



Научная статья
УДК 631.51:633.11
doi: 10.55186/25876740_2023_66_4_395

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ВЕЛИЧИНЫ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Е.В. Кузина

Самарский федеральный исследовательский центр, Ульяновский
научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Ульяновск, Россия

Аннотация. В статье представлен экспериментальный материал полевого опыта, проведенного в условиях лесостепи Среднего Поволжья, по изучению влияния минимализации основной обработки почвы и удобрений на продуктивные показатели озимой пшеницы. Проведен анализ и сравнительная оценка структуры урожая озимой пшеницы, включающий в себя различные количественные признаки: длина стебля и колоса, число зерен в колосе, масса зерна с одного колоса, масса тысячи семян и урожайность. Данные по структуре урожая озимой пшеницы свидетельствуют о том, что наиболее благоприятные условия для получения максимальной урожайности зерна обеспечивались при проведении дифференцированной обработки почвы, что положительно сказалось на сборе зерна с единицы площади. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы, основанные на плоскорезной, дисковой и гребнекульской системе основной обработки почвы по величине урожая были практически равными с контролем (вспашка на 20-22 см). Вариант с весенней мелкой обработкой приводил к угнетению растений озимой пшеницы, ухудшению показателей ее структуры и отставал от других сравниваемых видов основной обработки по всем параметрам. Поэтому, фактическая урожайность озимой пшеницы на данном фоне была значительно ниже. Наибольший эффект от применения удобрений отмечен на вариантах с дифференцированной и дисковой обработкой, где прибавка составила 0,92 т/га, относительно не удобренного фона соответствующих обработок. На контроле при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность культуры повысилась на 0,69 т/га. На оставшихся вариантах результативность применения минеральных удобрений составила 0,51-0,77-0,86 т/га.

Ключевые слова: минеральные удобрения, варианты обработки почвы, длина колоса, озерненность, урожайность, озимая пшеница

Original article

CHANGES IN THE STRUCTURE AND SIZE OF THE WINTER WHEAT CROP WITH DIFFERENT METHODS OF TILLAGE

E.V. Kuzina

Samara Federal Research Center, Ulyanovsk Scientific Research
Institute of Agriculture, Ulyanovsk, Russia Summary

Abstract. The article presents the experimental material of a field experiment conducted in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region to study the effect of minimizing basic tillage and fertilizers on the productive indicators of winter wheat. The analysis and comparative evaluation of the structure of the winter wheat crop, which includes various quantitative characteristics: the length of the stem and ear, the number of grains in the ear, the weight of grain from one ear, the weight of a thousand seeds and yield. Data on the structure and size of the winter wheat harvest indicate that the most favorable conditions for obtaining maximum grain yield were provided during differentiated tillage, which had a positive effect on the grain harvest per unit area. Resource-saving technologies of winter wheat cultivation based on a flat-cut, disc and comb-shaped system of basic tillage in terms of yield were almost equal to the control (plowing by 20-22cm). The variant with spring fine processing led to the oppression of winter wheat plants, deterioration of its structure indicators and lagged behind other compared types of basic processing in all parameters. Therefore, the actual yield of winter wheat against this background was significantly lower. The greatest effect from the use of fertilizers was noted on the variants with differentiated and disc processing, where the increase was 0.92 t/ha relative to the non-fertilized background of the corresponding treatments. At the control, when applying $N30P30K30$, the crop yield increased by 0.69 t/ha. On the remaining variants, the effectiveness of the use of mineral fertilizers was 0.51-0.77-0.86 t/ha.

Keywords: mineral fertilizers, tillage options, ear length, lacustrine, yield, winter wheat

Введение. Озимая пшеница как продовольственная культура пользуется устойчивым спросом на зерновом рынке и является доминирующей культурой в структуре использования пашни и посевных площадей в хозяйствах лесостепи Поволжья. Однако урожайность ее остается невысокой [1, 2, 3]. Многолетние данные научных исследований и практика свидетельствуют о наличии значительных нереализованных резервов, использование которых будет способствовать увеличению производства зерна озимой пшеницы [4, 5, 6, 7]. Основными причинами низкой урожайности озимой пшеницы является несовершенство технологии, включающее неправильный выбор приемов обработки почвы. Последнее время наряду с традиционной вспашкой на полях области значительное применение находят плоскорезные, поверхностные, мелкие,

комбинированные приемы обработки. Разнообразие способов обработки почвы вызывает необходимость их оценки в различных почвенно-климатических условиях области и их применение под различные сельскохозяйственные культуры [8, 9, 10, 11]. В связи с этим разработка оптимальной системы комплексного применения рациональных способов основной обработки почвы в сочетании с различными уровнями минерального питания, обеспечивающих получение высоких урожаев зерна в конкретном почвенном — климатическом регионе, имеет важное научно-практическое значение и делает актуальными проводимые нами исследования. Целью, которых являлось изучение влияния способов основной обработки почвы, и удобрений на рост, развитие и продуктивность озимой пшеницы.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводились в полевом опыте в 2020-2022 гг. в Ульяновском НИИСХ — филиале СамНЦ РАН. Объектом исследований служила — озимая пшеница сорт «Марфон». Предметом исследований — 6 способов основной обработки почвы.

Двухфакторный полевой опыт заложен по следующей схеме: фактор А (обработки): 1. Отвальная — (вспашка на 20-22 см ПЛН-4-35) контроль; 2. Дифференцированная разноглубинная — (чередование вспашки на 25-27 см ПЛН-4-35 и дискования на 6-8см); 3. Без основной осенней обработки, весной мелкая мультчирующая обработка — (на 10-12 см АПК-3); 4. Гребнекульская (ОП-3С на 13-15см); 5. Дисковая — (БДМу на 6-8см); 6. Плоскорезная обработка — (КПШ-3 на 13-15см).

Эффективность различных способов основной обработки почвы изучалась на двух фонах. Фактор В: 1. Без удобрений $N_{00}P_{00}K_{00}$ (контроль); 2. Фон ($N_{30}P_{30}K_{30}$ — под предпосевную культивацию).

Исследования проводятся в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1 — ч/пар; 2 — озимая пшеница; 3 — яровая пшеница; 4 — горчица; 5 — озимая пшеница; 6 — яровая пшеница, 7 — ячмень.

Озимая пшеница возделывалась по занятому пару (горчице). Обработка почвы в занятом пару подразделялась на два периода: первый — от уборки предшественника (яровой пшеницы) до посева парозанимающей культуры (горчицы); второй — от уборки парозанимающей культуры до посева озимой пшеницы. Обработка почвы под парозанимающую культуру была аналогична обработке представленной в схеме опыта. Вслед за уборкой, которой под озимые на всех изучаемых вариантах применяли мелкую обработку на глубину 10-12 см с помощью дисковых орудий в два следа с боронованием и последующей предпосевной культивацией на глубину 6-8 см культиватором КПИР-7,2.

Посев проводили дисковой сеялкой СЗ-5,4 на глубину 5-6 см сплошным способом сева с шириной междурядий 15 см, нормой высева 5,0 млн. шт. всхожих семян/га, в первой декаде сентября.

Элементы продуктивности озимой пшеницы определяли после наступления фазы полной спелости культуры. Методом индивидуального анализа растений в снопах, отобранных с закрепленных площадок. Растения с пробных площадок, выкапывали с корнями и объединяли в одни снопы. В каждом снопе подсчитывали количество растений и продуктивных стеблей на 1 м^2 . Измеряли высоту растений. Корни у всех растений отрезали и снопы взвешивали. Высоту растений определяли измерением их от узла кущения до верхушек последнего колоска на главном стебле (без остей); длину колоса измеряли от основания первого (недоразвившегося) членика колоса до основания верхнего колоска; число колосков в колосе определяли подсчетом всех колосков, в том числе и недоразвившихся в нижней части колоса. Затем отбирали 25 типичных растений по каждому повторению опыта, определяли длину колоса, число колосков в колосе и вес зерна с колоса и выводили средние величины по этим показателям. Затем снопы обмолачивали, взвешивалась масса зерна (вместе с зерном из 25 колосьев) и находилась масса 1000 зерен (по ГОСТ 28636-90).

Учет урожайности проводился путем сплошного обмола та всей массы с учетной делянки комбайном СК-5. Данные по учету приводились к 100% чистоте и 14% влажности (ГОСТ 27548-97).

Результаты и обсуждение. Общеизвестно, что уровень потенциальной продуктивности озимой пшеницы определяется количеством продуктивного стеблестоя, и массы зерна с одного колоса. В нашем опыте количество колосоносных стеблей к уборке культуры при проведении плоскорезной обработки составило 429 стеблей/ м^2 , что было на уровне контроля. Гребнекульная, дисковая и дифференцированная обработки увеличивали их количество до 435 – 443 и 466 стеблей/ м^2 , превышение над контролем составило соответственно 7-15 и 38 стеблей на м^2 или 2-3% и 9%. Весенняя мелкая обработка

снизила этот показатель на 25шт./ м^2 или 6% по сравнению с осенней вспашкой.

Усредненные данные показали, что наименьшая длина стебля 74,1 см была получена на вариантах с весенней мелкой и плоскорезной обработкой. Наиболее высокие значения показателя наблюдались на фоне дифференцированной обработки 76,1 см. На остальных вариантах показатель длины стебля различался не существенно и составил 74,7-75,5 см.

Наибольшая длина колоса 7,9 см и соответственно, наибольшая масса зерна с колоса и число зерен в нем 1,45г и 34,3 шт. отмечались на варианте с дифференцированной в севообороте обработкой. Наименьшая длина колоса 7,1 см а, соответственно и наименьшие число зерен в колосе и масса зерна с колоса, 30,2 шт. и 1,22 г. были сформированы на варианте с мелкой весенней обработкой.

В зависимости от способов основной обработки почвы существенно изменялись условия роста и развития корневой системы озимой пшеницы. Наибольшая масса корней формировалась на варианте с дифференцированной обработкой — 166 г/ м^2 , а наименьшая на вариантах с мелкой весенней, гребнекульной и дисковой обработкой — 136-137г/ м^2 . На вариантах плоскорезной и отвальной обработки показатели занимали промежуточное положение и составили 145-150 г/ м^2 . Основная масса корней (более 50%) размещалась в слое почвы 0-15 см по всем вариантам опыта, но наиболее четко это выражалось на мелких обработках.

Более высокие темпы накопления биомассы надземными органами отмечены на вариантах с дифференцированной и отвальной обработкой 796-804 г/ м^2 . Самая низкая масса растений прослеживалась на варианте с весенней мелкой обработкой 633г/ м^2 .

Проведенные нами исследования показали, что количество основных элементов структуры урожая, характеризующих продуктивность посева, изменялось как по вариантам обработки почвы, так по фонам минерального питания. Под влиянием минеральных удобрений сухая надземная масса растений увеличилась на 29%, масса корней на 11% по отношению к не удобренному фону. Число колосоносных стеблей и масса зерна с колоса на фоне применения $N_{30}P_{30}K_{30}$ повысились на 6%, длина колоса и число зерен в нем возросли на 4 и 3% по сравнению с не удобренным фоном. Наибольшей вариабельности был подвержен такой показатель роста и развития растений как продуктивная кустистость, который увеличился на удобренном фоне на 18%. Эти изменения обусловили и величину урожая, которая возросла на удобренном фоне

в среднем по вариантам обработки на 0,78 т/га, что значительно выше величины НСР.

Показатели массы 1000 зерен в основном определялись гидротермическими условиями периода активной вегетации и в большей степени зависели от погодных условий отдельного года, чем от способов основной обработки почвы. Так в 2020 и 2022 годах она составила в среднем 44,6 и 42,7 г. Лучшие условия влагообеспеченности этих лет способствовали удлинению всех фаз зернообразования, стабильному накоплению сухого вещества и, как следствие формированию большей массы 1000 зерен. В 2021 году из-за минимального количества осадков в засушливый период наряду с повышенными температурами воздуха было получено самое мелкое зерно с массой 1000 зерен 32,9 г. В среднем за три года исследований на беспашотных вариантах без применения удобрений масса 1000 зерен, составила 39,1-39,4 г, на отвальной и дифференцированной обработке 39,3-40,2 г. Применение минеральных удобрений повышало массу 1000 зёрен соответственно до 41,5-41,4г. и 40,4-41,0 г, увеличение составило в среднем по изучаемым вариантам 4%.

Анализ полученных нами экспериментальных данных позволяет заключить, что на урожайность озимой пшеницы оказывали влияние элементы технологии возделывания, которые проявлялись не в одинаковой степени. Если рассматривать урожайность в целом по двум фонам удобрения (средняя по фактору В), то видим, что максимальная продуктивность культуры формировалась на варианте с дифференцированной обработкой 3,51 т/га, что превышало показатель урожайности на контроле на 0,33 т/га. При этом все беспашотные варианты по величине урожая изучаемой в опыте культуры были практически равными с контролем (вспашка на 20-22см) за исключением мелкой весенней обработки, где урожайность была ниже на 0,48 т/га при (НСР_{0,05} АВ=0,21т/га).

Максимальное количество биогенной энергии, накопленной в хозяйственно ценной части культуры, отмечалось на варианте с дифференцированной обработкой 151807 МДж/га, что превышало показатель, полученный на контроле на 10%. Различия в накоплении биогенной энергии между ежегодной отвальной и безотвальными (гребнекульной, плоскорезной, дисковой) обработками были в пределах 1-2%. Мелкая весенняя обработка, несмотря на меньшие энергозатраты на технологию возделывания, снижала энергетическую эффективность, по сравнению со вспашкой, что объясняется недобором в накоплении энергии полученной продукции на 15%.

Таблица 1. Изменение урожайности озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы, и внесения удобрений, т/га (2020-2022 гг.)

Table 1. Change in winter wheat yield depending on the methods of tillage and fertilization, t/ha (2020-2022)

Варианты обработки	Фон		Ср. по варианту
	$N_{00}P_{00}K_{00}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	
Отвальная на 20-22 см.	2,84	3,53	3,18
Дифференцированная	3,05	3,97	3,51
Мульчирующая на 10-12см (весной)	2,32	3,09	2,70
Гребнекульная на 13-15см	2,82	3,68	3,25
Дисковая на 6-8 см.	2,68	3,60	3,14
Плоскорезная на 13-15 см.	2,91	3,42	3,16
Среднее	2,77	3,55	
НСР _{0,05} А-0,149 (способы обработки) В-0,086 (питание) АВ-0,211			



Наибольшая отзывчивость в сборе зерна от удобрений наблюдалась на вариантах с дифференцированной и дисковой обработкой, где прибавка составила 0,92 т/га относительно не удобренного фона соответствующих обработок. На контроле при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность культуры повысилась на 0,69 т/га. На оставшихся вариантах результативность применения минеральных удобрений составила 0,51-0,77-0,86 т/га.

Проведение вспашки на 22 см требовало дополнительных затрат тяговых усилий, но не привело к повышению урожайности озимой пшеницы. Вследствие этого по вспашке не зависимо от фона удобренности увеличивалась себестоимость 1 ц продукции, а уровень рентабельности снижался.

Лучшие экономические показатели достигались при проведении дифференцированной в севообороте обработки, которая позволила значительно снизить трудовые, энергетические и материально-денежные затраты на основную обработку почвы и повысить урожайность изучаемой в опыте культуры. В результате в этом варианте производственные затраты и себестоимость продукции с одного гектара, по отношению к отвальной вспашке, снижались в среднем на 15 и 23%, а условно чистый доход и рентабельность повышались соответственно на 27% и 72%.

Выводы. Мелкая мульчирующая обработка, проводимая весной под предшествующую культуру (горчицу) приводила к угнетению растений озимой пшеницы и ухудшению показателей ее структуры, здесь отмечалось снижение продуктивности колоса, как по количеству зерен, так и по массе зерна, что и обусловило снижение урожайности по сравнению с отвальной и остальными обработками.

Лучшие показатели структуры урожая озимой пшеницы создавались на фоне дифференцированной в севообороте обработки, что способствовало достоверному росту урожайности на 0,33 т/га и достижению лучших экономических и биоэнергетических показателей в сравнении с контролем (ежегодной вспашкой на 20-22 см).

На вариантах с отвальной, гребнекульной, плоскорезной и дисковой обработкой почвы, значения изучаемых показателей структуры урожая были близкими, поэтому в дальнейшем на этих вариантах была получена практически одинаковая урожайность.

Наиболее эффективное сочетание удобрений и способов основной обработки проявилось на варианте с дифференцированной и дисковой обработкой, где прибавка при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ составила 0,92 т/га относительно естественного фона соответствующих обработок и — 0,76-1,13 т/га в сравнении с не удобренным вариантом вспашки.

Список источников

1. Тихонов Н.Н. Адаптивные приемы повышения продуктивности озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н.Н. Тихонов, Е.В. Ефремова, О.А. Ткачук. // Молодой ученый. 2012. № 3 (38). С. 484-487.
2. Забродин А.А. Влияние различных способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. 2012. № 2 (12). С. 28-31.
3. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.
4. Солодовников А.П., Лёвкина А.Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 3. С. 29-35.
5. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies // Mezdunarodny naueno-issledovatel'skij zurnal. 2013. No 4 (11). P. 131-134.
6. Найденов А.С. Влияние основной обработки на физические свойства почвы и продуктивность озимой пшеницы по предшественнику соя / А.С. Найденов, В.П. Матвиенко, С.С. Терехова, О.А. Кузьминов // Труды КубГАУ. 2018. № 74. С. 107-112.
7. Немцев С.Н., Кузина Е.В. Почвозащитные влаго- и ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Ульяновской области // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 4. С. 42-44.
8. Никитин С.Н. Урожайность озимой пшеницы при комплексном использовании органических удобрений с диатомитом и биопрепаратом / С.Н. Никитин, Г.В. Сайдышева, М.В. Петров // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 36-39.
9. Сабитов М.М., Науметов Р.В., Шарипова Р.Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засоренность яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник. 2015. № 3 (11). С. 25-32.
10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. Biopreparations in the spring wheat fertilization system // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. T. 8.10.
11. Кузина Е.В. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой пшенице в зависимости от систем основной обработки почвы // Пермский аграрный вестник. 2015. № 2 (10). С. 8-13.

References

1. Tixonov N.N., Efremova E.V., Tkachuk O.A. (2012). *Adaptivnye priemy povysheniya produktivnosti ozimoy pshenicy v usloviyax lesostepi Srednego Povolzh'ya* [Adaptive methods of increasing the productivity of winter wheat in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], no. 3 (38), pp. 484-487.
2. Zabrodin A.A. (2012). *Vliyaniye razlichnykh sposobov obrabotki pochvy na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy*

pshenicy [Influence of various methods of tillage on the yield and quality of winter wheat grain]. *Vestnik OreI GAU* [Bulletin OreI GAU], no. 2 (12), pp. 28-31.

3. Kiryushin V.I. (2018). *Zadachi naučno-inovacionno-go obespecheniya zemledelya Rossii* [Problems of scientific and innovative support of agriculture in Russia]. *Zemledelie*. [Agriculture], no. 3, pp. 3-8.

4. Solodovnikov A.P., Levkin A.Yu. (2020). *Vliyaniye sposobov obrabotki pochvy i agrokhimikatov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy v Saratovskom Zavolzh'e* [The influence of methods of soil treatment and agrochemicals on the yield and quality of winter wheat grain in the Saratov Zavolzh'ye]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 3, pp. 29-35.

5. Lapshinov N.A., Paklet V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. (2013). Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies. *Mezdunarodny naueno-issledovatel'skij zurnal*, 2013. no. 4 (11), pp. 131-134.

6. Najdenov A.S., Matvienko V.P., Terexova S.S. (2018). *Vliyaniye osnovnoy obrabotki na fizicheskie svoystva pochvy i produktivnost' ozimoy pshenicy po predshestvenniku soya* [Influence of the main treatment on the physical properties and productivity of winter wheat for the promotion of soybean]. *Trudy KubGAU*. [Proceedings of KubGAU], no. 74, pp. 107-112.

7. Nemcev S.N., Kuzina E.V. (2011). *Pochvozashchitny'e vlago- i resursosberegayushhie sposoby obrabotki pochvy pri vozdeleyvaniy yarovoy pshenicy v lesostepi Ul'yanovskoy oblasti* [Soil-protective moisture- and resource-saving methods of tillage during the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of the Ulyanovsk region]. *Doklady Rossijskoy akademii sel'skokhozyajstvenny'x nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 4, pp. 42-44.

8. Nikitin S.N., Sajdyasheva G.V., Petrov M.V. (2017). *Urozhajnost' ozimoy pshenicy pri kompleksnom ispol'zovanii organicheskix udobrenij s diatomitom i biopreparatom* [Productivity of winter wheat with the complex use of organic fertilizers with diatomaceous earth and a biological product]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], vol. 31, no. 4, pp 36-39.

9. Sabitov M.M., Naumetov R.V., Sharipova R.B. (2015). *Vliyaniye kompleksnogo primeneniya sredstv ximizatsii na osnovny'e zabollevaniya i zasorennost' yarovoy pshenicy* [Influence of the complex application of chemicals on the main diseases and infestation of spring wheat]. *Permskiy agrarnyy j vestnik*. [Perm agrarian bulletin], no. 3 (11), pp. 25-32.

10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. (2017). Biopreparations in the spring wheat fertilization system. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 8.10.

11. Kuzina E.V. (2015). *Effektivnost' ispol'zovaniya mineral'ny'x udobrenij i biopreparatov na ozimoy pshenice v zavisimosti ot sistem osnovnoy obrabotki pochvy* [Efficiency of using mineral fertilizers and biological products on winter wheat depending on the systems of basic tillage]. *Permskiy agrarnyy j vestnik*. [Perm agrarian bulletin], no. 2(10), pp. 8-13.

Информация об авторе:

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autorambler.ru

Information about the author:

Elena V. Kuzina, candidate of agricultural sciences, head of laboratoria tillage, senior researcher of department of agriculture and technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autorambler.ru.

