

УДК 633.11 «324»:631.526.32:631.559

UDC 633.11 «324»:631.526.32:631.559

4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

4.1.1 General Agriculture and Crop Production

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЭММА В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

**YIELD AND QUALITY OF EMMA WINTER
WHEAT, DEPENDING ON THE
INTENSIFICATION OF AGROTECHNOLOGIES**

Загорулько Александр Васильевич
д-р с.-х. наук, профессор,
SPIN-код: 3626-7996, AuthorID: 685613

Zagorulko Aleksandr Vasilievich
Dr.Sci.Agr., Professor,
RSCI SPIN-code: 3626-7996, AuthorID: 685613

Кравцов Алексей Михайлович
д-р с.-х. наук, профессор,
SPIN-код: 2331-3143, AuthorID: 355142

Kravtsov Alexey Mikhailovich
Dr.Sci.Agr., Professor,
RSCI SPIN-code: 2331-3143, AuthorID: 355142

Малтабар Михаил Александрович
канд. с.-х. наук, старший преподаватель;
SPIN-код: 1295-6235, AuthorID: 977297
[e-mail: maltabar08@yandex.ru](mailto:maltabar08@yandex.ru)

Maltabar Mikhail Alexandrovich
Cand.Agr.Sci., Senior Lecturer
RSCI SPIN-code: 1295-6235, AuthorID: 977297
e-mail: maltabar08@yandex.ru

Новоселецкий Сергей Иванович
канд. с.-х. наук, доцент,
SPIN-код: 2851-3799, AuthorID: 686248
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина, Россия,
Краснодар 350044, Калинина 13*

Novoselsky Sergey Ivanovich
Cand.Agr.Sci., Associate Professor,
RSCI SPIN-code: 2851-3799, AuthorID: 686248
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Russia, Krasnodar 350044, Kalinina 13*

В статье представлено комплексное исследование, посвященное изучению влияния вариативных агротехнических приемов на урожайность и качественные показатели озимой пшеницы сорта ЭММА. Исследование проводилось на базе опытного поля Кубанского государственного аграрного университета, расположенного в центральной зоне Краснодарского края, являющейся типичной для региона зоной с определенными климатическими и почвенными условиями. Основной акцент был сделан на оценку воздействия различных способов обработки почвы и дифференцированных норм внесения минеральных удобрений на ключевые характеристики посевов, включая высоту растений, итоговую урожайность зерна и содержание белка

This article presents a comprehensive study on the impact of various agricultural practices on the yield and quality of Emma winter wheat. The study was conducted on the experimental field of the Kuban State Agrarian University, located in the central zone of the Krasnodar region, which is a typical region with specific climatic and soil conditions. The focus was on evaluating the effects of different soil cultivation methods and differentiated mineral fertilizer application rates on key crop characteristics, including plant height, final grain yield, and protein content

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА,
СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЯ,
УРОЖАЙНОСТЬ, БЕЛОК

Keywords: WINTER WHEAT, SOIL CULTIVATION,
FERTILIZERS, YIELD, PROTEIN

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-221-018>

Введение. Современное растениеводство, стремясь к устойчивому развитию и минимизации воздействия на окружающую среду, активно внедряет ресурсосберегающие технологии. Эти инновационные подходы направлены на создание оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, обеспечивая при этом не только достижение максимально возможных показателей урожайности, но и высокую экономическую эффективность всего производственного цикла [2]. Только такой комплексный подход позволяет укрепить продовольственную безопасность и повысить конкурентоспособность аграрного сектора.

Среди всего многообразия полевых культур, озимая пшеница по праву занимает особое, стратегическое место в агропромышленном комплексе Российской Федерации. От уровня ее валового сбора и качественных характеристик зерна напрямую зависит обеспечение продовольственной безопасности страны. В структуре производства зерна озимой пшеницы Краснодарский край традиционно занимает ведущее место в стране, являясь «житницей» России [1].

С учетом неуклонного роста численности населения планеты, которое, по прогнозам, достигнет девяти миллиардов человек, потребность в продовольствии, и, в частности в зерне, будет неуклонно возрастать. Этот факт продиктован неумолимыми законами геометрической прогрессии, отражающими экспотенциальный характер увеличения человеческой популяции. Такое масштабное преобразование демографического ландшафта ставит перед мировым сообществом амбициозные задачи в области продовольственной безопасности.

В последние десятилетия перед агропромышленным комплексом поставлена задача не только наращивания объемов производства зерна, но и кардинального улучшения его качества. Переход к экспортно-ориентированной экономике и импортозамещению обуславливает

необходимость получения зерна сильных и ценных сортов, отвечающих требованиям мировых стандартов. В этой связи возрастает роль не только в создании оптимальных условий выращивания полевых культур, но и огромное значение имеет себестоимость производства продукции [4,5,6].

В процессе сельскохозяйственного производства, где задействованы как человеческие ресурсы, так и значительный объем энергетических вложений, формируется сложная система факторов, определяющих эффективность данного направления. Сельскохозяйственные машины, горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, пестициды и целый ряд других компонентов составляют основу энергетического баланса. При разработке агротехнологий выращивания необходимо принимать во внимание весь спектр этих составляющих, стремясь к их оптимизации. Ключевым аспектом при создании эффективных методов возделывания является глубокое понимание взаимосвязи всех производственных процессов. Если забыть хоть об одном из этих факторов, урожайность может упасть, а себестоимость продукции – вырасти. Поэтому, когда составляют план работ, смотрят не только на прямые расходы, но и на возможные риски: изменение погоды, появление новых вредителей и болезней, скачки цен на рынке [3].

Особое внимание заслуживает понятие «энергетическая эффективность поля». Ученые выяснили, что затраты на топливо, технику, удобрения растут быстрее, чем прирост урожайности. Получается парадокс: тонна зерна, полученная с высокоурожайного поля, может иметь более высокую энергетическую себестоимость, чем зерно с соседнего бедного поля. Поэтому мало оценивать само зерно – важно знать, ценой скольких усилий его получили.

Раньше вносили удобрения и обрабатывали почву одинаково на всем поле. Теперь вместо усредненных норм внесения удобрений и обработки почвы все чаще применяют точные алгоритмы: снимки из космоса, карты

электропроводности почвы, NDVI-индексы, по которым формируют переменные нормы посева и защиту растений. Такой подход снижает неоправданные затраты на участках с низким потенциалом и, наоборот, концентрирует ресурсы в зонах стабильно высокого качества зерна. Эмпирически доказано, что даже при общем сокращении минеральных удобрений на 12-15% доля клейковины в сильных сортах пшеницы возрастает на 1,5-2% - потому что растения получают питание в нужные фазы роста и развития.

Для получения зерна мирового уровня не нужно «вкачивать» больше энергии в поле, а нужно управлять энергетическими потоками точно и вовремя. То есть вместо общего урожая считать удельные затраты – сколько энергии, воды и труда потрачено на килограмм белка или на хлебопекарные свойства муки. Такой подход не только повышает конкурентоспособность экспортного зерна, но и создает задел для устойчивого производства в условиях волатильных рынков и климатических вызовов.

Из-за того, что климат меняется и во второй половине лета чаще всего бывает засуха, особенно важно научиться эффективно использовать влагу и питательные вещества [11].

Появление новых сортов, таких как Алексеич, Таня, Юбилейная 100 и других, отличающихся генетически обусловленной потенциальной урожайностью и качественными показателями зерна, требует уточнения элементов технологии, их возделывания применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям. Кроме того, актуальным направлением является экологическая оценка применения агрохимикатов (минеральных удобрений, регуляторов роста, фунгицидов) с точки зрения их влияния на продукционный процесс и формирование фитосанитарного состояния посевов [7,8,12].

Модернизация методов выращивания озимой пшеницы путем рационального подбора агротехнических методов, направленных на рост урожайности и улучшение характеристик зерна согласно биоклиматическим возможностям региона, является значимой научной и практической целью [9,10].

Целью нашего эксперимента являлась разработка практически ориентированной технологии возделывания озимой пшеницы сорта Эмма при различных способах обработки почвы с использованием в технологии разных норм удобрений и средств защиты растений на черноземе выщелоченном в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Методика и методы исследований. В рамках данного исследования предметом изучения стал сорт озимой пшеницы Эмма, выращенный по предшественнику люцерны. Этот выбор предшественника не случаен, так как известно о его благотворном влиянии на плодородие почвы и последующие культуры. Для всесторонней оценки продуктивности и развития исследуемого сорта был проведен тщательный анализ ряда биометрических показателей. В частности, определение высоты растений и числа продуктивных побегов осуществлялось согласно действующей методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Эти параметры являются ключевыми индикаторами общего состояния посевов и их потенциала к формированию урожая. Для количественной оценки содержания белка в зерне озимой пшеницы использовался современный анализатор Инфралюм ФТ-10, позволяющий получать точные и воспроизводимые результаты.

Вся статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с применением специализированного программного обеспечения STATISTIKA. Этот современный инструмент позволил провести всесторонний анализ вариабельности показателей и выявить статистически значимые различия между опытными вариантами.

Дисперсионный анализ, являющийся мощным статистическим методом, применялся в соответствии с методикой, разработанной Б.А. Доспеховым, что позволило корректно оценить влияние исследуемых факторов на изучаемые признаки.

Опыты проводились в 2023-2025 гг., географическая точка - центральная зона Краснодарского края в типичном для зоны 11-ти польном зернотравяно-пропашном севообороте со следующим чередованием культур: люцерна, люцерна, озимая пшеница, озимый ячмень, подсолнечник, озимая пшеница, кукуруза на зерно, озимая пшеница, сахарная свекла, озимая пшеница, яровой ячмень с подсевом люцерны.

В данном исследовании изучалось влияние четырех альтернативных технологий возделывания озимой пшеницы сорта Эмма по предшественнику люцерна на фоне различных способов основной обработки почвы в севообороте: безотвальная (под люцерну на глубину 30-32 см, под озимую пшеницу на 20-22 см); рекомендуемая (отвальная под люцерну на глубину 30-32 см, под озимую пшеницу вспашка на глубину 20-22 см); и отвальная на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см (под люцерну на 30-32 с глубоким рыхлением на 70 см, под озимую пшеницу – отвальная на глубину 20-22 см):

1. Экстенсивная - исходный уровень плодородия почвы, без применения удобрений и средств защиты растений.

2. Беспестицидная - средний уровень плодородия почвы, минимальная норма удобрений ($N_{45} P_{30} K_{20} + N_{30}$ в колошение), биологическая защита посевов от вредителей и болезней.

3. Экологически допустимая - повышенный уровень плодородия почвы, средняя норма удобрений ($N_{90} P_{60} K_{40} + N_{30}$ в колошение), химическая защита от сорняков.

4. Интенсивная - высокий уровень плодородия почвы, высокая норма удобрений ($N_{180} P_{120} K_{80} + N_{30}$ в колошение), комплексная химическая защита от вредителей, болезней и сорняков.

Программа эксперимента предусматривала три различных подхода к подготовке основной обработки почвы:

1. Безотвальный: Проведение двойного дискования с помощью орудия "Кун" на глубину 10-12 см с последующим безотвальным рыхлением на 20-22 см с использованием агрегата (трактор Беларусь 1523.3 + КПГ-2-150).

2. Отвальный: Двухкратное дискование (10-12 см) в сочетании со вспашкой на глубину 20-22 см (техника: Беларусь 1523.3 + плуг Lenken 4-35 Кун-Мультимастер + ЗКШ-6А).

3. Отвальная обработка почвы на глубину 20-22 см, под люцерну было выполнено глубокое рыхления на 70 см.

Посев осуществлялся первоклассными семенами, обработанными фунгицидом Максим Форте в количестве 1,75 литра на тонну. Посевные мероприятия проводились в оптимально подходящее время, применяя сеялку модели Great Plains 151С. Семена высевались из расчета 3,0 миллиона жизнеспособных семян на гектар, при этом глубина заделки варьировала в пределах 5-6 сантиметров. По завершении посевной компании проводилось прикатывание поверхности почвы боронами ЗКШ-6А, что обеспечивало лучший контакт семян с почвой и создание благоприятных условий для дружных всходов.

Весь комплекс агротехнических мероприятий был призван обеспечить оптимальные условия для прорастания семян, формирования мощной корневой системы и, как следствие, получение обильного урожая.

В ходе исследования осуществлялся детальный контроль полевой всхожести, отслеживалась динамика роста и развития растений, а также фиксировались все стадии формирования урожая начиная от цветения и

заканчивая полной спелостью. Анализ собранных данных позволил оценить влияние различных способов основной обработки почвы, и последствия глубокого рыхления на конечные результаты.

Результаты и обсуждения. Для большинства сельскохозяйственных культур высота является стабильным генетическим показателем. Тем не менее, этот параметр может варьироваться в определенных пределах в зависимости от условий вегетации, а также от ряда агротехнических приемов.

В реальных полевых условиях высота растений выступает ярким проявлением фенотипической пластичности – способности одного и того же генотипа формировать разные фенотипы под влиянием внешней среды. Так, при оптимальном сочетании влаги, температуры и минерального питания растения стремятся реализовать свой генетический потенциал, достигая максимальной высоты. Однако дефицит воды или азота часто приводит к формированию более компактных растений, а избыток азотных удобрений провоцирует излишнее вытягивание стебля в ущерб прочности и урожайности.

Проведенный анализ таблицы 1 выявил интересные закономерности: в среднем за три года исследования высота растений озимой пшеницы в фазе весеннего кущения увеличилась с 33,6 см до 42,9 см, и (прирост на 9,3 см). При рекомендуемой и отвальной на фоне последствия глубокого рыхления обработка почвы прирост составил 10,6 и 10,7 см соответственно.

При рекомендуемой и отвальной вспашке на глубину 20-22 см на фоне последствия глубокого рыхления на 70 см эта разница составила соответственно 10,6 -10,7 см.

На делянках с минимальным количеством удобрений, где не применялись пестициды, изучаемый критерий повысился на 4,5 см.

На варианте экологически допустимой технологии с двукратным увеличением нормы минудобрений разница с контролем составила 6,9 см.

Внесение высокой нормы удобрений на делянках с интенсивной технологией при безотвальной обработке почвы обеспечивало увеличение высоты растений в фазу весеннего кущения на 9,3 см по сравнению с контролем.

При рекомендуемой обработке почвы разница с контролем и по данным вариантам опыта составила: 4,3-10,6 см; при отвальной вспашке на глубину 20-22 см на фоне последствия глубокого рыхления на 70 см – 3,2-13,7 см.

Наблюдениями установлено, что в среднем за три года исследований, максимальная высота растений во время кущения отмечена на делянках, где проводилась отвальная вспашка на глубину 20-22 см на фоне последствия глубокого рыхления на 70 см.

Таблица 1– Влияние исследуемых агротехнологий на высоту надземной части растений озимой пшеницы (сорт Эмма) в период отрастания весной, см

Способ обработки почвы (фактор А)	Технология (фактор В)	Год			
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 2023-2025 гг.
Безотвальная	Экстенсивная (к)	34,5	40,2	26,3	33,6
	Беспестицидная	39,6	44,2	30,7	38,1
	Экологически допустимая	45,2	44,5	31,9	40,5
	Интенсивная	49,0	45,1	34,6	42,9
Рекомендуемая	Экстенсивная (к)	35,6	36,9	30,1	34,2
	Беспестицидная	41,7	40,6	33,3	38,5
	Экологически допустимая	47,3	41,1	34,9	41,1
	Интенсивная	52,9	46,3	35,3	44,8
Отвальная на глубину 20-22 см на фоне последствия глубокого рыхления на 70 см	Экстенсивная (к)	36,7	39,3	29,8	35,2
	Беспестицидная	42,5	39,5	33,3	38,4
	Экологически допустимая	49,3	39,3	32,9	40,5

	Интенсивная	57,8	44,8	35,3	45,9
--	-------------	------	------	------	------

Отмирание побегов – это естественная элиминация, которая является важным механизмом, обеспечивающим оптимальное распределение ресурсов и формирующим структуру растения. Благодаря этому механизму растение избавляется от ослабленных, поздно сформировавшихся или затененных побегов, которые не способны дать полноценный колос. Оставшиеся стебли получают больше влаги, азота, и продуктов фотосинтеза, что напрямую влияет на налив зерна и его массу. Это позволяет пшенице адаптироваться к стрессам – засухе, заморозкам или загущению посевов – и перенаправлять пластические вещества в генеративные органы. В итоге элиминация побегов не просто формирует устойчивый к полеганию куст, но и повышает технологические свойства урожая: выровненность, натуру и белковость зерна.

Данные таблицы 2 показывают, что в среднем за 2023-2025 гг. количество побегов на растении озимой пшеницы при безотвальной обработке почвы варьировало с 4,7 до 6,2 шт./растения. При рекомендуемой и при отвальной вспашке на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см обработках почвы эти изменения колебались соответственно 4,7-6,3 и 4,6-6,8 шт./растения.

Беспестицидная технология возделывания увеличила количество побегов на 0,3 шт., что больше, по сравнению с экстенсивной технологией, то есть контролем.

Таблица 2 – Число побегообразовательной способности растений озимой пшеницы сорта Эмма под влиянием разных технологий выращивания, шт./растение

Способ обработки почвы (фактор А)	Технология (фактор В)	Год			
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 2023-2025 гг.
Безотвальная	Экстенсивная (к)	4,7	6,3	3,2	4,7
	Беспестицидная	5,0	6,2	3,8	5,0
	Экологически допустимая	5,4	6,3	4,1	5,2
	Интенсивная	6,7	7,5	4,5	6,2
Рекомендуемая	Экстенсивная (к)	5,0	5,5	3,6	4,7
	Беспестицидная	5,9	5,8	3,7	5,1
	Экологически допустимая	6,9	7,1	4,0	6,0
	Интенсивная	6,9	7,6	4,4	6,3
Отвальная на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см	Экстенсивная (к)	5,9	4,9	3,0	4,6
	Беспестицидная	6,7	5,1	3,7	5,16
	Экологически допустимая	7,3	6,9	5,0	6,4
	Интенсивная	7,8	7,3	5,5	6,8

Анализ результатов показал, что применение рекомендованных доз питательных веществ способствовало увеличению данного показателя на 0,5 штуки по сравнению с контрольной группой, которая не подвергалась удобрению. Этот результат подчеркивает эффективность предложенного подхода, направленного на оптимизацию питательного режима растений без ущерба для окружающей среды.

Высокая норма удобрений в интенсивной технологии возделывания на фоне безотвальной обработки почвы обеспечивала увеличение количества побегов на растении в фазу весеннего кущения на 1,5шт., что больше, по сравнению с контролем.

При рекомендуемой обработке почвы разница с контролем по данным технологиям опыта составила соответственно 0,4-1,6 шт./растения. При

отвальной вспашке на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см – 0,5-2,2 шт./растения.

По результатам трехлетних наблюдений установлено, что наибольшее число побегов в фазу кущения отмечены на участках с отвальной вспашкой на глубину 20-22 см выполненной на фоне последствий глубокого рыхления до 70 см.

Уровень урожайности озимой пшеницы напрямую определяется совокупностью условий, необходимых для роста и развития культуры. Каждый из этих элементов – будь то свет, тепло, влага или элементы питания – по своему вкладу равноценен и не может быть заменен другим. Это означает, что дефицит даже одного фактора немедленно сказывается на конечном результате, как бы ни были благополучны остальные параметры. Например, при достаточном увлажнении и подкормках, но плохом освещении или низких температурах растение не сможет реализовать свой потенциал. Именно поэтому в агротехнике озимой пшеницы ключевая задача – поддерживать гармоничный баланс всех жизненно важных условий на каждом этапе вегетации. Только комплексный подход, включающий правильную предпосевную подготовку, сбалансированное питание и защиту от стрессов, позволяет стабильно получать высокие урожаи зерна.

В среднем за три года урожайность варьировала от 75,2 до 89,6 ц/га. Установлена четкая закономерность: последовательное повышение плодородия почвы и оптимизация норм внесения удобрений обеспечивают стабильный рост продуктивности посевов. Применение беспестицидной технологии на фоне безотвальной обработки почвы позволило получить прибавку к контролю 5,4 ц/га (6,6%). Наиболее высокую эффективность дала экологически допустимая технология – 12,5 ц/га (14%). Разницы между экологически допустимой и интенсивной по уровню урожайности

не выявлено, однако прибавки были математически достоверны ($НСР_{05}$ по фактору «В» -1,35-1,90 ц/га).

Таблица 3 – Показатели урожайности зерна озимой пшеницы сорта Эмма при различных подходах к возделыванию, ц/га

Способ обработки почвы (фактор А)	Технология (фактор В)	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее
Безотвальная	Экстенсивная (к)	67,0	81,7	81,3	76,6
	Беспестицидная	70,9	90,2	84,9	82,0
	Экологически допустимая	78,0	98,8	90,7	89,1
	Интенсивная	77,6	95,5	93,7	88,9
Рекомендуемая	Экстенсивная (к)	66,0	80,6	79,0	75,2
	Беспестицидная	70,1	85,0	82,7	79,2
	Экологически допустимая	77,3	89,7	91,9	86,3
	Интенсивная	83,2	93,8	90,0	89,0
Отвальная на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см	Экстенсивная (к)	65,8	81,5	78,6	75,3
	Беспестицидная	75,1	83,6	83,1	80,6
	Экологически допустимая	79,1	89,5	89,7	86,1
	Интенсивная	82,9	95,4	90,2	89,5
$НСР_{05}$	$НСР$ по фактору А	1,68	1,30	1,17	-
	$НСР$ по фактору В	1,94	1,50	1,35	
	$НСР$ по фактору АВ	3,37	2,61	2,34	

При рекомендуемой и отвальной вспашке на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см разница с контролем по данным технологиям опыта составила соответственно 4,0-9,8 ц/га (5-11 %) и 5,3-14,2 ц/га (6,5-16%), что также было существенной прибавкой урожая по фактору «А» – 1,17 -1,68 ц/га.

Тем не менее, анализируя действие всех изучаемых переменных, можно заключить, что способы основной обработки почвы продемонстрировали наименьшую результативность в плане влияния на продуктивность озимой пшеницы, уступив по значимости качеству плодородию почвы, нормам внесения минеральных удобрений и средствам защиты растений. Основная обработка почвы, как агротехнический прием, несмотря на ее базовую роль в создании морфологии агроценоза, в рамках

проводимых исследований, оказалась менее существенной для формирования конечного урожая, чем факторы минерального питания и фитосанитарного состояния.

В частности, статистические данные по опытным вариантам свидетельствуют о том, что применение безотвального способа основной обработки почвы способствовало получению несколько большей урожайности зерна. Этот показатель превзошел результаты, зафиксированные на вариантах с рекомендованной отвальной вспашкой, проводимой на глубинный уровень 20-22 сантиметра.

При этом важно отметить, что эти сравнения проводились на фоне последствий глубокого рыхления почвы на глубину 70 см. Само по себе глубокое рыхление, вероятно, оказало стабилизирующее воздействие на структуру почвы и накопление влаги в более глубоких слоях почвы, нивелируя часть различий, возникающих от последующих поверхностных обработок. Тем не менее, легкое превосходство безотвальной обработки указывает, возможно, на лучшее сохранение влаги и биологической активности в верхнем слое при данном способе обработки почвы.

Подводя итог анализу полученных данных, следует отметить, что применяемые агротехнические приемы неодинаково повлияли на формирование урожая озимой пшеницы. Полученные показатели свидетельствуют о том, что максимальный прирост продуктивности, в сравнении с контрольным вариантом, обеспечивала интенсивная технология возделывания.

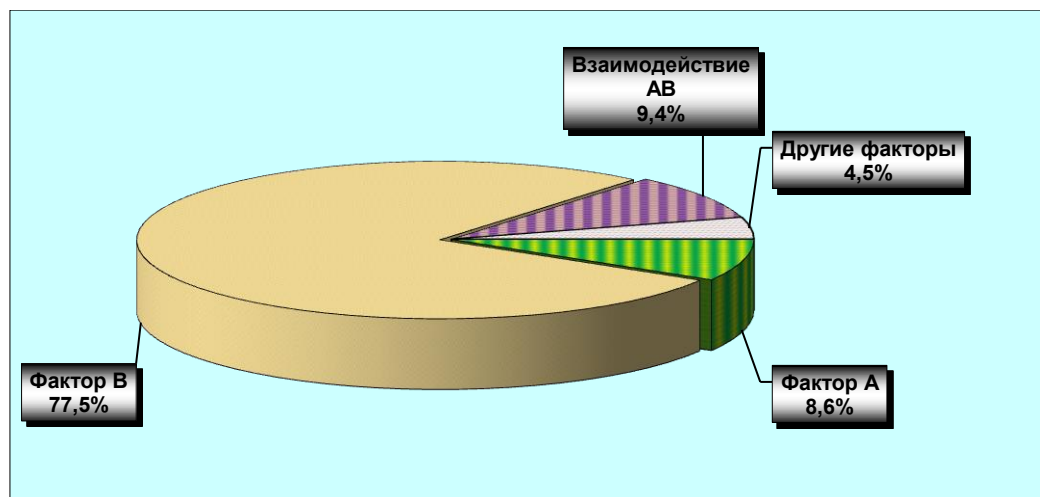


Рисунок 1 – Доли участия рассматриваемых факторов на урожайность озимой пшеницы, %. (2024г.)

Как следует из данных на рисунке 1 в 2024 году драйвером урожайности озимой пшеницы стал фактор «В». В него вошли плодородные свойства почвы, обеспеченность растений минеральным питанием и грамотная работа системы защиты посевов. Его доля составила 77,5%. А вот способ основной обработки почвы дал всего 9%. Это говорит о том, что пора пересматривать привычные подходы к земледелию. На фоне высокого плодородия почвы и интенсивного питания значимость механического воздействия на почвенный горизонт снижается, уступая первенство биологическим и химическим факторам. Это позволяет аграриям рассматривать возможность перехода к ресурсосберегающим приемам обработки почвы в технологии возделывания озимой пшеницы, не опасаясь существенных потерь в продуктивности.

Таким образом, приоритетным направлением в растениеводстве становится оптимизация именно комплекса «В». Инвестиции в качественные семена, прецизионное внесение удобрений и своевременную химическую защиту дают наибольший экономический эффект. Специалистам следует сосредоточить усилия на точном расчете доз минерального питания и мониторинге фитосанитарного состояния посевов.

Следовательно, стратегия повышения урожайности должна строиться на максимальной реализации потенциала питания и защиты, в то время как выбор конкретного способа обработки почвы может диктоваться лишь влагосбережением и экономической целесообразностью, а не стремлением к прямому росту урожая.

Пищевая значимость зерна пшеницы зависит от содержания в нем белка. Накопление белка в зерне озимой пшеницы процесс многофакторный, формирующийся под воздействием целого комплекса внешних условий. Среди них важнейшую роль играет агрофон, включающий весь спектр агроприемов в технологии, применяемых на поле: от подготовки почвы до уборки урожая. Сбалансированность питания растений, обеспечивающая поступление всех необходимых макро- и микроэлементов в оптимальных соотношениях, напрямую влияет на синтез белковых соединений.

Влага особенно важна для растений в самые ответственные моменты их роста, например, при наливе зерна. Если воды достаточно, все биохимические процессы идут хорошо, и белок в зерне активно образуется. А если влаги не хватает, зерно может созреть раньше времени, и белка в нем будет меньше.

Качество обработки почвы тоже влияет на результат. Когда почва рыхлая и здоровая, корни растений развиваются лучше, а значит, они могут получать больше питания и воды. Также важен своевременный и качественный посев: если растения стоят не слишком густо и не с лишком редко, это помогает получить хороший урожай и зерно с высоким содержанием белка.

Помимо внешних факторов, не менее важным является внутренний – сорт. Каждый сорт пшеницы обладает своим уникальным потенциалом накопления белка, который заложен в его геноме. Определенные сорта генетически предрасположены к формированию более высокого

содержания белка в зерне, даже при неблагоприятных условиях. Селекционеры неустанно работают над выведением новых сортов, сочетающих в себе как высокую урожайность, так и высокое содержание белка, устойчивость к болезням и вредителям, а также адаптивность к различным почвенно-климатическим условиям, что позволяет оптимизировать процесс накопления белка в зерне пшеницы. Данные таблицы 4 показывают, что в среднем за 2023-2025 гг. содержание белка в зерне озимой пшеницы варьировало в зависимости от применяемых агротехнологий - от 13,1 до 14,3%. В среднем данный показатель увеличивался с повышением уровня плодородия почв.

Таблица 4 – Эффективность различных приемов выращивания в формировании белковости зерна озимой пшеницы сорта Эмма, %

Способ обработки почвы (фактор А)	Технология (фактор В)	Год			
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее за 2023-2025 гг.
Безотвальная	Экстенсивная	14,0	12,5	12,9	13,1
	Беспестицидная	13,3	13,5	13,7	13,5
	Экологически допустимая	14,2	13,6	13,9	13,9
	Интенсивная	14,9	13,5	13,9	14,1
Рекомендуемая	Экстенсивная	13,3	13,3	13,4	13,3
	Беспестицидная	14,2	13,7	13,7	13,8
	Экологически допустимая	14,9	13,4	14,1	14,1
	Интенсивная	14,9	13,8	14,4	14,3
Отвальная на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см	Экстенсивная	13,4	13,3	13,6	13,4
	Беспестицидная	14,1	13,6	14,1	13,9
	Экологически допустимая	14,5	13,6	14,1	14,0
	Интенсивная	14,9	13,7	14,3	14,3

Выводы. Интенсификация агротехнологий приводила к увеличению высоты растения независимо от выбранного способа основной обработки почвы. Наибольшая высота стебля зафиксирована при интенсивной технологии с использованием отвальной вспашки на глубину 20-22 см на фоне последствий глубокого рыхления до 70 см. Аналогичная тенденция наблюдалась и по количеству побегов в фазу весеннего кушения: их число стабильно росло при всех способах обработки почвы, а наивысшие значения вновь зафиксированы на варианте с отвальной вспашкой после глубокого рыхления. Увеличение плодородия почвы, оптимизация норм удобрений и усиление средств защиты растений оказывали положительное влияние на увеличение урожайности данной культуры. Наибольшей величины этот параметр достигал при комбинации отвальной вспашки на глубину 20-22 см с последствием глубокого рыхления на 70 см. Последовательное наращивание норм удобрений в сочетании с более интенсивной защитой посевов способствовало повышению содержания белка в зерне всех вариантах основной обработки почвы, причем максимум белка обеспечивала именно интенсивная технология. Дисперсионным анализом выявлено, что максимальная урожайность озимой пшеницы формировалась при совместном применении на фоне высокого плодородия почвы, высокой нормы удобрений и комплексной системы защиты растений, то есть выращивание озимой пшеницы по интенсивной технологии, с применением как вспашки на 20-22 см, так и этого же приема основной обработки почвы на фоне последствий глубокого рыхления на 70 см.

Список литературы

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Сборник трудов КубГАУ / Под ред. И.Т. Трубилина, Н. Г. Малюги. – Краснодар: Агропромполиграфист, 1997. – В.1. –236с.
2. Горпинченко, К.Н. Урожайность и экономическая целесообразность возделывания озимой пшеницы с использованием различных агротехнических приемов

/ К. Н. Горпинченко, А. В. Коваль // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения: Сборник тезисов по материалам III Национальной конференции, Краснодар, 28 марта 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 49-50.

3. Горпинченко, К. Н. Эффективность производства зерна по ресурсосберегающим технологиям / К. Горпинченко// АПК: экономика, управление. – 2007.–№8.–С.56-58.

4. Загорулько, А.В. Агрофизические свойства чернозема выщелоченного в зависимости от интенсификации агротехнических приемов в технологии No-tillage и их влияние на урожайность озимой пшеницы/А.В. Загорулько, Х. Амини, А.В. Осипов// Труды Кубанского государственного аграрного университета. –2022. –№102. –С.127-138.

5. Загорулько, А.В. Агроэкологическое обоснование альтернативных технологий выращивания озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.В. Загорулько, А.М. Кравцов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. – № 35. – С.322-333.

6. Квашин, А.А. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы сорта Бригады в зависимости от агротехнологий / А.А. Квашин, А.В. Коваль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 174.– С.315-320.

7. Кравцов, А.М. Влияние плодородия почвы, удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы по различным пропашным предшественникам / А.М. Кравцов, А.В. Загорулько, Н.Н. Кравцова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. – №74.–С.71-81.

8. Кравцов, А.М. Роль плодородия почвы и средств химизации земледелия в формировании продуктивности озимой пшеницы / А.М. Кравцов, А.В. Загорулько, В.П. Василько, Н.Н. Кравцова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017.–№64. – С.88-97.

9. Нецадим, Н.Н. Современные проблемы качества зерна / Н.Н. Нецадим, К.Н. Горпинченко, А.А. Квашин // Труды Кубанского государственного аграрного университета.–2012. – №35. – С.338-342.

10. Нецадим Н.Н. Урожайность сортов озимой пшеницы при различных агротехнологиях в центральной зоне Кубани / Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин, А.В. Коваль [и др.] // Труды. Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – №96. – С.234-241.

11. Скоробогатова А.С. Зависимость урожайности и качества зерна озимой пшеницы от технологий возделывания на черноземе выщелоченном в условиях Западного Предкавказья / А.С. Скоробогатова, Н.Н. Нецадим, Н.Н. Филипенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №132. – С.1424-1441.

12. Федулов, Ю.П. Влияние факторов агротехники на физиолого-биохимические параметры растений озимой пшеницы, возделываемой по различным предшественникам / Ю.П. Федулов, Ю.В. Подушин, А.В. Загорулько, А.А. Макаренко, В.Р.Урумян // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №74. – С.158-168.

References

1. Agrojekologicheskij monitoring v zemledelii Krasnodarskogo kraja. Sbornik trudov KubGAU / Pod red. I.T. Trubilina, N. G. Maljugi. – Krasnodar: Agroprompoligrafist, 1997. – V.1. –236s.
2. Gorpichenko, K.N. Urozhajnost' i jekonomicheskaja celesoobraznost' vzdelyvaniya ozimoj pshenicy s ispol'zovaniem razlichnyh agrotehnicheskikh priemov / K. N. Gorpichenko, A. V. Koval' // Nauchno-tehnologicheskoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Rossii: problemy i reshenija: Sbornik tezisev po materialam III Nacional'noj konferencii, Krasnodar, 28 marta 2019 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2019. – S. 49-50.
3. Gorpichenko, K. N. Jefferektivnost' proizvodstva zerna po resursosberegajushhim tehnologijam / K. Gorpichenko// APK: jekonomika, upravlenie. –2007.–№8.–S.56-58.
4. Zagorul'ko, A.V. Agrofizicheskie svojstva chernozema vyshhelochennogo v zavisimosti ot intensivizacii agrotehnicheskikh priemov v tehnologii No-tillage i ih vlijanie na urozhajnost' ozimoj pshenicy/A.V. Zagorul'ko, H. Amini, A.V. Osipov// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. –2022. –№102. –S.127-138.
5. Zagorul'ko, A.V. Agrojekologicheskoe obosnovanie al'ternativnyh tehnologij vyrashhivaniya ozimoj pshenicy na chernozeme vyshhelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ja / A.V. Zagorul'ko, A.M. Kravcov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. – № 35. – S.322-333.
6. Kvashin, A.A. Produktivnost' i kachestvo zerna ozimoj pshenicy sorta Brigady v zavisimosti ot agrotehnologij / A.A. Kvashin, A.V. Koval' // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 174.– S.315-320.
7. Kravcov, A.M. Vlijanie plodorodija pochvy, udobrenij i gerbicidov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoj pshenicy po razlichnym propashnym predshestvennikam / A.M. Kravcov, A.V. Zagorul'ko, N.N. Kravcova // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. – №74.–S.71-81.
8. Kravcov, A.M. Rol' plodorodija pochvy i sredstv himizacii zemledelija v formirovanii produktivnosti ozimoj pshenicy / A.M. Kravcov, A.V. Zagorul'ko, V.P. Vasil'ko, N.N. Kravcova // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017.–№64. – S.88-97.
9. Neshhadim, N.N. Sovremennye problemy kachestva zerna / N.N. Neshhadim, K.N. Gorpichenko, A.A. Kvashin // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.–2012. – №35. – S.338-342.
10. Neshhadim N.N. Urozhajnost' sortov ozimoj pshenicy pri razlichnyh agrotehnologijah v central'noj zone Kubani / N.N. Neshhadim, A.A. Kvashin, A.V. Koval' [i dr.] // Trudy. Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – №96. – S.234-241.
11. Skorobogatova A.S. Zavisimost' urozhajnosti i kachestva zerna ozimoj pshenicy ot tehnologij vzdelyvaniya na chernozeme vyshhelochennom v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja / A.S. Skorobogatova, N.N. Neshhadim, N.N. Filipenko [i dr.] // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №132. – S.1424-1441.
12. Fedulov, Ju.P. Vlijanie faktorov agrotehniki na fiziologo-biohimicheskie parametry rastenij ozimoj pshenicy, vzdelyvaemoj po razlichnym predshestvennikam / Ju.P. Fedulov, Ju.V. Podushin, A.V. Zagorul'ko, A.A. Makarenko, V.R.Urumjan // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – №74. – S.158-168.