



## Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, удобрений и известкования

© 2022. Л. Н. Прокина✉, С. В. Пугаев

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Исследования проводили с целью сравнительной характеристики предшественников озимой пшеницы на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом в условиях Республики Мордовия. Объект исследования – озимая пшеница сорта Мироновская 808, выращиваемая в зернотравяно-паропропашном (1996-1997 гг.) и зернотравяно-пропашном (2008-2009 гг.) севооборотах, где ее предшественниками были чистый пар и люцерна 3 г. п. В контрольном варианте (без внесения извести и минеральных удобрений) урожайность озимой пшеницы по чистому пару составила 3,27 т/га, после многолетних трав – 3,72 т/га. Известкование почвы, проведенное в 1989-1990 гг. и 1999-2000 гг., не вносило значимых изменений в урожайность культуры, но совместное действие с удобрениями в зернотравяно-паропропашном севообороте на фоне известкования по 1,0 г. к. способствовало получению большей прибавки (0,43 т/га), чем на фоне известкования по 0,5 г. к. (0,28 т/га). В зернотравяно-пропашном, наоборот – на фоне известкования по 0,5 г. к. зерна получено больше (0,74 т/га), чем на фоне по 1,0 г. к. (0,51 т/га). Действие удобрений без извести оценивалось меньшей прибавкой урожайности – 0,36 и 0,78 т/га соответственно севооборотам. С учетом окупаемости 1 кг д. в. минеральных удобрений дополнительным урожаем зерна и дополнительным доходом можно рекомендовать, кроме фосфорно-калийных, применение азотного удобрения в подкормку в следующих дозах: в зернопаротравяно-пропашном севообороте – не более 30 кг д. в., в зернотравяно-пропашном – 30-60 кг д. в. на фоне известкования почвы по 0,5 г. к.

**Ключевые слова:** чистый пар, бобовые травы, озимая пшеница, средства химизации, окупаемость, дополнительный доход

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0100).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Прокина Л. Н., Пугаев С. В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, удобрений и известкования. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(3):318-326.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.318-326>

Поступила: 05.04.2022

Принята к публикации: 27.05.2022

Опубликована онлайн: 23.06.2022

## Yield of winter wheat depending on precursors, fertilizers and liming

© 2022. Lyudmila N. Prokina✉, Sergey V. Pugaev

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The research was aimed at comparing the characteristics of winter wheat precursors on leached heavy loam chernozem in the conditions of the Republic of Mordovia. The object of the study was winter wheat of the Mironovskaya 808 variety, grown in grain-grass-fallow-row (1996-1997) and grain-grass-row (2008-2009) crop rotations, where the precursors were pure fallow and lucerne grass of the 3d year of use. In the control variant (without lime and mineral fertilizers), the crop yield after pure fallow was 3.27 t/ha, after perennial grasses it was 3.72 t/ha. Liming of the soil introduced in 1989-1990 and 1999-2000 did not make significant changes in crop yield, but the combined action with fertilizers in the grain-grass-fallow-row crop rotation against the background of liming by 1.0 h. a. contributed to a greater increase (0.43 t/ha) than against the background of liming by 0.5 h. a. (0.28 t/ha). In grain-grass-row crop rotation, on the contrary, against the background of liming by 0.5 h. a, more grain was obtained (0.74 t/ha), than against the background of 1.0 h. a (0.51 t/ha). The effect of fertilizers without lime was estimated by a less increase in yield – 0.36 and 0.78 t/ha, respectively by crop rotations. Taking into account the payback of 1 kg a.i. of mineral fertilizers with an additional grain yield and additional income, the following doses can be recommended in addition to phosphorus-potassium: the use of nitrogen fertilizer in the top-dressing in the following doses: in the grain-fallow-grass-row crop rotation not more than 30 kg a. i., in grain-grass-row – 30-60 kg a.i. against the background of soil liming by 0.5 h. a.

**Keywords:** pure fallow, legumes, winter wheat, chemicals, payback, additional income

**Acknowledgements:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0100).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interest:** the author stated that there was no conflict of interest.

*For citations:* Prokina L. N., Pugaev S. V. Yield of winter wheat depending on precursors, fertilizers and liming. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(3):318-326. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.318-326>

Received: 05.04.2022

Accepted for publication: 27.05.2022

Published online: 23.06.2022

Озимая пшеница является важнейшей зерновой культурой в России, поэтому повышение ее продуктивности – одна из основных задач товаропроизводителя. В технологии ее возделывания существенным является правильное сочетание всех основных приемов: размещение в севообороте; способы обработки почвы; удобрения [1]. В связи с этим возрастает роль элементов системы возделывания озимой пшеницы, в частности, применение научно обоснованных систем удобрения культуры в совокупности с размещением в севообороте по наилучшим предшественникам [2]. Применение удобрительных туков значительно увеличивает продуктивность культуры при оптимальном минеральном питании как по паровым, так и не паровым предшественникам [3]. Озимая пшеница очень требовательна к предшественникам, от них зависит наличие влаги в почве ко времени ее сева, дружность всходов, фитосанитарное состояние, урожайность и качество зерна. По современным представлениям лучший предшественник, способствующий формированию оптимального урожая с хорошими показателями качества зерна – черный пар. Однако существует и другое мнение, что черный пар является экономически невыгодным. Как недостаток, так и избыток его в севообороте ведет к снижению продуктивности. В этом отношении научно обоснованные севообороты, максимально адаптированные к местным условиям с достаточной долей почво-восстанавливающих культур, имеют первостепенное значение [4]. Так, при возделывании озимой пшеницы на черноземе обыкновенном лучшим считают черный пар, а среди непаровых предшественников первое место занимают бобовые травы – люцерна третьего года, горох, подсолнечник и кукуруза на силос. Максимум урожайности в контрольном варианте был зафиксирован по черному пару – 49,1 ц/га, несколько меньше по люцерне – 47,6 ц/га и гороху – 46,9 ц/га [5]. У сортов озимой пшеницы Золушка, Донская лира и Донэко урожайность (4,56, 4,62 и 4,1 т/га соответственно) по черному пару была в 1,8 раза больше, чем по подсолнечнику, а удобрения увеличивали ее по обоим предшественникам [6]. Использование черного

пара на черноземе выщелоченном среднемощном тяжелосуглинистом в качестве предшественника озимой пшеницы сорта Безенчукская 380 в Пензенской области способствовало получению урожайности – 3,45, по сидеральному – 3,37, занятому – 3,33 т/га [7]. В условиях Центрально-Черноземной зоны (ЦЧЗ) лучшими предшественниками культуры были чистые пары, среди бобовых культур – эспарцет различного вида использования [8]. На полях Ростовской области получение урожая озимой пшеницы более 60,0 ц/га по чистому пару, более 50,0 ц/га – после непаровых предшественников и более 38,0 ц/га – после ячменя возможно при внесении на 1 га площади зернопаропропашного севооборота без люцерны 6 т навоза и  $N_{44}P_{30}K_{24}$  минеральных удобрений, в севообороте с люцерной – 4 т навоза и  $N_{27}P_{31}K_{27}$  [9]. В условиях юго-запада ЦЧЗ использование в качестве предшественников гороха, многолетних трав и черного пара обеспечивало среднепогодную урожайность в контроле не менее 30,0 ц/га. Внесение одинарных и двойных доз минеральных удобрений увеличивало ее на 20-40 %, при этом преимущество было во всех вариантах за черным паром. Применение как минеральных, так и органических удобрений в звеньях севооборотов с горохом и эспарцетом было более эффективно относительно звена с черным паром [10].

Данные об урожайности озимой пшеницы на черноземах выщелоченных в условиях Мордовии имеются [11, 12], но сравнительной оценки зависимости урожайности культуры от предшественников не дано, что и послужило необходимостью изучения данного вопроса.

**Цель исследований** – изучение влияния предшественников на фоне применения средств химизации на урожайность озимой пшеницы.

**Научная новизна** – показана зависимость урожайности культуры от различных предшественников на фоне известкования и минеральных удобрений в полевом севообороте.

**Материал и методы.** Работа выполнена на опытном поле Мордовского НИИ сельского хозяйства – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого в соответствии с планом НИР учреждения на базе

стационарного полевого опыта, заложенного в 1972-1973 гг. последовательно в двух полях по методике Б. А. Доспехова<sup>1</sup>. Представлены результаты исследований за 1997-1998 и 2008-2009 годы, где озимая пшеница сорта Миrowsкая 808 возделывалась по чистому пару и многолетним бобовым травам (люцерна).

В опыте изучали действие известкования: 1 – без известкования с 1972 г. (контроль); 2 – внесение  $\text{CaCO}_3$  по 0,5 гидролитической кислотности (г. к.); 3 – внесение  $\text{CaCO}_3$  по 1,0 г. к. Во втором блоке опыта рассматривали действие различных уровней минерального питания: 1 – без удобрений с 1972 г. (контроль); 2 – фосфорно-калийные удобрения (РК – фон); 3 – РК +  $\text{N}_1$ ; 4 – РК +  $\text{N}_2$ ; 5 – РК +  $\text{N}_3$ . Дозы минеральных удобрений (д. в.) под озимую пшеницу в 1996-1997 гг. составили –  $\text{P}_{50}\text{K}_{70}$ ,  $\text{N}_1$  – 30,  $\text{N}_2$  – 45,  $\text{N}_3$  – 60; в 2008-2009 гг. –  $\text{P}_{50}\text{K}_{80}$ ,  $\text{N}_1$  – 30,  $\text{N}_2$  – 60,  $\text{N}_3$  – 90. В зернопаротравяно-пропашном севообороте выращивали: ячмень + люцерна – люцерна 1 г. п. – люцерна 2 г. п. – люцерна 3 г. п. – люцерна 4 г. п. – пар – озимая пшеница – яровая пшеница – соя – яровая пшеница – соя.

По причине изреженности и гибели растений на первой закладке в 1995 г., второй закладке – в 1996 г. посевы озимой пшеницы списали, а чередование культур в экспериментальных севооборотах прервали полем чистого пара. В 2008-2009 гг. зернопаротравяно-пропашной севооборот был представлен следующими культурами: 1 – яровая пшеница + люцерна – люцерна 1 г. п. – люцерна 2 г. п. – люцерна 3 г. п. – озимая пшеница – яровая пшеница – соя – овес.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый с агрохимической характеристикой пахотного слоя: гумус (по Тюрину) – 8,2-8,7 %; общий азот (по Кьельдалю) – 0,48-0,50 %; содержание подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) –  $210 \pm 50$  мг/кг почвы и  $113 \pm 14$  мг/кг соответственно,  $\text{pH}_{\text{кел}}$  – 4,8-5,2; гидролитическая кислотность (по Каппену) – 7,7-9,9 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) – 29,8-31,4 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почвы основаниями – 75-79 %.

Подготовка почвы под посев озимой пшеницы предусматривала двойное дискование

многолетних трав после первого укоса, после гибели озимых поле также было задисковано. Затем после подсыхания растительных остатков была проведена культивация агрегатом МТЗ-1221 + КНК-7,2 с одновременным прикатыванием. В последующем данная обработка почвы проводилась по мере необходимости. Норма высева 5,5 млн всхожих семян. Сев проводили семенами, обработанными фунгицидом. Средства защиты применяли фоном во всех вариантах опыта, весной в фазу «начало кущения» посевы обрабатывали баковой смесью гербицидов Зерно Макс (0,45 л/га) и Магnum (70 г/га). Минеральные удобрения в форме двойного суперфосфата и хлористого калия вносили вручную под основную обработку почвы, аммиачную селитру – весной в подкормку в соответствии со схемой опыта. Известкование проводили один раз за ротацию севооборота (осень 1989 г., 1990 г. и 1999 г., 2000 г.). В качестве известкового удобрения использовали известняковую муку ГУП Атемарского завода стройматериалов. Дозы известковых удобрений рассчитывали по гидролитической кислотности: 0,5 г. к. – 5 т/га, по 1,0 г. к. – 10 т/га извести.

Расположение вариантов в опыте рендомизированное, наложение факторов методом расщепленных делянок. Повторность в опыте трехкратная. Посевная площадь делянки  $75 \text{ м}^2$  ( $7,5 \times 10 \text{ м}$ ), учетная –  $60 \text{ м}^2$  ( $6 \times 10 \text{ м}$ ).

Учет урожая озимой пшеницы в опыте проводили прямым комбайнированием, методом поделяночного обмолота комбайном Дон-1500 со специальным приспособлением для сбора малой массы зерна. Результаты переведены на 100 % чистоту и 14 % влажность. Данные по урожайности обрабатывали методом дисперсионного анализа<sup>2</sup>. Технология возделывания озимой пшеницы и ее предшественников традиционная для зоны проведения исследований<sup>3</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** Погодные условия в годы проведения исследований были различными, но типичными для зоны опыта (табл. 1). В целом вегетационные периоды 1996 и 2008 гг. по гидротермическим условиям характеризовались как нормальные, 1997 и 2009 гг. – как с недостаточным увлажнением.

<sup>1</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

<sup>2</sup>Там же.

<sup>3</sup>Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовии: методическое руководство. Под ред. А. М. Гурьянова. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. 428 с.

*Таблица 1 – Метеорологические показатели в годы проведения исследований /*  
*Table 1 – Meteorological indicators in the years of research*

Год / year	Количество осадков, мм / Amount of precipitation, mm				Сумма среднесуточных температур, °C / The sum of average daily temperatures, °C				ГТК / HTC			
	апрель / april	май / may	июнь / june	июль / july	апрель / april	май / may	июнь / june	июль / july	апрель / april	май / may	июнь / june	июль / july
1996	8	35	116	49	111	536	525	614	-	0,8	2,3	0,8
1997	89	41	62	25	150	378	603	570	-	1.4	1.0	0.4
2008	15	60	66	57	293	388	459	611	0,8	1,5	1,4	0,9
2009	38	50	34	43	132	416	559	616	-	1.2	0.6	0.9
Среднее много- летнее / Average multi-year	-	44	55	70	-	415	513	589	-	1.1	1.1	1.2

В результате проведенных исследований в 1996-1997 гг. установлено, что сбор зерна озимой пшеницы в естественных условиях в контрольном варианте по чистому пару составил 3,27 т/га (табл. 2). Внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивало продуктивность культуры на 0,23 т/га. Достоверные прибавки к РК-варианту (0,26, 0,15 и 0,13 т/га) получены при внесении полного минерального удобрения с дозами азота 30, 45 и 60 кг д. в./га. Доля участия удобрений в величине урожайности составляла от 6,6 до 13,0 %.

Совместное действие известкования и минеральных удобрений имело существенное влияние на урожайность культуры, которое проявлялось в увеличении прибавок от удобрений на фоне известкования по 1,0 г. к. – 0,31-0,44 т/га, известкование по 0,5 г. к. – 0,25-0,41 т/га. Наибольшая прибавка (0,54 т/га) получена в варианте N<sub>30</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> на фоне известкования почвы по 1,0 г. к. В среднем от совместного действия извести и удобрений на фоне известкования по 1,0 г. к. дополнительно получено 0,43 т/га зерна озимой пшеницы, что больше на 0,15 т/га, чем на фоне с известкованием по 0,5 г. к. (0,28 т/га). На фоне известкования почвы по 0,5 и 1,0 г. к. доля участия удобрений в сборе урожая составляла от 5,7 до 10,60 % и от 8,6 до 14,1 % соответственно.

При оценке эффективности действия удобрений важна окупаемость затрат на их применение (табл. 3). Наибольшая окупаемость

1 кг д. в. минеральных удобрений получена в варианте N<sub>30</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> на фоне с известкованием по 1,0 г. к. – 3,60 кг/кг и на фоне без известкования – 3,27 кг/кг. В этих вариантах зафиксирована и самая высокая окупаемость минерального азота в составе полного минерального удобрения – 8,67 и 7,67 кг/кг соответственно. В целом по опыту окупаемость 1 кг д. в. уменьшалась с увеличением дозы азота в составе полного минерального удобрения 2,85–2,44–1,87 кг, для фосфорно-калийного варианта – 2,19 кг зерна. Дополнительный доход составил соответственно 1,75–1,70–1,62 и 1,82 руб/руб.

Таким образом, урожайность культуры по чистому пару в контрольном варианте составила – 3,27 т/га, в вариантах с внесением минеральных удобрений увеличилась на 8-13 %.

В зернотравяно-пропашном севообороте в среднем за 2 года (2008-2009 гг.) урожайность озимой пшеницы в варианте абсолютного контроля составила 3,72 т/га (табл. 4). Применение РК-удобрений способствовало росту продуктивности культуры на 0,35 т/га, от полного минерального удобрения дополнительно получено 0,30-0,79 т/га по сравнению с фосфорно-калийным вариантом (4,07 т/га). Самый высокий сбор зерна пшеницы 4,86 т/га и наибольшая прибавка 1,14 т/га (контроль 3,72 т/га) получены на фоне без известкования в варианте N<sub>90</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub>. Доля участия минеральных удобрений в величине урожайности составляла от 8,6 до 23,4 %.

*Таблица 3 – Окупаемость минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы Мироновская 808 в зависимости от изучаемых факторов (зернотравяно-паропропашной севооборот, среднее за 1996-1997 гг.) / Table 3 – Payback of mineral fertilizers while growing winter wheat Mironovskaya 808 depending on the studied factors (grain-grass-fallow-row crop rotation, average for 1996-1997)*

Удобрения / Fertilizers	Продуктивность в контроле и прибавка, т/га / Productivity under control and increase, t/ha		Окупаемость 1 кг д. в. удобрений / Payback of 1 kg a. i. of fertilizers	
	от PK / from PK	от NPK / from NPK	дополнительным урожаем зерна, кг / by additional grain yield, kg	дополнительным доходом руб/руб / by additional income, rub/rub
Без известкования (контроль) / Without liming (control)				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,27	-	-	-
2. P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	0,23		1,91	1,79
3. N <sub>30</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>		0,49	3,26	1,76
4. N <sub>45</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>		0,38	2,30	1,69
5. N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>		0,36	2,00	1,61
Известкование по 0,5 г. к. / Liming by 0.5 h.a.				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,45	-	-	-
2. P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	0,25		2,08	1,86
3. N <sub>30</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,25	1,67	1,71
4. N <sub>45</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,41	2,48	1,73
5. N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,21	1,17	1,60
Известкование по 1,0 г. к. / Liming by 1.0 h.a.				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,30	-	-	-
2. P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	0,31		2,58	1,81
3. N <sub>30</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,54	3,60	1,77
4. N <sub>45</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,42	2,54	1,67
5. N <sub>60</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub>	-	0,44	2,28	1,64

Действие известкования за годы исследования не оказало значимого влияния на продуктивность культуры, но взаимодействие его с удобрениями было достоверно. На фоне известкования почвы по 0,5 г. к. получены наибольшие прибавки как от фосфорно-калийных туков – 0,44 т/га (контроль 3,77 т/га), так и от NPK – 0,62-1,04 т/га, меньше на фоне с известкованием по 1,0 г. к. соответственно 0,25 и 0,59-0,61 т/га (контроль 3,67 т/га). Наибольшая урожайность отмечена на фоне известкования по 0,5 г. к. в варианте N<sub>90</sub>P<sub>50</sub>K<sub>80</sub> – 4,81 т/га. Долевое участие минеральных удобрений в повышение урожайности на произвесткованных фонах составило от 10,4 до 21,6 % и от 6,4 до 14,8 % (соответственно фон по 0,5 и 1,0 г. к.).

В целом по опыту применение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности от 9 до 24 % (на 0,34-0,91 т/га)

по сравнению с вариантом без удобрений (3,73 т/га). От внесения удобрений в опыте дополнительно получено 0,68 т/га, прибавка от азота в составе полного минерального удобрения достигала 0,28-0,57 т/га.

Окупаемость 1 кг д. в. минеральных удобрений дополнительным урожаем зерна на фоне без известкования составила – 4,28 кг, что на 0,13 кг больше чем на фоне с известкованием по 0,5 г. к. и на 1,39 кг зерна с известкованием по 1,0 г. к. (табл. 5). На первых двух фонах в вариантах с полным минеральным удобрением окупаемость увеличивалась по мере роста дозы азота – от 4,06 до 5,19 и 3,88 до 4,72 кг зерна соответственно. Величина этого показателя в варианте с РК-удобрениями на фоне известкования по 0,5 г. к. была больше на 0,69 и 1,46 кг зерна, чем на фоне без известкования и с известкованием по 1,0 г. к.

Таблица 2 – Влияние удобрений и известкования на урожайность озимой пшеницы Мироновская 808 в зернопаротравяно-пропашном севообороте, т/га (среднее за 1996–1997 гг.) /  
Table 2 – Effect of liming and fertilizers on the yield of winter wheat Mironovskaya 808 in grain-fallow-grass-row crop rotation, t/ha (average for 1996–1997)

без удобрений (контроль) / without fertilizers (control)	Вариант / Variant							
	PK		N <sub>1</sub> PK		N <sub>2</sub> PK		N <sub>3</sub> PK	
	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control
Без известкования (контроль) / Without liming (control)								
3,27	3,50	0,23	3,76	0,49	3,65	0,38	3,63	0,36
Известкование по 0,5 г. к. / Liming by 0.5 h.a.								
3,45	3,70	0,25	3,70	0,25	3,86	0,41	3,66	0,21
Известкование по 1,0 г. к. / Liming by 1.0 h.a.								
3,30	3,61	0,31	3,84	0,54	3,72	0,42	3,74	0,44
HCP <sub>05</sub> ч.р. / LSD <sub>05</sub> ch.r. = 0.13; HCP <sub>05</sub> (изв.) / LSD <sub>05</sub> (lim) = 0.24; HCP <sub>05</sub> (удоб.) / LSD <sub>05</sub> (fert.) = 0.08; HCP <sub>05</sub> (изв. + удоб.) / LSD <sub>05</sub> (lim + fert) = 0.08								

Таблица 4 – Влияние известкования и удобрений на урожайность озимой пшеницы Мироновская 808 в зернопаротравяно-пропашном севообороте, т/га (среднее за 2008–2009 гг.) /  
Table 4 – Effect of liming and fertilizers on the yield of winter wheat Mironovskaya 808 in grain-fallow-grass-row crop rotation, t/ha (average for 2008–2009)

без удобрений (контроль) / without fertilizers (control)	Вариант / Variant							
	PK		N <sub>1</sub> PK		N <sub>2</sub> PK		N <sub>3</sub> PK	
	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control	всего / total	прибавка к контролю / increase to control
Без известкования (контроль) / Without liming (control)								
3,72	4,07	0,35	4,37	0,65	4,69	0,97	4,86	1,14
Известкование по 0,5 г. к. / Liming by 0.5 h.a.								
3,77	4,21	0,44	4,39	0,62	4,64	0,87	4,81	1,04
Известкование по 1,0 г. к. / Liming by 1.0 h.a.								
3,67	3,92	0,25	4,28	0,61	4,27	0,60	4,26	0,59
HCP <sub>05</sub> ч.р. / LSD <sub>05</sub> ch.r. = 0.34; HCP <sub>05</sub> (изв.) / LSD <sub>05</sub> (lim) = 0.09; HCP <sub>05</sub> (удоб.) / LSD <sub>05</sub> (fert.) = 0.07; HCP <sub>05</sub> (изв. + удоб.) / LSD <sub>05</sub> (lim + fert) = 0.07								

Окупаемость 1 кг д. в. удобрений дополнительным доходом составила: фон без известкования – 2,10; известкование по 0,5 и 1,0 г. к. соответственно – 2,11 и 1,96 руб/руб. Варианты с различными дозами азота в составе полного удобрения различались незначительно как на фоне без известкования, так и по 0,5 г. к. (2,08-2,10 руб/руб. 2,07-2,09 руб/руб.). Исключение составил фон по 1,0 г. к., где разница

между  $N_{30}P_{50}K_{80}$  (2,03 руб/руб.) и  $N_{60}P_{50}K_{80}$  получена 0,12 руб/руб., между  $N_{60}P_{50}K_{80}$  и  $N_{90}P_{50}K_{80}$  – 0,07 руб/руб. в сторону уменьшения величины этого показателя.

Выращивание озимой пшеницы по многолетним травам без применения удобрений дает возможность получать урожай 3,72 т/га. Применение средств химизации увеличивает урожайность на 0,34-0,91 т/га, или на 9,4-24,7 %.

**Таблица 5 – Окупаемость минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы Мироновская 808 в зависимости от изучаемых факторов (зернотравяно-пропашной севооборот, среднее за 2008-2009 гг.) /**  
**Table 5 – Payback of mineral fertilizers while growing winter wheat Mironovskaya 808 depending on the studied factors (grain-grass-row crop rotation, average for 2008-2009)**

Удобрения / Fertilizers	Продуктивность в контроле и прибавка, т/га / Productivity under control and increase, t/ha		Окупаемость 1 кг д. в. удобрений / Payback of 1 kg a. i. of fertilizers	
	от PK / from PK	от NPK / from NPK	дополнительным урожаем зерна, кг / by additional grain yield, kg	дополнительным доходом руб./руб. / by additional in- come, rub/rub
Без известкования (контроль) / Without liming (control)				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,72	-	-	-
2. $P_{50}K_{80}$	0,35	-	2,69	2,12
3. $N_{30}P_{50}K_{80}$	-	0,65	4,06	2,08
4. $N_{60}P_{50}K_{80}$	-	0,97	5,10	2,09
5. $N_{90}P_{50}K_{80}$	-	1,14	5,19	2,10
Известкование по 0,5 г. к. / Liming by 0.5 h.a.				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,77	-	-	-
2. $P_{50}K_{80}$	0,44	-	3,38	2,19
3. $N_{30}P_{50}K_{80}$	-	0,62	3,88	2,09
4. $N_{60}P_{50}K_{80}$	-	0,87	4,58	2,07
5. $N_{90}P_{50}K_{80}$	-	1,04	4,72	2,08
Известкование по 1,0 г. к. / Liming by 1.0 h.a.				
1. Без удобрений (контроль) / Without fertilizers (control)	3,67	-	-	-
2. $P_{50}K_{80}$	0,25	-	1,92	2,04
3. $N_{30}P_{50}K_{80}$	-	0,61	3,81	2,03
4. $N_{60}P_{50}K_{80}$	-	0,60	3,16	1,91
5. $N_{90}P_{50}K_{80}$	-	0,59	2,68	1,84

**Заключение.** Таким образом, на основании исследований установлено, что выращивание озимой пшеницы Мироновская 808 по чистому пару и после многолетних трав позволяет в естественных условиях поддерживать ее урожайность на уровне 3,27 и 3,72 т/га. Вне-сение минеральных удобрений увеличивает урожайность на 11 % – по чистому пару и 18 %

– по люцерне. С учетом окупаемости 1 кг д. в. минеральных удобрений дополнительным урожаем зерна и дополнительным доходом можно рекомендовать, кроме фосфорно-калий-ных, применение азотных удобрений в под-кормку в следующих дозах: в зернопаротравяно-пропашном севообороте – не более 30 кг д.в., в зернотравяно-пропашном – 30-60 кг д. в. на фоне известкования почвы по 0,5 г. к.



*Список литературы*

1. Шарипова Р. Б., Хакимов Р. А., Хакимова Н. В. Влияние предшественников и сроков сева на перезимовку и урожайность озимой пшеницы в изменяющихся условиях регионального климата. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020;15(2):66-71.  
DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-66-71>
2. Федюшкин А. В., Пасько С. В., Парамонов А. В., Медведева В. И. Влияние систематического внесения удобрений и предшественников на урожай и качество зерна озимой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017;(4(66)):65-68.  
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009120>
3. Поволоцкая Ю. С., Федюшкин А. В. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество озимой пшеницы сорта Губернатор Дона, возделываемого по непаровым предшественникам. Бюллетень науки и практики. 2018;4(8):77-83. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345166>
4. Мельник А. Ф., Кондрашкин Б. С., Митюшкин Н. И. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Вестник ОрелГАУ. 2009;(4(19)):27-30.  
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12836553>
5. Парамонов А. В. Влияние систематического внесения удобрений и предшественников на урожайность озимой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014;(4(48)):43-45.  
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22305075>
6. Пасько С. В., Федюшин А. В. Влияние уровня питания и предшественников на урожайность новых сортов озимой пшеницы. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018;(11-2):53-56.  
DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2018-10192>
7. Тихонов Н. Н. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Молодой ученый. 2016;(23(127)):192-196.  
Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/127/35241/>
8. Турусов В. И., Богатых О. А., Дронова Н. В., Балюнова Е. А., Сальников Р. В. Изменение водно-физических свойств почвы и урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников. Земледелие. 2021;(2):10-13. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10202>
9. Целуйко О. А., Медведева В. М. Зависимость плодородия почв и продуктивности севооборотов от длительного применения удобрений. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(2):38-40.  
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25650653>
10. Логвинов И. В. Оценка эффективности предшественников озимой пшеницы, возделываемой в агротехнологиях разного уровня интенсивности в условиях юго-запада ЦЧЗ. Земледелие. 2016;(6):12-15.
11. Прокина Л. Н. Влияние минеральных удобрений и микроэлементов на фоне известкования почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зернотравяном севообороте. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(3):13-15. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23200160>
12. Прокина Л. Н. Эффективность макро- и микроудобрений на озимой пшенице. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012;(4(29)):39-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17846776>

*References*

1. Sharipova R. B., Khakimov R. A., Khakimova N. V. Influence of precursors and sowing date on overwintering and winter wheat productivity under changing regional conditions. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2020;15(2):66-71. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-66-71>
2. Fedyushkin A. V., Pasko S. V., Paramonov A. V., Medvedeva V. I. Influence of predecessors and systematic fertilization on winter wheat yields and grain quality. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017;(4(66)):65-68. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009120>
3. Povolotskaya Yu. S., Fedyushkin A. V. The effect of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat varieties Gubernator Dona, cultivated by non-fallow predecessors. *Byulleten' nauki i praktiki* = Bulletin of Science and Practice. 2018;4(8):77-83. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345166>
4. Melnik A. F., Kondrashkin B. S., Mityushkin N. I. Vliyanie predshestvennikov na urozhaynost' i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy. *Vestnik OrelGAU* = Vestnik OrelGAU. 2009;(4(19)):27-30. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12836553>
5. Paramonov A. V. Effect of predecessors and regular application of fertilizers on winter wheat yields. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2014;(4(48)):43-45. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22305075>
6. Pasko S. V., Fedyushin A. V. The influence of level of nutrition and precursors on the yield of new winter wheat varieties. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018;(11-2):53-56. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2018-10192>



7. Tikhonov N. N. The influence of predecessors on the yield and grain quality of winter wheat in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Molodoy uchenyy* = Young Scientist. 2016;(23(127)):192-196. (In Russ.). URL: <https://moluch.ru/archive/127/35241/>

8. Turusov V. I., Bogatykh O. A., Dronova N. V., Balyunova E. A., Salnikov R. V. Change of water-physical soil properties and winter wheat yield depending on forecrops. *Zemledelie*. 2021;(2):10-13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10202>

9. Tseluyko O. A., Medvedeva V. M. Dependence of soil fertility and productivity of crop rotations on the long application of fertilizers. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2016;30(2):38-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25650653>

10. Logvinov I. V. Evaluation of efficacy of forecrop of winter wheat, cultivated according to agrotechnologies of different intensity level under conditions of the southwest of the central chernozem zone. *Zemledelie*. 2016;(6):12-15. (In Russ.).

11. Prokina L. N. Influence of mineral fertilizers and microelements on productivity and grain quality of winter wheat in gram-grass crop rotation against the background of liming. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2015;29(3):13-15. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23200160>

12. Prokina L. N. Efficiency of macro and microfertilizers on a winter wheat. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2012;(4(29)):39-41. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17846776>

#### **Сведения об авторах**

✉ **Прокина Людмила Николаевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 5, ул. Мичурина, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru),  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0376-7031>

**Пугов Сергей Васильевич**, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 5, ул. Мичурина, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8421-2913>

#### **Information about the authors**

✉ **Lyudmila N. Prokina**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Laboratory of Agricultural Chemistry, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 5, Michurin str., Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0376-7031>

**Sergey V. Pugaev**, PhD in Biology, senior researcher, the Laboratory of Agricultural Chemistry, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 5, Michurin str., Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8421-2913>

✉ – Для контактов / Corresponding author