

*На правах рукописи*

МАТВЕЕВ АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
И УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2015

Работа выполнена на кафедре растениеводства и селекции  
имени Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный  
аграрный университет» в 2011–2014 гг.

**Научный руководитель:** **Дридигер Виктор Корнеевич,**  
заместитель директора Ставропольского  
НИИСХ по инновационной деятельности,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Бельтюков Леонид Петрович,**  
профессор кафедры агрономии и селекции  
сельскохозяйственных растений  
Азово-Черноморского инженерного института  
Донского ГАУ, доктор сельскохозяйственных  
наук, профессор

**Беляков Александр Михайлович,**  
заместитель директора Всероссийского НИИ  
агролесомелиорации, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор

**Ведущая организация:** **Федеральное государственное бюджетное  
учреждение «Краснодарский  
научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства»**

Защита диссертации состоится \_\_\_ декабря 2015 г. в \_\_\_ часов на заседа-  
нии диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГБОУ ВПО «Ставрополь-  
ский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставро-  
поль, пер. Зоотехнический, 12, аудитория № 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Став-  
ропольский государственный аграрный университет», а с авторефератом –  
на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии <http://vak.ed.gov.ru>  
и на официальном сайте университета: [www.stgau.ru](http://www.stgau.ru)

Автореферат разослан \_\_\_\_ октября 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор с.-х. наук, доцент

**Шутко Анна Петровна**

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В последние годы всё большее распространение получает технология возделывания озимой пшеницы без обработки почвы (прямой посев), которая позволяет существенно сократить затраты на производство продукции и тем самым повысить экономическую эффективность растениеводства.

В связи с этим большой научный и практический интерес вызывает эффективность возделывания озимой пшеницы по технологии прямого посева, которую в Ставропольском крае высевают на площади более 1,5 млн га.

**Цель исследований** – изучить влияние традиционной технологии и технологии прямого посева, а также расчетных и рекомендованных доз внесения минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучить влияние традиционной технологии и технологии прямого посева на агрофизические свойства чернозема выщелоченного;
- установить влияние технологии возделывания и различных доз минеральных удобрений на процессы формирования урожая, особенности фотосинтетической деятельности и засорённость посевов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы;
- определить экономическую эффективность традиционной технологии и технологии прямого посева озимой пшеницы с внесением рекомендованных и расчётных доз минеральных удобрений.

**Научная новизна** состоит в том, что впервые на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья изучено влияние технологии прямого посева на агрофизические свойства почвы, рост, развитие, урожайность и хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы; определена экономическая эффективность технологии возделывания и доз минеральных удобрений под эту культуру.

**Практическая значимость.** В результате полевых, лабораторных исследований и экономических расчётов производству даны рекомендации по технологии возделывания озимой пшеницы и дозам внесения минеральных удобрений на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

Результаты исследований внедрены в Учебно-опытном хозяйстве Ставропольского государственного аграрного университета на площади 320 га с годовым экономическим эффектом 1,5 млн рублей.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- технология прямого посева обеспечивает большее накопление продуктивной влаги в почве, но вызывает переуплотнение чернозема выщелоченного;
- закономерности формирования урожая, особенности фотосинтетической деятельности и засорённости посевов, урожайность и качество продукции озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и удобрений;
- экономическая эффективность технологий возделывания озимой пшеницы и доз внесения минеральных удобрений на черноземе выщелоченном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

**Апробация работы.** Материалы диссертации доложены на международных (Одесса, 2011, 2012, 2013) и краевых научно-практических конференциях (Ставрополь, 2012, 2013). По материалам исследований опубликовано 9 научных работ, в том числе 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объём работы.** Диссертация изложена на 158 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, выводов, предложений производству и приложений. Иллюстрационный материал включает 31 таблицу и 22 приложения. Список литературы содержит 178 наименований, в том числе 4 иностранных.

## **2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Полевые опыты проводили на экспериментальном поле опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета в многолетнем стационарном опыте в 2011–2014 гг. Территория опытного участка относится к зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья, характеризующейся континентальностью, неустойчивым увлажнением в течение года (ГТК – 0,9–1,1) и довольно высокой теплообеспеченностью вегетационного периода. Годовое количество осадков составляет 450–550 мм. В основном осадки выпадают весной и летом. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 5 °С колеблется от 3200 до 3400 °С.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были характерными для зоны. Более благоприятные условия увлажнения сложились в 2013–2014 сельскохозяйственном году, когда при среднемноголетней норме 623 мм выпало 649 мм осадков. Самым засушливым был 2011–2012 год – 531 мм, в 2012–2013 году выпало 612 мм осадков.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный мощный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном горизонте 5,5 %. Содержание в почве подвижного фосфора 22 мг, обменного калия – 250 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной, рН = 6,7. Но, обладая высоким природным плодородием, выщелоченные черноземы подвержены слеживаемости пахотного горизонта и уплотнению почвенного профиля, отличаются вязкостью и липкостью.

Предшественником в опыте был озимый рапс. После уборки предшественника почву по традиционной технологии обрабатывали комбинированным агрегатом АКМ-6,3 на глубину 10–12 см. Предпосевную культивацию проводили культиватором КПС-4. По технологии прямого посева почву не обрабатывали, но за 5–7 дней до посева деланки опрыскивали гербицидом сплошного действия Торнадо.

Посев озимой пшеницы сорта Зустріч по традиционной технологии осуществляли сеялкой СЗ-3,6, по необработанной почве – сеялкой прямого посева Берегиня. В обоих случаях способ посева сплошной рядовой с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян 5–6 см.

При обеих технологиях возделывания в контрольном варианте удобрения не вносили. Рекомендованную дозу удобрений ( $N_{40}P_{40}$ ) вносили сеялкой одновременно с посевом и в весеннюю подкормку разбросным способом. Расчётную дозу удобрений ( $N_{68}P_{78}$ ) – из расчёта получения 5 т/га зерна озимой пшеницы вносили частями: вразброс перед посевом озимой пшеницы, одновременно с посевом и в весеннюю подкормку разбросным способом.

Для борьбы с сорняками посеvy озимой пшеницы в фазе кушения обрабатывали гербицидом Пума 75 в дозе 0,8 л/га и в фазе колошения против болезней проводили обработку посевов баковой смесью фунгицидов – Феразим, КС (0,6 л/га) + Альтер, КЭ (0,1 л/га).

Опыт двухфакторный  $2 \times 3$ , расположение деланок двухъярусное, повторность опыта – трехкратная, размещение вариантов – организованные повторения, общая площадь деланки 750 м<sup>2</sup>, учетная 112 м<sup>2</sup>.

Фенологические наблюдения, подсчёт густоты стояния растений, количества и массы сорняков по видам и фазам развития озимого рапса проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971). Площадь листовой поверхности определяли методом высечек и использовали в дальнейшем при определении параметров ассимиляционной активности растений (Нечипорович и др., 1961). Учет урожая сплошной, поделяночный – путем обмолота комбайном Сампо-500.

Перед посевом, во время весеннего отрастания и перед уборкой определяли влажность почвы на глубину 1 м (послойно через 10 см) термостатно-весовым методом (Кауричев, 1986). Одновременно отбирали образцы почвы для химического анализа на содержание элементов питания. Нитратный азот определяли по Грандваль – Ляжу, подвижный фосфор – по Мачигину, обменный калий – фотоколлометрическим методом (Аринушкина, 1970). Плотность почвы в слое 0–30 см (послойно через 10 см) определяли методом режущего кольца (Доспехов и др., 1987).

Технологические показатели качества зерна: массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842–89, количество и качество клейковины – ГОСТ 13586.1–68. Общая оценка качества зерна сделана по ГОСТ Р 52554–2006. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов, 2011; Томилов, 1987).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**3.1. Плотность почвы.** Перед посевом озимой пшеницы по традиционной технологии верхний (0–10 см) слой почвы в среднем за годы исследований имел плотность сложения  $1,15 \text{ г/см}^3$ . Ниже лежащий слой (10–20 см), несмотря на рыхление рабочими органами, имел более высокую плотность –  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Слой почвы 20–30 см еще более уплотнен, что, видимо, связано с его уплотнением почвообрабатывающими орудиями (таблица 1).

При посеве озимой пшеницы без обработки почвы рабочими органами сеялки разрыхляется только верхний слой почвы на глубину 8–10 см. Поэтому и в силу физических свойств чернозёма выщелоченного, предрасположенного к самоуплотнению, плотность всех исследуемых горизонтов перед посевом значительно выше, чем по традиционной технологии, и составляет в слое 0–10 см  $1,29 \text{ г/см}^3$ , в слое 10–20 см –  $1,36$ , в слое 20–30 см –  $1,44 \text{ г/см}^3$ .

Таблица 1 – Влияние технологии возделывания на плотность почвы в течение вегетации озимой пшеницы, г/см<sup>3</sup> (среднее за 2011–2014 гг.)

Технология	Слой почвы, см	Время определения			Среднее
		Перед посевом	Весеннее отрастание	Полная спелость	
Традиционная	0–10	1,15	1,18	1,23	<b>1,19</b>
	10–20	1,28	1,33	1,33	<b>1,31</b>
	20–30	1,32	1,35	1,34	<b>1,34</b>
	<b>0–30</b>	<b>1,25</b>	<b>1,29</b>	<b>1,30</b>	<b>1,25</b>
Прямой посев	0–10	1,29	1,31	1,37	<b>1,32</b>
	10–20	1,36	1,38	1,39	<b>1,38</b>
	20–30	1,44	1,42	1,44	<b>1,43</b>
	<b>0–30</b>	<b>1,36</b>	<b>1,37</b>	<b>1,40</b>	<b>1,38</b>

Во время весеннего возобновления вегетации, несмотря на промачивание почвы талыми водами и выпадающими осадками, её плотность по обеим технологиям увеличивалась, но при традиционной технологии она в слое 0–30 см в среднем составляла 1,29, при прямом посеве – 1,37 г/см<sup>3</sup>, или на 0,12 г/см<sup>3</sup> (9,3 %) больше.

К полной спелости весь тридцатисантиметровый слой ещё больше уплотнялся, особенно при возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева, где плотность сложения от 1,37 г/см<sup>3</sup> в верхнем десятисантиметровом слое до 1,44 г/см<sup>3</sup> в слое 20–30 см, что на 0,14 и 0,10 г/см<sup>3</sup> больше, чем в соответствующих горизонтах почвы при традиционной технологии.

Такая закономерность наблюдалась во все годы исследований. При этом при прямом посеве от 2011–2012 к 2013–2014 году наблюдалось увеличение плотности почвы, когда почва не обрабатывалась 3 и 5 лет. Следует заметить, что и при традиционной технологии, где ежегодно проводится основная и предпосевная обработки почвы, также наблюдается небольшое увеличение плотности почвы по годам исследований. Возможно, это связано с особенностями режима увлажнения в годы исследований, когда перед посевом выпадали обильные осадки, которые и вызвали некоторое уплотнение почвы при возделывании озимой пшеницы по обеим технологиям.

Однако если при традиционной технологии плотность тридцатисантиметрового слоя почвы в среднем увеличивалась до 1,30–1,33 г/см<sup>3</sup>,

то при прямом посеве она составила 1,38–1,40 г/см<sup>3</sup>, а к полной спелости в 2014 году достигла 1,42 г/см<sup>3</sup>. Такая плотность сложения является чрезмерной и отрицательно сказывается на росте, развитии и урожайности возделываемых культур.

**3.2. Обеспеченность растений влагой и элементами питания.** В течение всего периода вегетации при возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева в метровом слое почвы содержалось больше продуктивной влаги, чем по традиционной технологии (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние технологии возделывания и удобрений на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы под озимой пшеницей, мм

(среднее за 2011–2014 гг.)

Удобрение	Перед посевом		Весеннее кущение		Полная спелость	
	Традиционная	Прямой посев	Традиционная	Прямой посев	Традиционная	Прямой посев
Без удобрений	100	113	136	161	90	94
Рекомендованное	100	109	138	162	78	88
Расчетное	102	112	155	169	74	84
<b>Среднее</b>	<b>101</b>	<b>112</b>	<b>143</b>	<b>164</b>	<b>81</b>	<b>89</b>

В фазе весеннего кущения продуктивной влаги содержалось на 21 мм, или на 14,7 %, больше, чем по традиционной технологии. Такая прибавка влаги существенна и математически доказуема. К фазе полной спелости разница уменьшилась, но была она в пользу технологии прямого посева.

Перед посевом содержание нитратного азота по обоим технологиям без внесения удобрений было очень низким – 5,9–6,8 мг/кг почвы. Внесение азотных удобрений в рекомендованной дозе повысило этот показатель в верхнем слое почвы до 21,3–23,5, расчётной – до 24,2–24,8 мг/кг. Содержание подвижного фосфора без внесения удобрений в пахотном слое почвы также было на низком уровне – 12,1–13,1 мг/кг почвы. Внесение фосфорных удобрений повысило его содержание до среднего – 23,8–27,3 мг/кг.

Перед уборкой содержание доступных для растений элементов питания снизилось по всем вариантам опыта, особенно нитратного азота по удобрённым фонам. На содержание обменного калия технологии возделывания и удобрения влияния не оказали.



**3.3. Полевая всхожесть и сохранность растений.** При возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева на её поверхности находится от 0,86 до 1,30 т/га растительных остатков озимого рапса, которые способствуют большему накоплению и лучшему сохранению продуктивной влаги к посеву озимой пшеницы по сравнению с традиционной технологией с применением обработки почвы (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние технологии возделывания и удобрений на полевую всхожесть семян озимой пшеницы (среднее за 2011–2013 гг.)

Технология	Удобрение	Доступная влага в 0–20 см слое, мм	Кол-во всходов, шт/м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Период появления всходов, дней
Традиционная	без удобрений	20,7	390	86,7	7
	рекомендованное	21,9	398	88,5	7
	расчетное	22,8	413	91,8	7
	<b>среднее</b>	<b>21,8</b>	<b>401</b>	<b>89,0</b>	<b>7</b>
Прямой посев	без удобрений	25,5	362	80,5	9
	рекомендованное	26,3	374	83,1	9
	расчетное	26,3	381	84,7	9
	<b>среднее</b>	<b>26,0</b>	<b>372</b>	<b>82,8</b>	<b>9</b>

Однако при этой технологии полевая всхожесть семян и количество всходов озимой пшеницы меньше, а время появления всходов на дневной поверхности почвы на 2 дня дольше, чем при традиционной технологии. Внесение удобрений повышало полевую всхожесть семян по обеим технологиям, но выше она была при посеве по традиционной технологии.

В течение вегетации большая гибель растений по обеим технологиям наблюдалась в зимнее время. Но по традиционной технологии выпадало 7,0, а при прямом посеве 9,0 % растений. К полной спелости сохранялось соответственно 87,9 и 85,2 % растений от количества взшедших.

**3.4. Рост и развитие растений.** Перед уходом в зиму наибольшие биометрические показатели имели растения озимой пшеницы при её возделывании по традиционной технологии (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние технологии возделывания и удобрений на биометрические показатели растений озимой пшеницы перед уходом в зиму

(среднее за 2011–2013 гг.)

Технология	Удобрение	Сырая масса, г		Площадь листьев	
		1 м <sup>2</sup> посева	1 растения	м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1 растения, см <sup>2</sup>
Традиционная	без удобрений	367	0,95	1,81	46,7
	рекомендованное	404	1,02	2,19	55,3
	расчетное	419	1,03	2,34	57,4
	<b>среднее</b>	<b>397</b>	<b>1,00</b>	<b>2,11</b>	<b>53,1</b>
Прямой посев	без удобрений	299	0,85	1,38	38,9
	рекомендованное	318	0,87	1,62	44,2
	расчетное	330	0,88	1,71	45,4
	<b>среднее</b>	<b>315</b>	<b>0,87</b>	<b>1,57</b>	<b>42,9</b>

Вносимые удобрения повышали вегетативную массу и площадь листовой поверхности. Тем не менее эти показатели были выше при посеве озимой пшеницы по традиционной технологии, где площадь листьев от применения удобрений увеличилась с 1,81 до 2,19 и 2,34 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, тогда как по технологии прямого посева этот показатель увеличился с 1,38 до 1,61 и 1,72 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. При этом площадь листьев 1 растения на удобренных фонах по традиционной технологии составила 55,3–57,4 см<sup>2</sup>, что на 10,9–12,0 см<sup>2</sup>, или на 19,7–20,9 %, больше, чем по технологии прямого посева.

Нами установлена тесная корреляционная зависимость между вегетативной массой растений перед уходом в зиму и продолжительностью периода от появления всходов до наступления холодов –  $r = 0,687$ . При этом нет связи с количеством выпадающих за это время осадков ( $r = 0,187$ ), что можно объяснить выпадением обильных осадков перед посевом озимой пшеницы, которых было достаточно для роста и развития растений в осенний период.

Лучше развитые с осени растения озимой пшеницы имели и большие биометрические показатели после весеннего возобновления вегетации. В течение всего вегетационного периода большую сырую массу формировали растения, возделываемые по традиционной технологии (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику сырой массы посевов озимой пшеницы, г/м<sup>2</sup> (среднее за 2012–2014 гг.)

Технология	Удобрение	Фенологическая фаза				
		Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Полная спелость
Традиционная	без удобрений	432	842	1047	992	927
	рекомендованное	461	912	1125	1083	993
	расчетное	473	927	1170	1123	1051
	<b>среднее</b>	<b>455</b>	<b>894</b>	<b>1114</b>	<b>1066</b>	<b>990</b>
Прямой посев	без удобрений	342	732	823	783	761
	рекомендованное	356	747	890	833	843
	расчетное	363	788	952	876	873
	<b>среднее</b>	<b>354</b>	<b>756</b>	<b>888</b>	<b>831</b>	<b>826</b>

Внесение минеральных удобрений повышало вегетативную массу растений в течение всего периода вегетации, но больше она всё равно по традиционной технологии. Следует заметить, что надземная биомасса растений озимой пшеницы возрастает до фазы колошения, после этого она начинает постепенно уменьшаться.

**3.5. Фотосинтетическая деятельность посевов.** С начала возобновления весенней вегетации самая маленькая площадь листовой поверхности озимой пшеницы наблюдалась при её возделывании по технологии прямого посева без внесения удобрений – 1,37 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Применение рекомендованной дозы удобрений обеспечило повышение площади листьев до 1,69, внесение расчётной дозы – до 1,77 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Однако по всем трём дозам вносимых удобрений большую площадь ассимиляционной поверхности имели посевы озимой пшеницы по традиционной технологии – 2,03 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> без внесения удобрений, 2,36 и 2,42 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> при внесении рекомендованной и расчётной доз минеральных удобрений.

По мере прохождения фенологических фаз площадь листьев по всем вариантам опыта увеличивалась до максимальных значений в фазе колошения – 3,34 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> по традиционной технологии и 2,73 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> по технологии прямого посева. После прохождения этой фазы площадь листовой поверхности уменьшалась за счёт старения растений и отмирания листьев.

Благодаря большей площади листьев более высокого фотосинтетического потенциала достигали посевы озимой пшеницы по традиционной технологии – 2,18–2,62 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ , тогда как по технологии прямого посева он составил 1,56–2,04 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ .

Динамика формирования фотосинтетического потенциала в течение вегетации в среднем по всем вариантам опыта была следующей: осенняя вегетация – 249,3–420,5 тыс.  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ , или 16,1 %, весеннее возобновление вегетации – колошение – 190,8–317,5 тыс.  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ , или 12,2 % к суммарному фотосинтетическому потенциалу.

Наибольшее нарастание фотосинтетической мощности отмечалось в межфазные периоды выход в трубку – колошение и колошение – молочная спелость. В этот период, как и в течение всей вегетации, максимальный фотосинтетический потенциал был по традиционной технологии с внесением расчётной дозы минеральных удобрений 814,9 и 1062,6 тыс.  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ . Самые низкие показатели фотосинтетического потенциала отмечались при прямом посеве без внесения удобрений – 568,3 и 693,2 тыс.  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ .

В годы исследований самый низкий фотосинтетический потенциал формировали посевы озимой пшеницы в 2012 году – 1,43–1,62 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$  по традиционной технологии и 1,05–1,25 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$  по технологии прямого посева. Это связано с недостатком влаги из-за малого количества осадков в течение вегетации. В более благоприятных по увлажнению 2013 и 2014 гг. фотосинтетический потенциал был значительно больше и по традиционной технологии составил 2,48–3,20 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ , по технологии прямого посева – 1,79–2,52 млн  $\text{м}^2 \times \text{сут}/\text{га}$ .

Имея довольно хорошо развитый листовой аппарат, растения озимой пшеницы уже в фазе выхода в трубку сформировали от 101,6 до 141,6  $\text{г}/\text{м}^2$  абсолютно сухого вещества (таблица 6).

С развитием ассимиляционной поверхности растения к фазе колошения накапливали 44,3–53,1 % массы сухого вещества от максимальной в фазе полной спелости.

Максимальное накопление сухого вещества растениями озимой пшеницы в фазе полной спелости зерна было по традиционной технологии с внесением расчётной дозы удобрений – 795,5  $\text{г}/\text{м}^2$ . Значительно меньше – на 141,0  $\text{г}/\text{м}^2$ , или 17,7 %, было накоплено сухого вещества при внесении той же дозы удобрений по технологии прямого посева. Меньше всего было накоплено сухого вещества при прямом посеве без удобрений – 578,4  $\text{г}/\text{м}^2$ , что на 132,3  $\text{г}/\text{м}^2$ , или на 18,6 %, меньше, чем по традиционной технологии.

Таблица 6 – Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику накопления сухого вещества посевами озимой пшеницы, г/м<sup>2</sup> (среднее за 2011–2014 гг.)

Технология	Удобрение	Фенологическая фаза				
		Уход в зиму	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Традиционная	без удобрений	58,7	76,5	135,0	338,2	710,7
	рекомендованное	62,2	74,7	138,2	378,1	773,8
	расчетное	67,4	78,0	141,6	405,9	795,5
	<b>среднее</b>	<b>62,8</b>	<b>76,4</b>	<b>138,3</b>	<b>407,4</b>	<b>767,0</b>
Прямой посев	без удобрений	49,7	59,2	101,6	246,9	578,4
	рекомендованное	47,5	60,9	104,0	275,8	636,2
	расчетное	50,8	63,9	109,5	305,5	654,5
	<b>среднее</b>	<b>49,4</b>	<b>61,4</b>	<b>105,0</b>	<b>276,1</b>	<b>623,0</b>

**3.6. Засорённость посевов.** Во все годы исследований наблюдался смешанный тип засорённости. На всех вариантах опыта произрастали зимующие сорняки – пастушья сумка (*Capsela bursa pastoris* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), василёк синий (*Centaurea cyanus* L.), хориспора нежная (*Chorispora tenella* (Pall.) DC). Среди яровых сорняков встречались такие виды, как марь белая (*Chenopodium album* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* L.), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisifolia* L.), щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus* L.), мышей сизый (*Setaria glauca* L.), а также многолетние сорняки – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) и бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.). Однако видовой состав и количество сорняков отличались по годам и периодам вегетации.

В 2011–2012 году во время осенней вегетации вегетировало от 4 до 10 шт/м<sup>2</sup> сорняков. Во время весеннего кушения в посевах озимой пшеницы появлялось от 4 до 19 шт/м<sup>2</sup> яровых сорняков. Преобладающими видами были василёк синий – 19 шт/м<sup>2</sup> и марь белая – 17 шт/м<sup>2</sup>. В 2012–2013 году также преобладали василёк синий и марь белая, встречались подмаренник цепкий, ромашка ободранная и пастушья сумка. В фазе колошения в посевах вегетировали поздние яровые сорняки: амброзия полыннолистная, вьюнок полевой и мышей сизый. В 2013–2014 году видовой состав сорных растений не изменился, хотя на некоторых вариантах опыта появлялись звездчатка средняя и хориспора нежная.

В среднем за годы исследований в осенний период вегетации в посевах озимой пшеницы по традиционной технологии произрастало 11, по технологии прямого посева 26 шт/м<sup>2</sup> сорных растений, или в 2,4 раза больше. Во время весеннего возобновления вегетации количество сорняков по обеим технологиям увеличивалась, но разница между традиционной технологией и технологией прямого посева сокращалась до 10 шт/м<sup>2</sup>, или 18,9 % (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние технологии возделывания и удобрений на засорённость посевов озимой пшеницы (среднее за 2011–2014 гг.)

Технология	Удобрение	Фенологическая фаза		
		Осеннее кущение	Весеннее кущение	Колошение
Традиционная	без удобрений	19 / 9,6	53 / 35,8	36 / 24,8
	рекомендованное	9 / 2,4	28 / 25,6	18 / 9,1
	расчетное	4 / 1,3	24 / 22,3	13 / 14,1
	<b>среднее</b>	<b>11 / 4,4</b>	<b>35 / 27,9</b>	<b>22 / 16,0</b>
Прямой посев	без удобрений	30 / 23,5	63 / 59,8	40 / 36,1
	рекомендованное	15 / 12,4	32 / 46,3	14 / 9,5
	расчетное	12 / 11,6	25 / 29,4	15 / 14,2
	<b>среднее</b>	<b>26 / 15,8</b>	<b>40 / 45,2</b>	<b>23 / 19,9</b>

Примечание: в числителе количество сорняков, шт/м<sup>2</sup>;  
в знаменателе сырая масса, г/м<sup>2</sup>.

Уменьшение количества сорняков к фазе колошения связано с обработкой посевов гербицидами. Внесение удобрений по обеим технологиям приводило к снижению количества и массы сорняков во все периоды вегетации. К полной спелости сорняки, не выдержав конкуренции со стороны растений озимой пшеницы, выпадали из посевов. Поэтому сорняки не оказали существенного влияния на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы.

**3.7. Урожайность и качество зерна.** Во всех трёх закладках опыта урожайность озимой пшеницы достоверно выше при её возделывании по традиционной технологии, чем по технологии прямого посева (таблица 8).

Внесение минеральных удобрений по обеим технологиям возделывания также обеспечило достоверную прибавку урожая как в отдельные годы исследований, так и по средним данным урожайности (таблица 9).

Таблица 8 – Влияние технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы, т/га

Технология	Год			Среднее	Прибавка	
	2012	2013	2014		т/га	%
Традиционная	3,23	3,73	4,53	3,83	–	–
Прямой посев	2,66	2,09	3,24	2,66	–1,17	–30,5
НСР <sub>0,95</sub>	0,12	0,14	0,18	0,16	–	–

Таблица 9 – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы, т/га

Технология	Год			Среднее	Прибавка	
	2012	2013	2014		т/га	%
Без удобрений	2,57	2,63	3,31	2,84	–	–
Рекомендованное	3,03	2,97	3,96	3,32	0,48	16,9
Расчетное	3,24	3,28	4,24	3,59	0,75	26,4
НСР <sub>0,95</sub>	0,13	0,11	0,19	0,14	–	–

От применения расчетной дозы удобрений урожайность озимой пшеницы по отношению к контролю, где удобрения не вносили, возросла на 0,75 т/га (26,4 %) с колебаниями по годам от 0,65 до 0,93 т/га.

Достоверную прибавку урожая зерна обеспечило внесение расчетной дозы удобрений по отношению к рекомендованной дозе, так как во все годы исследований прибавка урожая выше наименьшей существенной разницы.

Традиционная технология обеспечила математически достоверную прибавку урожая по сравнению с технологией прямого посева при всех дозах внесения минеральных удобрений. В свою очередь, применение минеральных удобрений обеспечило достоверную прибавку урожая зерна по обеим технологиям, как и превышение урожайности при расчетной дозе внесения удобрений по сравнению с рекомендованной дозой (таблица 10).

Однако внесение рекомендованной дозы удобрений по традиционной технологии в среднем обеспечило рост урожайности по сравнению с контролем на 0,75 т/га, или 23,4 %, тогда как по технологии прямого посева – 0,22 т/га (8,9 %), при внесении расчетной дозы удобрений соответственно – 1,11 (34,6 %) и 0,39 т/га (15,8 %). Рост урожайности от применения расчетной дозы удобрений по отношению к рекомендованной дозе по традиционной технологии составил 0,36 т/га

(9,1 %), по технологии прямого посева – 0,17 т/га, или 6,3 %. То есть внесение минеральных удобрений под озимую пшеницу на чернозёмных выщелоченных Центрального Предкавказья более эффективно при традиционной технологии её возделывания. Плохие агрофизические свойства этих почв приводят не только к снижению урожайности по отношению к традиционной технологии, но и существенному снижению эффективности использования минеральных удобрений.

Таблица 10 – Влияние технологии возделывания и удобрений на урожайность озимой пшеницы в годы исследований, т/га

Технология	Удобрение	Год			Среднее
		2012	2013	2014	
Традиционная	без удобрений	2,76	3,28	3,60	3,21
	рекомендованное	3,40	3,82	4,66	3,96
	расчётное	3,54	4,40	5,03	4,32
Прямой посев	без удобрений	2,38	1,98	3,02	2,46
	рекомендованное	2,66	2,12	3,26	2,68
	расчётное	2,94	2,16	3,45	2,85
НСР <sub>0,95</sub>		0,05	0,06	0,13	0,08

Установлена прямая средняя корреляционная зависимость густоты продуктивного стеблестоя, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен с урожайностью озимой пшеницы –  $r =$  от 0,487 до 0,568. При этом более высокие показатели всех трёх элементов структуры урожая сформировались при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии при всех дозах внесения удобрений, что и предопределило получение более высокой урожайности зерна по сравнению с технологией прямого посева.

В среднем за годы исследований по традиционной технологии получено 365 шт/м<sup>2</sup> продуктивных стеблей, 41 шт. зёрен в колосе, массой 1000 зёрен 40,5 г, по технологии прямого посева эти показатели составили соответственно – 349, 33 и 37,6. Удобрения увеличивали показатели структуры урожая, но, опять же, более высокими они были по традиционной технологии, где количество зерен в колосе увеличилось с 38 до 43 шт., по технологии прямого посева с 33 до 35 шт.; масса 1000 зёрен соответственно – с 37,8 до 42,1 и с 34,5 до 40,2 г.

Технологии возделывания не оказали существенного влияния на содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы. В среднем за 3 года исследований в зерне, полученном по традиционной техно-



логии, содержалось 14,9 % белка и 27,7 % сырой клейковины, в зерне, полученном по технологии прямого посева, – 15,4 и 28,1 % соответственно (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние технологии возделывания и удобрений на качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2012–2014 гг.)

Технология	Удобрение	Содержание, %		Качество клейковины	
		белка	клейковины	ИДК	Группа
Традиционная	без удобрений	11,0	21,0	68	I
	рекомендованное	16,2	30,2	76	II
	расчетное	17,4	31,9	77	II
	<b>среднее</b>	<b>14,9</b>	<b>27,7</b>	<b>73</b>	<b>II</b>
Прямой посев	без удобрений	11,4	21,3	69	I
	рекомендованное	16,6	30,7	78	II
	расчетное	18,1	32,3	81	II
	<b>среднее</b>	<b>15,4</b>	<b>28,1</b>	<b>76</b>	<b>II</b>

Также не отличалось зерно по качеству клейковины, когда отличия между технологиями по индексу деформации клейковины (ИДК) составили всего 3 единицы – 73 единицы по традиционной технологии и 76 единиц по технологии прямого посева.

Значительно большее влияние на качество зерна оказало внесение минеральных удобрений, которые его существенно улучшали при обеих технологиях возделывания. В среднем за годы исследований внесение рекомендованной дозы удобрений повышало содержание белка в зерне по традиционной технологии с 11,0 до 16,2 %, по технологии прямого посева с 11,4 до 16,6 %, содержание сырой клейковины соответственно – с 21,0 до 30,2 и с 21,3 до 30,7 %. То есть увеличение содержания клейковины от внесения рекомендованной и расчётной дозы минеральных удобрений при обеих технологиях было одинаковым.

Совершенно по-другому удобрения влияют на качество клейковины, когда внесение рекомендованной и расчётной дозы удобрений по обеим технологиям приводит к увеличению показателя ИДК до 76–81 единицы, что относит её ко II группе. На контроле, где удобрения не вносили, показатели ИДК на 8–12 единиц меньше (68 и 69), поэтому в этих вариантах клейковина по качеству относится к I группе качества.

**3.8. Экономическая эффективность технологий возделывания и удобрений.** При возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева значительно сокращаются производственные затраты по отношению к традиционной технологии по таким статьям расходов, как горюче-смазочные материалы – на 1009 руб/га, или на 50,2 %, амортизационные отчисления и ремонт техники – на 577 и 173 руб/га, или на 23,7 %. Такое уменьшение затрат по технологии прямого посева в сравнении с традиционной технологией связано с ненужностью проведения работ по обработке почвы и, как следствие, возможностью не закупать почвообрабатывающую технику и мощные тракторы к ней.

В то же время при технологии прямого посева происходит увеличение расходов на ядохимикаты – на 600 руб/га, или в 1,4 раза, по сравнению с традиционной технологией возделывания, что связано с дополнительным применением перед посевом озимой пшеницы гербицида сплошного действия из группы глифосатов. При этом затраты на внесение рекомендованной и расчётной дозы внесения минеральных удобрений по обеим технологиям возделывания одинаковые и составили 2479 и 4435 руб/га.

В целом производственные затраты при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии составили на 1 га 14329 руб., по технологии прямого посева – 12473 руб. То есть при технологии прямого посева на 1 га требуется меньше расходов на 1856 руб., или на 13,0 %.

Высокая стоимость минеральных удобрений привела к тому, что самая низкая себестоимость и самая высокая рентабельность производства зерна по обеим технологиям получена без их внесения. Однако по традиционной технологии себестоимость 1 т зерна составила 3393 руб. и рентабельность 106,3 %, а по технологии прямого посева соответственно – 3707 руб. и 88,8 %.

При внесении рекомендованной дозы минеральных удобрений себестоимость производства увеличивается, а рентабельность снижается также при обеих технологиях возделывания. Но по традиционной технологии себестоимость 1 т зерна составляет 3715 руб., по технологии прямого посева – 4773 руб., рентабельность производства соответственно – 88,4 и 46,8 %. При этом по традиционной технологии внесение этой дозы удобрений обеспечило получение самой высокой прибыли с 1 га – 13008 руб.

Применение расчётной дозы удобрений по обеим технологиям приводит к ещё большему снижению показателей экономической эффективности возделывания озимой пшеницы.

## ВЫВОДЫ

1. Возделывание озимой пшеницы без обработки почвы приводит к чрезмерному уплотнению чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья во время вегетации до  $1,38-1,40 \text{ г/см}^3$ , к полной спелости – до  $1,42 \text{ г/см}^3$ , что отрицательно сказывается на росте, развитии и урожайности озимой пшеницы при её возделывании по технологии прямого посева.
2. Растительные остатки предшествующей культуры способствуют увеличению содержания продуктивной влаги в верхнем двадцатисантиметровом слое почвы, но когда в предпосевной период выпадают обильные осадки, то по обеим технологиям возделывания накапливается достаточно продуктивной влаги для получения всходов озимой пшеницы. Однако из-за переуплотнения почвы полевая всхожесть семян при прямом посева на выщелоченном чернозёме на  $5,4-7,1 \%$  меньше, чем при её посева по традиционной технологии.
3. В метровом слое почвы к посеву озимой пшеницы без обработки почвы накапливается на  $10,9 \%$  больше продуктивной влаги, чем по традиционной технологии. В фазе весеннего кущения преимущество прямого посева увеличивается до  $14,7 \%$ . Однако из-за высокой плотности почвы при прямом посева больше продуктивной влаги содержится в первом полуметре, что приводит к её непродуктивным потерям в результате испарения с поверхности почвы.
4. Технологии возделывания не оказали влияния на содержание доступных для растений элементов питания в почве, но привели в большему накоплению нитратного азота и доступного фосфора в верхнем десятисантиметровом слое по технологии прямого посева, тогда как по традиционной технологии эти элементы питания равномерно распределены в пахотном горизонте почвы. Вносимые удобрения по обеим технологиям обеспечили повышение содержания в почве нитратного азота, доступного фосфора и подвижного калия.
5. Благодаря более раннему появлению всходов растения озимой пшеницы, возделываемые по традиционной технологии, к наступлению холодов формируют большую надземную массу и площадь листовой поверхности. После весеннего возобновления вегетации такие посева сохраняют преимущество по накоплению вегетативной массы и формированию листовой поверхности. Внесение минеральных удобрений повышает биометрические показате-

- тели растений по обеим технологиям, но выше они при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии.
6. Посев озимой пшеницы по необработанной почве приводит к уменьшению площади ассимиляционного аппарата и снижению эффективности его работы. Поэтому её посевы по этой технологии накапливают к полной спелости значительно меньше сухого вещества, чем по традиционной технологии при всех дозах внесения минеральных удобрений.
  7. По обеим технологиям наблюдается смешанный тип засорённости посевов с преобладанием зимующих сорняков. При этом в обеих технологиях возделывания и дозах внесения удобрений сорняки находятся в нижнем ярусе в угнетённом состоянии и не оказывают существенного влияния на формирование урожая растениями озимой пшеницы.
  8. На черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы обеспечивает её возделывание по традиционной технологии с внесением расчётной дозы минеральных удобрений – 4,32 т/га. Возделывание озимой пшеницы по технологии прямого посева приводит к достоверному снижению урожайности зерна по сравнению с традиционной технологией при всех дозах внесения минеральных удобрений.
  9. Технологии возделывания не оказали существенного влияния на качество зерна озимой пшеницы. Удобрения же повышали содержание в зерне белка и сырой клейковины и одновременно, увеличивая показатели ИДК, снижали качество сырой клейковины.
  10. Снижение производственных затрат при возделывании озимой пшеницы по технологии прямого посева не привело к повышению экономической эффективности производства, так как урожайность озимой пшеницы по этой технологии значительно ниже, чем при её возделывании по традиционной технологии.
  11. На выщелоченных чернозёмах Центрального Предкавказья озимую пшеницу экономически выгоднее возделывать по традиционной технологии с внесением рекомендованных научными учреждениями региона доз минеральных удобрений.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ**

На выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья озимую пшеницу следует возделывать по традиционной технологии с внесением рекомендованной научными учреждениями региона дозы минеральных удобрений.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. Дрёпа, Е. Б. Влияние различных элементов технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы / Е. Б. Дрёпа, Е. Л. Попова, **А. Г. Матвеев**, И. С. Чаплыгин // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 2(6). – С. 11–13.
2. Дридигер, В. К. Влияние технологии No-till на содержание продуктивной влаги и плотность чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья / В. К. Дридигер, Е. Б. Дрёпа, **А. Г. Матвеев** // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/125-19802>.
3. Дридигер, В. К. Влияние технологии возделывания на рост, развитие, урожайность и экономическую эффективность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья / В. К. Дридигер, **А. Г. Матвеев** // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 06(110). – IDA [article ID]: 1101506050. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/50.pdf>

### *Публикации в других изданиях:*

4. Чаплыгин, И. Влияние технологии возделывания на состояние озимой пшеницы в осенний период / И. Чаплыгин, **А. Матвеев**, С. Вильхов, Ю. Никитенко, Е. Онопко // Образование. Наука. Производство – 2011: сб. науч. тр. 75-й науч.-практ. конф. среди студентов. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2011. – С. 214–216.
5. Дрёпа, Е. Б. Влияние обработки почвы на рост и развитие озимой пшеницы / Е. Б. Дрёпа, Е. Л. Попова, **А. Г. Матвеев**, И. М. Чаплыгин // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте, 2012 : сб. науч. тр. по матер. Междунар. интернет-конференции. – Одесса, 2012. – Вып. 2. – Т. 33. – С. 74–78.
6. Дрёпа, Е. Б. Плотность почвы и пути ее снижения / Е. Б. Дрёпа, О. Г. Шабалдас, **А. Г. Матвеев**, Т. П. Слюнченко // Физико-

- технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : сб. науч. тр. по матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2013. – С. 38–41.
7. Дрёпа, Е. Б. Фитосанитарное состояние почвы и посевов озимой пшеницы / Е. Б. Дрёпа, А. И. Войсковой, **А. Г. Матвеев**, Е. В. Хитров, А. С. Перевертайло // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : матер. 77-й науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2013. – С. 31–33.
  8. Дрёпа, Е. Б. Влияние технологии возделывания озимой пшеницы на агрофизические свойства черноземов выщелоченных / Е. Б. Дрёпа, **А. Г. Матвеев**, Е. Л. Попова // Аграрная наука, творчество, рост : сб. науч. тр. по матер. III Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2013. – С. 64–68.
  9. Дрёпа, Е. Б. Зависимость урожайности озимой пшеницы от общих физических свойств черноземов выщелоченных / Е. Б. Дрёпа, **А. Г. Матвеев**, Е. Л. Попова, Т. П. Слюнченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании, 2013 : сб. науч. тр. по матер. Междунар. интернет-конференции. – Одесса, 2013. – Т. 37. – С. 55–59.

Подписано в печать 13.10.2015. Формат 60x84<sup>1/16</sup>.  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.  
Тираж 150. Заказ № 345.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,  
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.

