраженной в зерновых единицах. Данные общей продуктивности по вариантам опыта заметно выше на посевах озимой ржи, семена которой перед посевом обработали комплексным удобрением Микромак. В среднем за два года исследований общая продуктивность по вариантам опыта составила 42,4 – 59,0 ц/га з.е. (табл. 2). Отмечены положительная роль и эффективность некорневого внесения таких удобрений как Страда N, Микроэл, Кодафол, в сочетании с предпосевной обработкой семян.

Выявлено, что при двукратном внесении в период вегетации препарата Страда N на фоне применения минеральных удобрений как без подкормки азотными удобрениями, так и с подкормкой азотом в дозе N<sub>20</sub>, получены практически равнозначные данные общей продуктивности, которые составили 58,3-59,0 ц/га з.е. По общей результативности действия на озимую рожь

комплексные удобрения Микроэл, Кодафол на фоне Микромак + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> + N<sub>20</sub> несколько уступали эффективности удобрению Страда N. В этих вариантах общая продуктивность составила 55,8-56,9 ц/га. В посевах озимой ржи без обработки семян максимальная продуктивность получена от применения комплексного удобрения Страда N на фоне N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> + N<sub>20</sub>.

## 2. Действие способов внесения комплексных удобрений на выход зерновых единиц с урожайностью основной и побочной продукции озимой ржи

Вариант	Выход зерновых единиц, ц/га					
	с урожаем зерна		с урожаем соломы		общий выход	
	б/о	обр.	б/о	обр.	б/о	обр.
Контроль (б/у)	29,3	33,0	7,9	9,4	37,2	42,4
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1	34,5	39,4	8,8	11,8	43,3	51,2
Фон 1 + Кодима Р	34,9	40,4	9,5	11,9	44,4	52,3
Фон 1 + Кодафол	36,8	41,9	9,0	11,3	45,8	53,2
Фон 1 + Микроэл	35,4	42,2	11,7	9,4	47,1	51,6
Фон 1 + Страда N	37,2	44,3	10,4	14,0	47,6	58,3
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2	38,6	40,5	11,0	12,2	49,6	52,7
Фон 2 + Кодима Р	37,8	39,4	10,2	11,7	48,7	51,1
Фон 2 + Кодафол	38,4	43,6	10,1	12,2	48,5	55,8
Фон 2 + Микроэл	40,0	44,3	10,0	12,6	50,0	56,9
Фон 2 + Страда N	42,8	45,5	11,7	13,5	54,5	59,0

Примечание. Для перевода в зерновые единицы: К зерна = 1,0, К соломы = 0,2.

Вынос питательных веществ с урожаем – важный показатель, который необходимо учитывать при определении потребности культур в удобрениях, расчете доз удобрений в конкретных условиях произрастания [15-17]. Данные химического анализа содержания основных элементов минерального питания в основной и побочной продукции полученного урожая позволяют произвести расчет их хозяйственного выноса (табл. 3).

## 3. Вынос основных элементов минерального питания в зависимости от применяемых удобрений

Варианты опыта	Вынос, кг/га								
	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
<i>Без обработки семян</i>									
Контроль (б/у)	48,8	37,7	43,2	37,3	15,9	26,6	67,5	41,8	54,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1	50,4	46,6	48,5	36,9	20,7	28,8	77,3	56,6	67,0
Фон 1 + Кодима Р	65,1	45,6	55,4	40,7	21,1	30,9	96,4	48,4	72,4
Фон 1 + Кодафол	46,2	55,0	50,6	39,5	24,0	31,8	74,6	64,5	69,6
Фон 1 + Микроэл	54,3	50,3	52,3	50,5	22,3	36,4	110,9	56,1	83,5
Фон 1 + Страда N	55,2	55,2	55,2	44,1	22,9	33,5	99,7	55,9	77,8
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2	72,8	61,9	67,4	52,2	25,5	38,8	108,4	65,3	86,8
Фон 2 + Кодима Р	64,3	48,8	56,6	46,5	22,5	34,5	113,8	53,0	83,4
Фон 2 + Кодафол	69,3	54,3	61,8	43,1	23,8	33,4	93,5	62,3	77,9
Фон 2 + Микроэл	66,0	56,5	61,2	46,1	23,9	35,0	100,0	60,8	80,4
Фон 2 + Страда N	64,8	68,4	66,6	46,2	33,5	39,8	90,0	84,9	87,4
<i>С предпосевной обработкой семян</i>									
Контроль (б/у)	70,0	50,6	60,3	36,7	19,7	28,2	86,8	54,5	70,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1	74,9	66,1	70,5	49,1	29,2	39,2	105,1	80,4	92,8
Фон 1 + Кодима Р	70,5	64,8	67,6	49,1	29,4	39,2	91,6	77,9	84,8
Фон 1 + Кодафол	71,9	61,0	66,4	47,7	30,0	38,8	96,7	72,3	84,5
Фон 1 + Микроэл	91,6	62,9	77,2	55,4	29,1	42,2	95,6	58,0	77,8
Фон 1 + Страда N	90,7	72,7	81,7	59,6	34,2	46,9	110,7	91,8	101,2
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2	81,4	58,5	70,0	61,5	27,0	44,2	118,0	68,2	93,1
Фон 2 + Кодима Р	89,4	60,7	75,0	61,6	27,1	44,4	131,9	70,0	101,0
Фон 2 + Кодафол	85,5	68,0	76,8	52,2	32,6	42,4	127,3	76,7	102,0
Фон 2 + Микроэл	90,1	67,7	78,9	55,5	33,9	44,7	115,1	84,6	99,8
Фон 2 + Страда N	82,2	83,0	82,6	56,1	43,2	49,6	119,6	64,8	92,2

В условиях 2019 и 2020 г. с урожаем основной и побочной продукции вынос основных элементов минерального питания растениями озимой ржи составил от 43,2 до 82,6 кг/га азота, от 26,6 до 55,2 фосфора, от 54,6 до 102,0 кг/га калия.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности основной и побочной продукции, и как следствие – более высоким показателям выноса основных элементов минерального питания.

Данные выноса элементов минерального питания показывают, что с полученным урожаем (зерно + солома)

озимой ржи в среднем за два года больше всего выносятся калия, промежуточное положение занимает азот и меньше всего растения ржи аккумулируют фосфор. Предпосевная обработка семян препаратом Микромак способствует увеличению продуктивности и, следовательно, выноса элементов минерального питания.

#### 4. Потребление и хозяйственный вынос азота, фосфора и калия при формировании 1 т растительной продукции озимой ржи (в среднем за 2019-2020 г.)

Вариант	Потребление и вынос, кг/т							
	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		N:P:K	
	б/о	обр.	б/о	обр.	б/о	обр.	б/о	обр.
Контроль (без удобрений)	11,6	14,2	7,2	6,6	14,7	16,6	1:0,6:1,3	1:0,5:1,0
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1	11,2	13,8	6,7	7,7	15,5	18,1	1:0,6:1,4	1:0,6:1,1
Фон 1 + Кодима Р	12,5	12,9	7,0	7,5	16,3	16,2	1:0,6:1,3	1:0,6:1,3
Фон 1 + Кодифол	11,0	12,5	6,9	7,3	15,2	15,9	1:0,6:1,4	1:0,6:1,2
Фон 1 + Микроэл	11,1	15,0	7,7	8,2	17,7	15,1	1:0,7:1,6	1:0,5:1,2
Фон 1 + Страда N	11,6	14,0	7,0	8,0	16,3	17,4	1:0,6:1,4	1:0,6:1,2
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2	13,6	13,3	7,8	8,4	17,5	17,7	1:0,6:1,3	1:0,6:1,3
Фон 2 + Кодима Р	11,6	14,7	7,8	8,7	17,1	18,1	1:0,7:1,5	1:0,6:1,2
Фон 2 + Кодифол	12,7	13,8	8,2	7,6	16,1	18,3	1:0,6:1,3	1:0,6:1,2
Фон 2 + Микроэл	12,2	13,9	7,0	7,9	16,1	17,5	1:0,6:1,3	1:0,6:1,2
Фон 2 + Страда N	12,2	14,0	7,3	8,4	16,0	15,6	1:0,6:1,3	1:0,6:1,1
Среднее	11,9	13,8	7,3	7,8	16,2	17,0	1:0,6:1,4	1:0,6:1,2

Потребление фосфора на формирование единицы продукции было практически на одном уровне и составляло от 7,3 до 7,8 кг/га. Потребление калия выросло при обработке семян на 1,0 кг/га, или 6,1%. Не установлено заметной динамики влияния комплексных удобрений, применяемых в период вегетации, таких как Кодима Р, Кодифол, Микроэл и Страда N, на потребление растениями ржи азота, фосфора и калия в вариантах как без предпосевной обработкой семян перед посевом, так и в вариантах с инокуляцией семян.

По результатам исследований определили соотношение потребления N:P:K в полученном урожае (за 1 принято потребление азота) по двум блокам – без обработки семенного материала и с обработкой.

В вариантах без обработки семян и с инокуляцией соотношение азота и фосфора в растительной продукции было практически равнозначным. Возросло потребление калия растениями ржи в вариантах без обработки семян. В сравнении с азотом потребление данного элемента в среднем за 2 года исследований по вариантам различалось в 1,4 раза. Применение предпосевной обработки семян препаратом Микромак вызывало стабилизацию соотношения трех основных элементов минерального питания в растительной продукции, в том числе калия, и составило в среднем 1:0,6:1,2.

**Заключение.** Выявлено, что при двукратном внесении в период вегетации препарата Страда N на фоне применения минеральных удобрений как без подкормки азотными удобрениями, так и при подкормке азотом в дозе N<sub>20</sub>, получена практически равнозначная общая продуктивность, которая составила 58,3-59,0 ц/га з.е. По общей результативности действия на озимую рожь комплексные удобрения Микроэл, Кодифол на фоне Микромак + N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> + N<sub>20</sub> несколько уступали эффективности препарата Страда N. По этим вариантам общая продуктивность составила 55,8-56,9 ц/га. В посевах озимой ржи без обработки семян максимальная продуктивность получена от применения комплексного удобрения Страда N на фоне N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> + N<sub>20</sub>. С урожаем (зерно + солома) озимой ржи в среднем за два года больше всего выносятся калия, промежуточное положение занимает азот и меньше всего растения ржи аккумулируют фосфор. Предпосевная обработка семян препаратом Микромак способствует увеличению про-

дуктивности и, следовательно, выноса элементов минерального питания и стабилизации соотношения N:P:K в растительной продукции.

дуктивности и, следовательно, выноса элементов минерального питания и стабилизации соотношения N:P:K в растительной продукции.

#### Литература

1. *Растениеводство* / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др./Под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
2. Паников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Колос, 1977. – 413 с.
3. Сысцев В.А., Кедрова Л.И., Рубцова Н.Е., Русаков Р.В., Устюжанин И.А., Уткина Е.И. Концептуальные направления развития научно-инновационного проекта «Рожь России» //Достижения науки и техники АПК. – 2015.- Т.29.- №11.- С. 28-31.
4. Сысцев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Приоритеты направления исследований в решении проблемы многофункционального использования озимой ржи// Аграрная наука. – 2013. – №1. – С. 4-8.
5. Эффективное применение удобрений в Нечерноземной зоне. Составитель – академик ВАСХНИЛ В.Д. Паников. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 270 с.
6. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Харитонова А.Ф., Толстоусов В.П., Ефимова Н.К., Бушуев Н.Н. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления. – М., 2009. – 520 с.
7. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н. Агрохимия в решении задач продовольственной безопасности//Агрохимия в XXI веке. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти академика РАН В.Г. Минеева. / Под ред. Романенкова В.А. – М., 2018. – 280 с.
8. Попова В.И. Применение цинковых удобрений при возделывании озимой пшеницы на лугово-черноземной почве Западной Сибири// Вестник Омского ГАУ. – 2016. – № 1. – С. 57-64.
9. Кобылянский В.Д., Солодихина О.В., Потапова Г.Н., Ткаченко И.В., Галимов К.А. Изучение инновационной зернофуражной низкопеленозавой озимой ржи // Пермский аграрный вестник. – 2014. – №1. – С. 10-16.
10. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур//Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – №54. – С. 44-52.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыт. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Volskybiochem. Продукция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.volskybiochem.com/> – свободный.
13. ООО "АТК "СевЗапАгро" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sevzapagro.ru/ishop/174-> свободный
14. Пронько В.В., Корсаков К.В., Пронько Н.А. Вынос и потребление элементов питания овощными и бахчевыми культурами на почвах Поволжья при внесении минеральных и гуминовых удобрений //Плодородие. – 2022.- №2. – С. 67-70.
15. Федоров А.А. Новый подход к определению реально доступных растениям элементов питания в почве //Агрохимия. – 2002.- №7. – С. 32-39.
16. Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлев Д.Ю. Влияние минеральных удобрений и погодных условий на вынос элементов питания зерновыми культурами в степи Поволжья // Плодородие. – 2020. – №2. – С.19-20.

*T.V. Shaykova, Ph.D., M.V. Dyatlova, Ph.D., E.S. Volkova  
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia,  
[info.psk@fncl.ru](mailto:info.psk@fncl.ru), [t.shaykova.psk@fncl.ru](mailto:t.shaykova.psk@fncl.ru)*

*On the basis of research works for 2019-2020, it was revealed that when cultivating winter rye of the Novaya Era variety in the conditions of the Pskov region, double application of the drug Strada N during the growing season against the background of the use of mineral fertilizers both without nitrogen fertilization and with nitrogen fertilization at a dose of  $N_{20}$ , almost equivalent data on total productivity were obtained, and they amounted to 58.3-59.0 c/ha of grain units. According to the overall effectiveness of the action on winter rye, complex fertilizers Microel, Kodafol against the background of  $Micromak+N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$  were somewhat inferior to the effectiveness of the drug Strada N. According to these options, the total productivity was 55.8-56.9 c/ha. In winter rye crops without seed treatment, maximum productivity was obtained from the use of complex fertilizer Strada N against the background of  $N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$ . With the resulting harvest (grain + straw) of winter rye on average, potassium is taken out most of all in two years, nitrogen occupies an intermediate position and phosphorus accumulates the least in plants rye. Pre-sowing treatment of seeds with Micromak helps to increase productivity and, consequently, the removal of mineral nutrition elements, as well as stabilize the ratio of N:P:K in plant products.*

*Keywords: winter rye, mineral fertilizers, grain productivity, removal and carryover of elements*

УДК 631.415.2

DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.02

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ

**С.И. Воронов, д.б.н., М.А. Кузьмич, д. с.-х. н. Л.С. Кузьмич, к.с.-х.н.,  
ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»  
Российская Федерация, 143026, Московская область, Одинцовский район,  
р.п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6, e-mail: [m-kuzmich@yandex.ru](mailto:m-kuzmich@yandex.ru),  
тел. 89104616752**

*Рассмотрены проблема и объёмы подкисления подзолистых почв Российской Федерации. Установлено, что существующие объёмы известкования не могут остановить процесс подкисления почв. Альтернативы применению известковых удобрений нет. Наиболее сильное подкисляющее воздействие на почву оказывают азотные удобрения. На нейтрализацию 1 кг азота минеральных удобрений, в зависимости от формы, требуется от 0,75 до 2,2 кг  $CaCO_3$ . Для известкования кислых почв следует применять не только стандартные мелиоранты, такие как известняковая мука (ГОСТ 14050-93), но и местных месторождений.*

*Ключевые слова: кислые почвы, известкование, известняковая мука, мел, доломиты, дефекаты, зола.*

Для цитирования: Воронов С.И., Кузьмич М.А., Кузьмич Л.С. Перспективы расширения ассортимента известковых удобрений// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 7-11. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.02.

По данным Министерства сельского хозяйства РФ по состоянию на 01.01.2018 г., площадь почв с кислой реакцией среды, требующих известкования, превышает 35 млн га. Из-за низких темпов работ по внесению известковых удобрений, эта площадь ежегодно увеличивается на 1 млн га [1]. Так, в 2019 г. планировалось произвестковать всего около 157 тыс. га и внести около 1,3 млн т известковых удобрений. Для сравнения отметим, что в годы интенсивной химизации известкование проводили ежегодно на площади более 6,5 млн га. Объёмы поставок известковых удобрений для этой цели достигли максимума в 1988 г. – 43,8 млн т (табл. 1) [2]. Поэтому, средневзвешенный pH почв пашни в 1990 г. поднялся до уровня 5,3.

Существующие объёмы известкования не могут остановить процесс подкисления почв. Альтернативы применению известковых удобрений нет. Уровень влагообеспеченности северной части территории Российской Федерации характеризуется вертикальной миграцией влаги и выщелачиванием водорастворимых оснований кальция и магния за пределы пахотного горизонта. Результатом этого является формирование кислых низко плодородных дерново-подзолистых почв. Иссле-

дования на лизиметрической станции ВНИПТИХИМ, расположенной в Московской области, где среднепогодный показатель ГТК по Селянину приближается к 1,4, миграционные потери кальция и магния за пределы метрового слоя почвы в пересчете на  $CaCO_3$  достигали в среднем за год 370 кг/га [2]. Размеры миграции за пределы полуметрового слоя почвы были на 23% выше, чем метрового слоя. Суммарные потери кальция и магния, с выносом урожаем и при миграции за пределы пахотного горизонта составили на удобренных вариантах 394 кг/га, тогда как на контроле всего 227 кг/га. Следовательно, за счет минеральных удобрений убыль оснований возросла на 167 кг/га, или на 73% от варианта без удобрений.

В тех регионах, где количество выпадающих осадков меньше, существует сезонное переувлажнение, рано весной или поздней осенью, когда отсутствуют вегетирующие растения. Типичные черноземы Воронежской области, где известкование не проводили, но регулярно вносят минеральные удобрения, переходят в кислые оподзоленные черноземы. Почвы Белгородской области, сформированные на мощных меловых отложениях, также становятся кислыми и требуют известкования [1].