

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ

Нитченко Людмила Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Лукьянов Вячеслав Анатольевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

305021, г. Курск ул. Карла Маркса, 70б, т. 89155155815, lukyanov27@mail.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, содержание клейковины и белка, севооборот, обработка почвы, минеральные удобрения, экономическая эффективность.

В зернотравянопропашном севообороте изучались традиционная отвальная, ресурсосберегающие безотвальная и комбинированная системы основной обработки почвы под озимую пшеницу. Уровни применения минеральных удобрений под обработки почвы – без удобрений, одинарная ($N_{20}P_{40}K_{40}$) и двойная ($N_{40}P_{80}K_{80}$) доза. Почва опытного участка – чернозём типичный среднесуглинистый. В результате исследований установлено, что основным фактором, влияющим на повышение урожайности, содержания клейковины и белка в зерне озимой пшеницы, являлись минеральные удобрения. Наибольшая урожайность озимой пшеницы 3,77 т/га, получена при отвальной обработке почвы с дозой внесения минеральных удобрений $N_{40}P_{80}K_{80}$. При безотвальной обработке урожайность зерна снижалась до 3,74 т/га, при комбинированной – до 3,57 т/га. В вариантах без применения минеральных удобрений содержание клейковины составило 19,3...22,0 %, белка – 11,2...12,5 %. С применением минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{40}K_{40}$ содержание клейковины увеличилось до 22,8...23,8 %, с дозой $N_{40}P_{80}K_{80}$ – до 23,5...24,9 % и было выше при отвальной обработке почвы; содержание белка соответственно составило 12,8...13,0 % и 13,0...13,4 %. Системы основной обработки почвы не оказали статистически значимого влияния на содержание клейковины и белка в зерне озимой пшеницы. Наиболее эффективным было возделывание озимой пшеницы с дозой внесения удобрений $N_{20}P_{40}K_{40}$. При комбинированной обработке почвы прямые затраты составили 15,85 тыс. руб./га, себестоимость зерна составила 4,80 руб./т; при безотвальной – соответственно 16,22 тыс. руб./га, 4,98 тыс. руб./т; при отвальной – 17,94 тыс. руб./га, 5,37 тыс. руб./т.

Введение

Одним из приоритетных направлений современного земледелия является ресурсосбережение, которое в определённых случаях позволяет снизить производственные затраты и увеличить рентабельность производства сельскохозяйственных культур.

В Центрально-Чернозёмном регионе основной продовольственной зерновой культурой является озимая пшеница, урожайность которой зависит от видов предшественников [1, 2]. Например, увеличение доли многолетних бобовых культур в севооборотах, способствующих обогащению почвы биологическим азотом, является важным условием ресурсосберегающих агротехнологий [3].

Система обработки почвы вместе с применением удобрений являются одним из ключевых элементов технологии для создания оптимальных условий роста и развития сельскохозяйственных культур, однако, мнения по выбору наиболее оптимальных способов под озимую пшеницу часто бывают неоднозначны [4-6]. В некоторых случаях отказ от преобладания энергоемкой отвальной обработки почвы и замена

её безотвальными обработками является важным условием ресурсосбережения и сохранения почвенных ресурсов [7, 8]. Результаты исследований Шабалкина А.В. (2019) и Тютюнова С.И. (2020) свидетельствуют о том, что способы основной обработки почвы были равноценны по влиянию на урожайность и качество зерна озимой пшеницы [9, 10]. Другие учёные, Айдиев А.Ю. и др. (2017) считают, что вспашка с оборотом пласта имеет преимущество перед безотвальными способами обработки почвы [11].

Повышению урожайности озимой пшеницы и качества её зерна способствует использование минеральных удобрений [12 - 14]. Согласно исследованиям Воронина А.Н. (2016), фактор севооборотов в среднем за двадцатилетний период был несущественным, и урожайность озимой пшеницы зависела в большей степени от удобрительного фона. Способы обработки почвы обеспечивали одинаковую продуктивность севооборотов и при разном уровне удобрений этот эффект был однотипным [15].

С точки зрения экономической эффективности нельзя не согласиться с Кузиной Е.В. (2015), которая сообщает, что целью выбора тех-

нологий возделывания полевых культур должна быть не максимальная урожайность любой ценой, а минимальные затраты на единицу произведенной продукции с наибольшим экономическим эффектом и сохранением плодородия почвы [16].

Цель исследований – изучение влияния основной обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при разном уровне минеральных удобрений в зернотравяно-пропашном севообороте.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в условиях многофакторного полевого опыта в ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2012...2020 гг. в зернотравяно-пропашном севообороте на склоне северной экспозиции (крутизна склона 4°06'). Зернотравянопропашной севооборот включал следующие культуры: многолетние травы (*Onobrychis arenaria*) – озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) – кукуруза (*Zea mays*) на зелёный корм – ячмень (*Hordeum vulgare*) с подсевом многолетних трав (*Onobrychis arenaria*). Фактор «система обработки почвы» изучали на трёх уровнях: отвальная, безотвальная, комбинированная (отвальная обработка под кукурузу и поверхностная под зерновые культуры). Отвальную и безотвальную обработки почвы проводили на глубину 20-22 см, поверхностную – на 10 см. Система минерального питания под озимую пшеницу представлена вариантами - без удобрений, $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{80}K_{80}$ кг д.в./га. Площадь посевных делянок 280 м², размещение вариантов рандомизированное. Сорт озимой пшеницы - «Синтетик». Учёт урожая озимой пшеницы проводили прямым комбайнированием. Агрохимические показатели чернозёма типичного среднесуглинистого (в слое 0-20 см): гумус 5,12 % (ГОСТ 26213-84), щёлочногидролизующий азот 17,4 мг/100 г (по Корнфилду), подвижный фосфор 14,0 мг/100 г (ГОСТ 26204-91), обменный калий 11,7 мг/100 г (ГОСТ 26204-91), pH – 5,2 (ГОСТ 26483-85). Содержание сырой клейковины в озимой пшенице определяли по ГОСТ Р 54478-2011, содержание белка по ГОСТ 10846-91. Математический анализ экспериментальных данных выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [17].

Агрометеорологические условия в период проведения исследований (2011-2020 гг.) различались по ротациям зернотравянопропашного севооборота. В 2011-2012 гг. развитие озимой пшеницы проходило при дефиците осадков и повышенном температурном режиме (ГТК =

Таблица 1
Влияние основной обработки почвы и минерального питания на урожайность озимой пшеницы (2012...2020 гг.)

Система обработки почвы	Удобрения, кг д.в./га	Урожайность, т/га	Прибавка, ±, т/га	
			обработки	удобрения
Отвальная	0	2,78	-	-
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,34	-	+0,56
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	3,77	-	+0,99
	средняя	3,30		
Комбинированная	0	2,45	-0,33	-
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,30	-0,04	+0,85
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	3,57	-0,20	+1,12
	средняя	3,11		
Безотвальная	0	2,37	-0,41	-
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,26	-0,08	+0,89
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	3,74	-0,03	+1,37
	средняя	3,12		
Средняя	0	2,53		
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,30		
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	3,69		
	средняя	3,17		
НСР ₀₅		A=0,27, B=0,27, AB=0,46		

1,03): среднегодовая температура составила 7,4 °С (средняя многолетняя 5,4 °С), сумма осадков за год 459,2 мм (средняя многолетняя 616 мм). В 2015-2016 и 2019-2020 гг. среднегодовая температура увеличилась до 9,1 °С, сумма осадков составила 772,4 и 588 мм, (ГТК = 1,28 и 1,29 соответственно).

Результаты исследований

Согласно полученным данным, ключевым фактором повышения урожайности зерна озимой пшеницы являлось применение минеральных форм удобрений. В наших исследованиях в вариантах без применения минеральных удобрений урожайность озимой пшеницы достоверно (НСР₀₅ = 0,27 т/га) снижалась. Так, урожайность озимой пшеницы по сравнению с отвальной обработкой почвы была ниже при комбинированной обработке почвы на 11,9 %, при безотвальной – на 14,7 %. При разном фоне минеральных удобрений урожайность озимой пшеницы по способам обработки почвы различалась не существенно (табл. 1). Средняя урожайность её зерна по уровню минерального питания составила 3,30 т/га при отвальной обработке, 3,11 т/га -при комбинированной и 3,12 т/га- при безотвальной.

Использование дозы минеральных удобрений $N_{20}P_{40}K_{40}$ достоверно повышало урожай-

ность озимой пшеницы по отвальной обработке до 3,34 т/га, по комбинированной до 3,30 т/га, по безотвальной до 3,26 т/га. Минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ обеспечивали более высокую прибавку урожая озимой пшеницы по сравнению с $N_{20}P_{40}K_{40}$: с отвальным способом отмечено увеличение до 3,77 т/га, с комбинированным - до 3,57 т/га, с безотвальным - до 3,74 т/га. Анализируя средние данные по уровню минерального питания, установили, что без применения минеральных удобрений урожайность составила 2,53 т/га, с $N_{20}P_{40}K_{40}$ – 3,30 т/га, с $N_{40}P_{80}K_{80}$ – 3,69 т/га.

Системы обработки почвы не оказывали статистически значимого влияния ($НСР_{05} = 1,8 \%$) на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы (рис. 1).

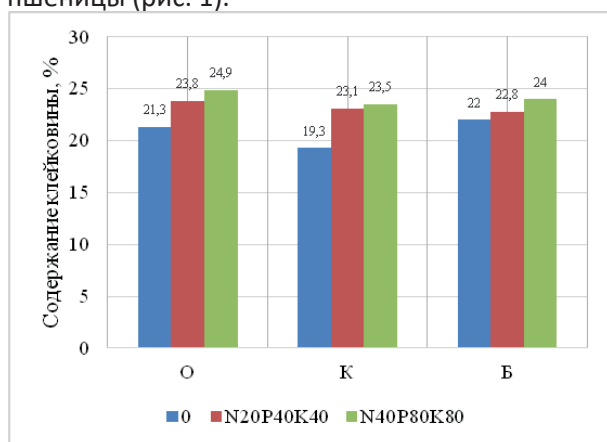


Рис. 1 – Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в изучаемых вариантах (где обработка почвы: О – отвальная, К – комбинированная, Б – безотвальная)

Минимальное её количество отмечалось в вариантах без применения минеральных удобрений. При комбинированной обработке почвы оно составляло 19,3 %, отвальной – 21,3 %, безотвальной – 22,0 %. С применением минеральных удобрений содержание клейковины было выше при отвальной обработке почвы: в варианте с дозой $N_{20}P_{40}K_{40}$ – 23,8 %, с дозой $N_{40}P_{80}K_{80}$ – 24,9 %. Комбинированная обработка в аналогичных вариантах с дозами удобрений способствовала снижению содержания клейковины соответственно на 0,7 и 1,4 %, безотвальная обработка – на 1,0 и 0,9 %, по сравнению с отвальной обработкой.

Содержание белка ($НСР_{05} = 0,9 \%$) по обработкам почвы различалось не существенно (рис. 2). Без применения минеральных удобрений содержание белка составило: при отвальной

обработке – 11,9 %, комбинированной – 11,2 %, безотвальной – 12,5 %. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{40}K_{40}$ увеличило содержание белка в варианте с отвальной обработкой почвы до 12,8%, в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ – до 13,4%. При комбинированной обработке содержание белка составило соответственно 12,6 и 13,0 %, безотвальной – 12,5 и 13,0 %.

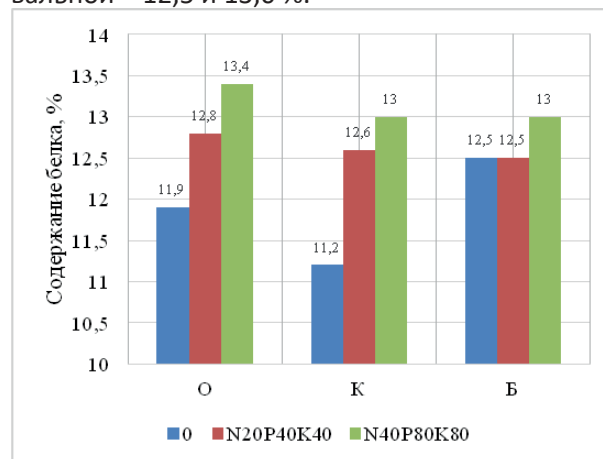


Рис. 2 – Содержание белка в зерне озимой пшеницы в вариантах опыта (где обработка почвы: О – отвальная, К – комбинированная, Б – безотвальная)

Расчёт экономической эффективности (табл. 2) показал, что наиболее высокими прямыми затратами были при возделывании озимой пшеницы по отвальной обработке: в варианте без удобрений 15,76 тыс. руб./га; с дозой $N_{20}P_{40}K_{40}$ – 17,94 тыс. руб./га, с дозой $N_{40}P_{80}K_{80}$ – 20,44 тыс. руб./га. С комбинированной обработкой почвы затраты снижались на 13,3; 11,6; 10,3 %, с безотвальной обработкой на 10,9; 9,6; 8,4 % соответственно по вариантам внесения доз минеральных удобрений.

Без внесения минеральных удобрений себестоимость увеличивалась с отвальной обработкой почвы до 5,67 тыс. руб./т, с комбинированной обработкой - до 5,58 тыс. руб./т, с безотвальной - до 5,92 тыс. руб./т. Самая низкая себестоимость зерна озимой пшеницы отмечена при комбинированной обработке почвы с дозой удобрений $N_{20}P_{40}K_{40}$ – 4,80 тыс. руб./т. В варианте с дозой $N_{40}P_{80}K_{80}$ себестоимость зерна была более высокой при отвальной обработке почвы и составила 5,42 тыс. руб./т.

Максимальная прибыль была получена с безотвальной обработкой почвы в варианте с $N_{40}P_{80}K_{80}$ – 18,68 тыс. руб./га. Комбинированная обработка почвы с аналогичной дозой внесения удобрений позволила получить прибыль 17,35

Таблица 2

Экономическая эффективность способов основной обработки почвы и применяемых доз минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы

Система обработки почвы	Доза удобрений, кг д.в./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Себестоимость зерна, тыс. руб./т	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Отвальная	0	15,76	5,67	12,03	76,3
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	17,94	5,37	15,46	86,1
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	20,44	5,42	17,26	84,4
Комбинированная	0	13,67	5,58	10,82	79,2
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	15,85	4,80	17,15	108,2
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	18,35	5,14	17,35	94,6
Безотвальная	0	14,04	5,92	9,66	68,8
	$N_{20}P_{40}K_{40}$	16,22	4,98	16,38	101,0
	$N_{40}P_{80}K_{80}$	18,72	5,00	18,68	99,8

тыс. руб./га, отвальная – 17,26 тыс. руб./га.

Стоит отметить, что по изучаемым вариантам уровень рентабельности изменялся от 68,8 до 108,2 %. Комбинированный способ обработки почвы в варианте с $N_{20}P_{40}K_{40}$ был наиболее эффективным и способствовал получению рентабельности 108,2 %, при безотвальной обработке он снижался до 101,0 %. Минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ были менее эффективны при отвальной обработке почвы (84,4 %), более эффективны – при безотвальной (99,8 %).

Обсуждение

В наших исследованиях использование отвальной, комбинированной и безотвальной систем основной обработки почвы при применении минеральных удобрений не оказали статистически значимого влияния на урожайность озимой пшеницы, содержание клейковины и белка.

Основным фактором, влияющим на повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы, являлись минеральные удобрения. Минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ способствовали увеличению урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с $N_{20}P_{40}K_{40}$.

С экономической точки зрения, несмотря на более высокую урожайность в вариантах с $N_{40}P_{80}K_{80}$, доза минеральных удобрений $N_{20}P_{40}K_{40}$ оказалась эффективнее.

Заключение

В среднем за период трёх ротаций зерно-травянопропашного севооборота максимальная урожайность озимой пшеницы была сформирована с дозой минеральных удобрений $N_{40}P_{80}K_{80}$ при отвальной обработке почвы. Лучший экономический эффект наблюдался в варианте с комбинированной обработкой почвы с дозой $N_{20}P_{40}K_{40}$, в котором себестоимость производ-

ства зерна составила 4803 руб./т и рентабельность 108 %.

Библиографический список

1. Шакиров, Р. С. Факторы повышения эффективности земледелия в Республике Татарстан / Р. С. Шакиров // Земледелие. - 2014. - № 7. - С. 9-12.
2. Gostev, A. V. An approach to automation of a rational choice of adaptive agricultural technologies / A. V. Gostev, A. I. Pykhtin, S. Tarasov // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). - 2020. - Vol. 17. - P. 0002. - URL: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700002>.
3. Сабитов, М. М. Влияние предшественников на продуктивность озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / М. М. Сабитов // Земледелие. - 2021. - № 5. - С. 3-7. - URL: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-5-3-7>.
4. Эффективность различных способов основной обработки почвы и прямого посева при возделывании озимой пшеницы на черноземных почвах / Д. В. Дубовик, В. И. Лазарев, А. Я. Айдиев, Б. С. Ильин // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - Т. 33, № 12. - С. 26-29. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11205>.
5. Influence of tillage methods on optimization of nutrition, yield and filling grain of winter wheat on leached chernozem / S. Korostylev, A. Esaulko, A. Ozheredova, N. Gromova, Y. Grechishkina // Engineering for Rural Development. - 2019. - P. 379-385. - URL: <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N198>.
6. Wozniak, A. Effect of tillage systems on

the yield and quality of winter wheat grain and soil properties / A. Wozniak, L. Rachon // Agriculture. - 2020. - Т. 10, № 9. - С. 1-12. - URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture10090405>.

7. Биоэнергетическая оценка эффективности энергосберегающих обработок почвы в условиях сухостепной зоны / Д. А. Болдырь, В. М. Протопопов, В. Ю. Селиванова, Е. П. Сухарева // Научно-агрономический журнал. - 2018. - № 1(102). - С. 7-9.

8. Влияние основной обработки почвы под озимую пшеницу на формирование элементов ее продуктивности / Р. В. Кравченко, С. И. Лучинский, А. А. Архипенко, А. Е. Семенов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2021. - № 90. - С. 64-70. - URL: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-90-64-70>.

9. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от способов подготовки пара и средств интенсификации / А. В. Шабалкин, О. М. Иванова, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Достижения науки и техники АПК. - 2019. - Т. 33, № 2. - С. 52-55. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10213>.

10. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы / С. И. Тютюнов, П. И. Солнцев, Ю. В. Хорошилова, М. В. Емец, Ж. Ю. Горохова // Достижения науки и техники АПК. - 2020. - Т. 34, № 5. - С. 18-23. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10503>.

11. Айдиев, А. Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Я. Айдиев, В. И. Лазарев, М. Н. Котельникова // Земледелие. - 2017. - № 1. - С. 37-39.

12. Winter wheat straw decomposition under different nitrogen fertilizers / G. Mühlbachova, P. Ruzek, H. Kusá, R. Vavera, M. Kas // Agriculture. - 2021. - Т. 11, № 2. - С. 83. - URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture11020083>.

13. The role of mineral fertilizer in increasing the productivity and quality of winter wheat grain / A. S. Gimbatov, M. G. Muslimov, A. B. Ismailov, G. A. Alimirzaeva, E. K. Omarova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2016. - Т. 7, № 5. - С. 1304-1310.

14. Agroecological justification of winter wheat fertilization systems in the south-west of the Central Black-soil Region / S. Tyutyunov, P. Solntsev, A. Stupakov, M. Kulikova, A. D. H. Khalaf // E3S Web of Conferences. 13. Sep. 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020. - 2020. - С. 07005.

15. Влияние структуры севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы в Центрально-Черноземном регионе / А. Н. Воронин, В. В. Никитин, В. Д. Соловиченко, В. И. Мельников // Агрохимия. - 2016. - № 5. - С. 21-27.

16. Кузина, Е. В. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой пшенице в зависимости от систем основной обработки почвы / Е. В. Кузина // Пермский аграрный вестник. - 2015. - № 2 (10). - С. 8-13.

17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. - Москва : Агропромиздат, 1985. - 351 с.

EFFICIENCY OF PRIMARY TILLAGE AND FERTILIZER DOSES IN CULTIVATION OF WINTER WHEAT ON TYPICAL BLACK SOIL

Nitchenko L.B., Lukyanov V.A.

FSBSI "Kursk Federal Agrarian Scientific Center"

305021, Kursk, Karl Marx st., 70b, t. 89155155815, lukyanov27@mail.ru

Keywords: Winter wheat, yield, gluten and protein content, crop rotation, tillage, mineral fertilizers, economic efficiency.

Traditional mouldboard plowing, resource-saving nonmouldboard and combined systems of main tillage for winter wheat were studied in the grain-grass-tilled crop rotation. The application levels of mineral fertilizers for soil cultivation were the following: without fertilizers, single ($N_{20}P_{40}K_{40}$) and double ($N_{40}P_{80}K_{80}$) dose. The soil of the experimental plot is typical black soil, medium loamy. As a result of the research, it was found that the main factor affecting the yield increase, gluten and protein content in winter wheat grain was mineral fertilizer. The highest yield of winter wheat (3.77 t / ha) was obtained during mouldboard tillage with a dose of mineral fertilizers of $N_{40}P_{80}K_{80}$. Grain yield decreased to 3.74 t / ha with non-mouldboard tillage, as for combined tillage, it was 3.57 t / ha. Gluten content was 19.3 ... 22.0%, protein - 11.2 ... 12.5% in variants without application of mineral fertilizers. In case of application of mineral fertilizers at a dose of $N_{20}P_{40}K_{40}$, gluten content increased to 22.8 ... 23.8%, at a dose of $N_{40}P_{80}K_{80}$ - up to 23.5 ... 24.9% and it was higher with mouldboard tillage; the protein content was 12.8 ... 13.0% and 13.0 ... 13.4%, respectively. Primary tillage systems did not have a statistically significant effect on gluten and protein content of winter wheat grain. The most effective was cultivation of winter wheat with application of fertilizers at a dose of $N_{20}P_{40}K_{40}$. In case of combined tillage, direct costs amounted to 15.85 thousand rubles / ha, the cost of grain was 4.80 rubles / ton; as for non-mouldboard, - 16.22 thousand rubles / ha, 4.98 thousand rubles / ton, respectively; whereas, mouldboard - 17.94 thousand rubles / ha, 5.37 thousand rubles / ton.

Bibliography:

1. Shakirov, R.S. Factors of efficiency increase of agriculture in the Republic of Tatarstan / R.S. Shakirov // Agriculture. - 2014. - №7. - P. 9-12.

2. Gostev, A. V. An approach to automation of a rational choice of adaptive agricultural technologies / A. V. Gostev, A. I. Pykhtin, S. Tarasov // *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019)*. - 2020. - Vol. 17. - P. 0002. - URL: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700002>.
3. Sabitov, M.M. The influence of forecrops on productivity of winter wheat in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region / M.M. Sabitov // *Agriculture*. - 2021. - №5. - P. 3-7. - URL: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-5-3-7>.
4. Efficiency of various methods of main soil cultivation and direct sowing in cultivation of winter wheat on black soils / D. V. Dubovik, V. I. Lazarev, A. Ya. Aydiev, B. S. Ilyin // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2019. - V. 33, №12. - P. 26-29. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11205>.
5. Influence of tillage methods on optimization of nutrition, yield and filling grain of winter wheat on leached chernozem / S. Korostylev, A. Esaulko, A. Ozheredova, N. Gromova, Y. Grechishkina // *Engineering for Rural Development*. - 2019. - P. 379-385. - URL: <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N198>.
6. Wozniak, A. Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties / A. Wozniak, L. Rachon // *Agriculture*. - 2020. - V. 10, №9. - S. 1-12. - URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture10090405>.
7. Bioenergetic assessment of efficiency of energy-saving soil cultivation in the dry-steppe zone / D. A. Boldyr, V. M. Protopopov, V. Yu. Selivanova, E. P. Sukhareva // *Scientific-agronomic journal*. - 2018. - №1 (102). - P. 7-9.
8. Influence of main soil tillage for winter wheat on formation of its productivity elements / R.V. Kravchenko, S.I. Luchinskiy, A.A. Archipenko, A.E. Semenov // *Scientific works of Kuban State Agrarian University*. - 2021. - №90. - P. 64-70. - URL: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-90-64-70>.
9. Winter wheat productivity depending on fallow preparation methods and intensification means / A. V. Shabalkin, O.M. Ivanova, V. A. Vorontsov, Yu. P. Skorochkin // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2019. - V. 33, №2. - P. 52-55. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10213>.
10. Influence of primary tillage methods, fertilizers and plant protection products on winter wheat productivity / S. I. Tyutyunov, P. I. Solntsev, Yu. V. Khoroshilova, M. V. Emets, Zh. Yu. Gorokhova // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2020. - V. 34, №5. - P. 18-23. - URL: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10503>.
11. Aydiev, A. Ya. Improvement of technologies of winter wheat cultivation in the conditions of Kursk region / A. Ya. Aydiev, V.I. Lazarev, M.N. Kotelnikova // *Agriculture*. - 2017. - №1. - P. 37-39.
12. Winter wheat straw decomposition under different nitrogen fertilizers / G. Mühlbachova, P. Ruzek, H. Kusá, R. Vavera, M. Kas // *Agriculture*. - 2021. - V. 11, №2. - P. 83. - URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture11020083>.
13. The role of mineral fertilizer in increasing the productivity and quality of winter wheat grain / A. S. Gimbatov, M. G. Muslimov, A. B. Ismailov, G. A. Alimirzaeva, E. K. Omarova // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - 2016. - V. 7, №5. - P. 1304-1310.
14. Agroecological justification of winter wheat fertilization systems in the south-west of the Central Black-soil Region / S. Tyutyunov, P. Solntsev, A. Stupakov, M. Kulikova, A. D. H. Khalaf // *E3S Web of Conferences*. 13. Ser. 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020. - 2020. - P. 07005.
15. Influence of crop rotation structure, the method of primary tillage and fertilizers on winter wheat productivity in the Central Black Soil region / A. N. Voronin, V. V. Nikitin, V. D. Solovichenko, V. I. Melnikov // *Agrochemistry*. - 2016. - №5. - P. 21-27.
16. Kuzina, E. V. Efficiency of application of mineral fertilizers and biological products on winter wheat, depending on the systems of primary tillage / E. V. Kuzina // *Perm Agrarian Vestnik*. - 2015. - №2 (10). - P. 8-13.
17. Dospekhov, B.A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospekhov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 351 p.