

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ОТВАЛЬНОЙ И НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Е.И. СЕНИЧЕВ, младший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0001-3777-980X
E-mail: EugeneArt40@yandex.ru

ЛИПЕЦКИЙ НИИ РАПСА – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

В статье представлены результаты изучения особенностей формирования урожая и урожайность озимой пшеницы при отвальной и нулевой обработке почвы в условиях Московской области.

Урожайность – основной показатель эффективности агротехнических приемов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Обработка почвы является важным фактором, который влияет на величину урожая.

В последние годы в нашей стране активно распространились ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых сельскохозяйственных культур. Но в отечественной науке сложилось не однозначное отношение к этим технологиям.

В нынешних экономических условиях продолжается поиск наиболее эффективных технологий земледелия. Широкое распространение получили ресурсосберегающие технологии – технологии нулевой и минимальной обработок почвы. Нулевая обработка почвы и минимизация обработки почвы способны существенно снизить энергетические и трудовые затраты. Минимальные и нулевые обработки почвы можно рассматривать как альтернативный подход в системе обработки почвы. В то же время, минимальные и нулевые технологии обладают рядом неблагоприятных последствий: снижается фитосанитарное состояние посевов, развиваются грибные болезни и повышается засоренность посевов, увеличиваются расходы на пестициды.

В результате исследований проведена оценка эффективности сорта озимой пшеницы Тимирязевская юбилейная по хозяйственно ценным признакам и урожайности на различных типах обработки почвы.

Установлены связи урожайности, элементов структуры урожая с типами обработки почвы. Рассмотрено влияние типов обработки почвы на формирование емкости ценоза. Оценено влияние различной обработки почвы на продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы. Выявлены связи, влияющие на формирование высокой урожайности в конкретных условиях.

Ключевые слова: обработка почвы, урожайность, продуктивность, качество зерна, озимая пшеница.

Для цитирования: Сеничев Е.И. Особенности формирования урожая озимой пшеницы при отвальной и нулевой обработке почвы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 3(47):54-60. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-54-60

CHARACTERISTICS OF WINTER WHEAT YIELD FORMATION USING MOLDBOARD PLOWING AND NO-TILLAGE METHODS

E.I. Senichev

LRR I – THE BRANCH OF FSBSI, FSC, ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF OIL CROPS, LIPETSK

Abstract: *The present article examines the results of the research on winter wheat yield formation characteristics and crop yield indices applying moldboard plowing and no-tillage in the Moscow region conditions.*

Yield is the leading indicator of agricultural practice efficiency in crop cultivation process. Soil tillage is a crucial factor that affects crop yield. Recently, resource-saving technologies for grain crop cultivation have been actively introduced in our country. However, withing the scientific sphere of our country there is a dubious attitude towards these technologies.

In the current economic climate, the search for the most efficient farming technologies continues. Resource-saving technologies - technologies of no-tillage and minimum tillage - have become fairly widespread. No-tillage and minimization of soil tillage can substantially reduce energy and labor costs. Minimal tillage and no tillage can be considered as an alternative approach withing the soil tillage system. At the same time, minimal and no or zero tillage technologies have a number of negative consequences: crop phytosanitary index is getting lower, fungal diseases start developing, weed infestation of crops increases, the same is for pesticide costs.

Thus, the research produced the performance evaluation of Timirjazevskaja Jubilejnaja winter wheat variety, the evaluation of its economically valuable traits and yield using various types of tillage.

The connections between yield crop structure elements and soil tillage methods have been established. The influence of soil tillage methods on coenosis formation has been considered. The influence of different soil tillage methods on winter wheat growing season duration has been assessed. The connections that influence the formation of high yields in specific conditions have been revealed.

Keywords: tillage, yield, productivity, grain quality, winter wheat.

Введение

В российском агропромышленном комплексе основным направлением считается производство зерновой продукции. По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса в общей структуре посевных площадей пшеница занимает 30%, в том числе озимая пшеница – 21% [1].

Урожайность является основным показателем эффективности агротехнических приемов в технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур. Одним из важнейших факторов, влияющих на величину урожая, является обработка почвы, под воздействием которой изменяется структура почвы, ее водно-воздушный и питательный режимы, а также биогенность [2, 3].

Современные технологии возделывания озимой пшеницы направлены как на получение высоких урожаев зерна заданного качества, так и на снижение затрат при производстве. Поэтому все больший интерес у производителей вызывают ресурсосберегающие системы земледелия, основанные на минимальных и нулевых технологиях обработки почвы, включая прямой посев [4, 5].

В условиях классического (традиционного) земледелия, использование системы ресурсосберегающей (нулевой) обработки почвы при возделывании озимой пшеницы по предшественнику викоовсяная смесь на зеленый корм обеспечит: получение планируемой урожайности, сохранение и повышение почвенного плодородия, снижение себестоимости продукции и повышение рентабельности производства зерна [6].

Цель исследований – выявить особенности формирования урожая, определить урожайность и структуру урожая озимой пшеницы при ее возделывании в 4-польном зернопропашном севообороте (предшественник – викоовсяная смесь на зеленый корм) с использованием двух различных по интенсивности и характеру воздействия на почву приемов обработки дерново-подзолистой почвы: отвальная вспашка на глубину пахотного (20-22 см) горизонта (традиционная технология) и нулевая обработка (технология прямого посева).

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в условиях стационарного многолетнего опыта. Почва опытного участка представлена дерново-среднеподзолистыми почвами на моренных суглинках. По гранулометрическому составу – это легкий песчано-крупнопылеватый суглинок. По всей

толщине почвы встречаются валуны. По агрохимическому составу имеет следующие показатели: легкогидролизуемый азот (по Тюрину и Кононовой) – 35 мг/кг (что соответствует низкому уровню), P_2O_5 (по Кирсанову) – 200-250 мг/кг (высокое содержание), K_2O (по Кирсанову) – 150-200 мг/кг (повышенное). Данная почва содержит 2,1-2,5% гумуса и является слабокислой, $pH_{вод}$ составляет 5,8-6,2.

Из представленных данных агрохимического состава можно сделать вывод, что почва опытного участка является хорошо окультуренной (по содержанию гумуса в пахотном слое, величине pH и содержанию подвижных форм фосфора и калия). По содержанию подвижного фосфора почва относится к 5 классу (высокая степень обеспеченности), подвижного калия – к 4 классу (повышенная степень обеспеченности). Потребность почвы в известковании слабая, pH водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2 единиц. Таким образом, данная почва вполне пригодна для выращивания зерновых колосовых культур и получения их высокой урожайности.

Выращивание озимой пшеницы в условиях опыта по традиционной технологии включало отвальную вспашку на глубину 20-22 см (плуг Eur Opal), внесение основного удобрения, предпосевную обработку почвы (ZBC-30) и рядовой посев (сеялка Amazone D-9-30, междурядье 12 см).

В ресурсосберегающей технологии осуществляется прямой посев при нулевой обработке (сеялка Amazone DMC-Primer-3000, междурядье 18,8 см).

Норма высева семян озимой пшеницы на обоих вариантах опыта – 5,5 млн. всхожих семян/га. Для посева использовали репродукционные (РСт) семена, предназначенные для производства товарного зерна.

Удобрения сначала вносили перед посевом (200 кг комплексного минерального удобрения – азофоска, N16P16K16) в августе, а затем 2 азотные подкормки аммиачной селитрой: первая – весной, во время возобновления вегетации (в фазу кущения) и вторая в фазу колошения. Доза азота в каждую подкормку составляет 70 кг/га. Удобрения в подкормку вносят поверхностно. Для внесения удобрений используют Amazone ZAM-900.

Комплексная система защиты озимой пшеницы в опыте включает следующие мероприятия:

- 1) применение протравителей семян;
- 2) предпосевная обработка поля в прямом посеве гербицидом с действующим веществом глифосат;
- 3) осенняя обработка по всходам при появлении третьего листа баковой смесью: гербицид против двудольных + фунгицид (в 2019 г. использовали баковую смесь: Алистер Гранд, МЭ; 0,8 л/га + Амистар Экстра, СК; 0,8 л/га);
- 4) обработка посевов фунгицидами в фазу колошения;
- 5) обработка регуляторами роста против полегания пшеницы.

Для уборки урожая использовали селекционный комбайн Сампо-Ростов 2010 с шириной жатки 1,4 м. Она проводится в фазу полной спелости зерна с одновременным дробным учетом урожая. Была обеспечена 4-кратная повторность при учете урожая в каждом варианте опыта. Потом проводилась сортировка для получения чистого зерна, не содержащего сора и примесей, и сушка (до стандартной влажности – 14%).

Объектом исследований является озимая пшеница нового перспективного сорта – Тимирязевская юбилейная, прошедшая государственное сортоиспытание в 2022 году.

В течение вегетационного периода проводили визуальную оценку развития культуры. Во время уборки урожая отбирали образцы растений для анализа структуры урожая, который включает в себя: масса и длина стеблей, общая и продуктивная кустистость, количество колосьев, масса зерна с одного колоса, количество зерен с 1 колоса, масса 1000 зерен, а также определение биологической урожайности. Полученные данные позволят оценить также агротехнику возделывания культуры и внести в нее корректировки.

Уборка урожая озимой пшеницы проводилась в фазу полной спелости зерна.

Результаты и их обсуждение

Анализируя погодные условия в годы проведения исследований видно, что по температурному режиму наблюдались отклонения от среднесуточных данных, особенно в 2019-2020 гг. Зимний период характеризовался малыми отрицательными температурами и небольшим снежным покровом. Так же вегетация 2019-2020 гг. характеризовалась достаточным увлажнением, которое находилось на уровне со среднесуточными данными. Подводя итог по метеорологическим условиям за исследуемые года, можно заключить что по обеспечению влагой и теплом, более благоприятным был 2019-2020 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия за 2018-2020 гг.

Год	Месяц											Среднее за вегетацию
	Сент.	Окт.	Ноя.	Дек.	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	
Среднесуточная температура воздуха, °С												
Климатическая норма	11,0	5,0	-1,2	-6,0	-9,3	-7,6	-2,1	5,9	13,1	16,8	18,3	3,9
2018-2019 гг.	14,8	7,6	-0,5	-5,4	-6,4	-1,4	0,8	8,3	16,1	19,6	16,7	6,4
2019-2020 гг.	12,4	8,8	1,9	0,9	0,1	-0,1	4,0	4,9	11,7	18,9	18,6	7,5
Осадки, мм												
Климатическая норма	65,0	60,0	59,0	55,0	43,0	36,0	35,0	44,0	53,0	77,0	91,0	56,2
2018-2019 гг.	76,1	53,8	16,0	48,5	61,4	28,6	38,6	7,6	58,3	54,6	63,9	46,1
2019-2020 гг.	10,8	58,9	35,7	30,7	50,3	40,9	47,7	24,5	54,2	66,9	60,2	43,7

За весь период вегетации культуры проводились фенологические наблюдения, определялась продолжительность вегетации озимой пшеницы в условиях опыта и метеорологических условиях года.

Озимая пшеница хорошо перезимовала, рано возобновила весеннюю вегетацию. Благоприятная погода в апреле и мае способствовала дальнейшему быстрому росту и развитию. Умеренное количество осадков сопровождало цветение, формирование, налив и созревание зерна пшеницы.

По годам исследований существенной разницы по длине вегетационного периода не наблюдалось (табл. 2).

Таблица 2

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений озимой пшеницы

Фенологические фазы	Календарная дата наступления фенофазы		Продолжительность межфазных периодов, дней		Формирование элементов продуктивности
	2018-2019 гг.	2019-2020 гг.	2018-2019 гг.	2019-2020 гг.	
Посев	3 сентября	2 сентября	-	-	-
Всходы	10 сентября	9 сентября	7	7	Густота стояния растений
Начало осеннего кушения	19 сентября	21 сентября	9	12	Габитус растения (высота, число листьев), число члеников колосового стержня и колосков в колосе
Окончание осенней вегетации	25 октября	26 октября	36	36	
Возобновление весенней вегетации, кушение	8 апреля	9 апреля	165	166	
Выход в трубку (стеблевание)	13 мая	8 мая	35	30	Число цветков в колосках, фертильность цветков
Колошение	22 мая	20 мая	9	12	Фертильность цветков
Цветение	28 мая	30 июня	6	10	
Молочная спелость	2 июня	7 июня	5	7	Озерненность колоса
Восковая спелость	24 июня	28 июля	22	21	Размер зерновки
Полная спелость (уборка)	6 июля	20 июля	12	14	Масса зерновки
Вегетационный период	-	-	306	315	-

Период вегетации озимой пшеницы в 2018-2019 гг. составил 306 дней, 2019-2020 гг., от посева до полной спелости зерна составил 315 дней.

В целом наблюдаются незначительные удлинения межфазных периодов в вегетационном периоде 2020 г. по отношению к 2019 г., но общая продолжительность вегетации была практически одинаковой.

В 2019 г., при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии, была получена урожайность зерна – 3,59 и 7,46 т/га фактическая (хозяйственная) и биологическая урожайность соответственно. Урожайность зерна в технологии прямого посева (нулевая обработка почвы) была значительно меньше – на 1,04 т/га (на 30%) меньше фактическая урожайность и на 2, 22 т/га (также на 30 %) – биологическая урожайность (табл. 3).

Таблица 3

Хозяйственная и биологическая урожайность озимой пшеницы

Обработка почвы	Урожайность зерна, т/га			Продуктивные побеги, шт./м ²
	хозяйственная	биологическая	контроль	
2019 г.				
Отвальная вспашка	3,59±0,19	7,46±0,91	1,17±0,13	638±30
Нулевая обработка	2,55±0,16	5,24±0,40	1,60±0,11	328±13
2020 г.				
Отвальная вспашка	6,8±0,3	8,83±0,28	3,98±0,44	818±43
Нулевая обработка	6,0±0,4	7,98±0,74	4±0,21	691±89

2020 г. оказался более урожайным, по традиционной технологии была получена наиболее высокая в условиях опыта урожайность зерна – 6,8 и 8,83 т/га фактическая (хозяйственная) и биологическая урожайность соответственно. Урожайность зерна в технологии прямого посева (нулевая обработка почвы) была меньше – на 0,8 т/га меньше фактической урожайности и на 0,85 т/га – биологическая урожайность.

Так же наблюдается закономерное влияние азотных удобрений на урожай озимой пшеницы сорта Тимирязевская юбилейная. На контрольных вариантах по двум технологиям обработки почвы, были получены меньшие урожайности по годам исследований.

Одним из важных показателей эффективности агротехнических приемов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, как и технологии в целом, является такой показатель, как количество зерен, полученных с единицы площади – емкость ценоза (табл. 4).

Исходя из данных таблицы 4 видно, что в варианте опыта с отвальной вспашкой озимая пшеница показывает значительно лучшие результаты по данному, в последнее время, значимому показателю. В 2020 г., на отвальной вспашке, удалось добиться значений равных практически 2 зернам с каждого см², что считается очень хорошим результатом.

Таблица 4

Емкость ценоза

Показатель	Обработка почвы			
	Отвальная вспашка		Нулевая обработка	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Емкость ценоза, шт. зерен/м ²	17852	19694	11704	16314

На нулевой обработке этот показатель чуть меньше и равен 1,6 зерна/см². По отношению к 2019 г., на отвальной вспашке емкость ценоза увеличилась на 1,1 раза, а на нулевой обработке в 1,4 раза.

Рассмотрим отдельные элементы структуры урожая, 2020 г., озимой пшеницы в сравнении с 2019 годом (табл. 5).

Высота побегов: 2020 г. был более благоприятным по климатическим условиям, а особенно по влагообеспеченности, благодаря чему удалось получить более высокие побеги по всей длине вегетации, по сравнению с 2019 г.

Элементы структуры урожая озимой пшеницы

Показатели	Обработка почвы			
	Отвальная вспашка		Нулевая обработка	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Высота побегов, см	71±2,28	81±3	66±1,43	80±3
Продуктивные побеги, шт./м ² :	638±30	818±43	328±13	691±89
- главный побег	446±49	729±31	254±11	626±81
- побеги кущения	192±25	85±17	74±5	65±16
- контроль	-	523±86	-	478±98
Масса зерна с 1 колоса, г:	1,38±1,19	1,62±0,09	1,51±0,18	1,64±0,13
- главный побег:	-	1,16±0,03	-	1,27±0,11
- побеги кущения:	-	0,46±0,08	-	0,34±0,07
- контроль	-	1,29±0,15	-	1,00±0,00
Число зерен с 1 колоса, шт.:	34±2,23	43±1	42±1,96	45±2
- контроль	-	38±4	-	39±6
Масса 1000 зерен, г:	44,26±1,60	50,04±0,94	47,53±1,49	51,26±0,48
- контроль	-	47,09±1,38	-	51,00±4,00
Масса снопа без корней, г:	-	207,79±19,14	-	156,09±18,15
- контроль	-	130,63±44,42	-	111,00±37,00
К хоз	-	0,42	-	0,53

Число продуктивных побегов является во многом определяющим показателем, оказывающим наибольшее влияние на величину урожая. Так, в 2020 г. общее количество продуктивных побегов составило 818 шт./м² на отвальной вспашке и 691 шт./м² на нулевой обработке. По отношению к 2019 г. традиционная вспашка была лучше в 1,3 раза, а нулевая обработка в 2,1 раза.

Масса и число зерен с 1 колоса так же не менее важный показатель, который влияет на урожайность. Здесь наблюдается такая же ситуация. В 2020 г. по обеим технологиям обработки почвы были получены лучшие результаты, чем в 2019 г., а именно 1,38 г зерна с колоса в 2019 г. против 1,62 г в 2020 г. на отвальной вспашке и 1,51 г против 1,64 г на нулевой обработке. Такая же ситуация и с числом зерен с одного колоса. В 2019 г. масса зерен с одного колоса составила 34 г на отвальной вспашке, а на нулевой обработке 42 г, в 2020 г. эти показатели были равны 43 г и 45 г соответственно.

Выводы

1. Погодные условия имели влияние на формирование урожая озимой пшеницы и в 2019-2020 гг. удалось получить более высокую урожайность.
2. На длину вегетационного периода влияния обработок почвы не выявлено.
3. Хозяйственная и биологическая урожайность на контрольном варианте в 2020 году была существенно выше, чем в 2019 г., за счет формирования большего количества продуктивных побегов. Рассматривая каждую обработку по отдельности видно, что и в 2019 и 2020 гг. традиционная обработка почвы имела преимущества по сравнению с нулевой обработкой почвы.
4. Такие же результаты наблюдаются в показателе емкости ценоза и по элементам структуры урожая, традиционная обработка почвы имела преимущества, существенно заметные в 2020 г.

Таким образом, общепринятая традиционная технология возделывания озимой пшеницы в проведенных исследованиях на дерново-подзолистой почве имела преимущества по влиянию на урожайность в сравнении с технологией прямого посева (нулевая обработка почвы).

Литература

1. Баринаева Е. В., Кульчикова Ж.Т. Приоритетные направления развития производства яровой и озимой пшеницы в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3 (48). – С. 92-97.
2. Егоров Н. М., Зеленев А.В., Беленков А.И. Эффективность основной обработки почвы и сортов при выращивании озимой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (220). – С. 50-57. DOI 10.53083/1996-4277-2023-220-2-50-57.
3. Бобкова Ю.А. Изменение урожайности и качества полевых культур в зависимости от приема основной обработки почвы // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 3(78). – С. 3-8. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2019.3.3.
4. Вильчевский А.В. Обоснование применения минимальной обработки почвы // Общество. – 2021. – № 3 (22). – С. 21-24.
5. Синешкоков В.Е., Васильева Н.В., Дудкина Е.А. Роль погодных условий в формировании продуктивности колосовых культур при минимизации зяблевой обработки // АПК России. – 2018. – Т. 25, – № 2. – С. 228-233.
6. Борин А.А. Лощинина А.Э. Технологии возделывания полевых культур при уменьшении интенсивности воздействия на почву // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: Сборник тезисов докладов участников II Международной научно-практической конференции, Керчь, 19-23 мая 2021 года / Под общей редакцией Е.П. Масюткина. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», – 2021. – С. 74-77.

References

1. Barinova E. V., Kul'chikova Zh.T. Prioritetnye napravlenija razvitiija proizvodstva jarovoj i ozimoj pshenicy v Rossii [Priority areas of development of spring and winter wheat production in Russia] // *Economy, labor, management in agriculture*. - 2019. - No. 3(48). - pp. 92-97. (In Russian)
2. Egorov N. M., Zelenev A.V., Belenkov A.I. Jefferktivnost' osnovnoj obrabotki pochvy i sortov pri vyrashhivanii ozimoj pshenicy [Efficiency of the main soil tillage and varieties in winter wheat cultivation] // *Bulletin of Altai State Agricultural University* - 2023. - No. 2 (220). - pp. 50-57. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-220-2-50-57. (In Russian)
3. Bobkova Ju.A. Izmenenie urozhajnosti i kachestva polevyh kul'tur v zavisimosti ot priema osnovnoj obrabotki pochvy [Changes in yield and quality of field crops depending on the method of the basic soil treatment] // *Bulletin of agrarian science*. - 2019. - No. 3 (78). - pp. 3-8. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2019.3.3. (In Russian)
4. Vil'chevskij A. V. Obosnovanie primenenija minimal'noj obrabotki pochvy [Rationale for minimal soil tillage use // *Obshhestvo*. - 2021. - No. 3(22). - pp. 21-24. (In Russian)
5. Sineshhekov V.E., Vasil'eva N.V., Dudkina E.A. Rol' pogodnyh uslovij v formirovanii produktivnosti kolosovyh kul'tur pri minimizacii zjablevoj obrabotki [The role of weather conditions in ear-forming crops yield formation while minimizing autumn tillage] // *APK Rossii*. - 2018. - V. 25, No. 2. - pp. 228-233. (In Russian)
6. Borin A.A. Loshhinina A.Je. Tehnologii vozdelevanija polevyh kul'tur pri umen'shenii intensivnosti vozdeystvija na pochvu [Field crops cultivation technologies decreasing the intensity of impact on the soil] // *Innovacionnye napravlenija integracii nauki, obrazovanija i proizvodstva : Sbornik tezisov dokladov uchastnikov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Kerch', 19–23 maja 2021 goda* [Innovative areas for the integration of science, education and production: Collection of abstracts of the reports from the participants of the II International Scientific and Practical Conference, Kerch, May 19–23, 2021] / Pod obshhej redakciej E.P. Masjutkina. [Under the general editorship of E.P. Masyutkin]. - Kerch': FGBOU VO «Kerchenskij gosudarstvennyj morskoy tehnologicheskij universitet» [the Kerch State Marine Technology University], 2021. - pp. 74-77. (In Russian)