

На правах рукописи

**ГИЛАЕВ ИЛДАР ГАКИФОВИЧ**

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ  
СОРТА ЭКАДА 66 НА ФОНЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

06.01.04 – агрохимия

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Казань - 2013

Диссертационная работа выполнена в отделе земледелия и агрохимических исследований ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Россельхозакадемии в 2010–2012 годы.

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, заслуженный деятель науки  
Республики Татарстан **Шакиров Рафил Сабирович**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Сабиров Айрат Мансурович**;  
кандидат биологических наук  
**Лукманов Анас Ахтямович.**

Ведущая организация – ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» Россельхозакадемии

Защита состоится « 5 » февраля 2014 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.035.01 при ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420011, г. Казань, ул. Ферма 2, д.53, агрономический факультет, зал заседаний, тел. (факс) 8(843) 236-66-51, e-mail:info@kazgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан « 31 » декабря 2013 г. и размещен на официальном сайте Министерства образования и науки Российской Федерации [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru) и ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет» <http://www.kazgau.ru/> « 31 » декабря 2013 года.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах просим направлять по адресу: 420011, г. Казань, Ферма 2, д. 53, агрономический факультет e-mail:info@kazgau.ru

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор сельскохозяйственных  
наук, профессор

Кадырова Ф.З.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Органическая часть почвы составляет всего 1-10 % от общей ее массы (Вильдфлуш и др., 2001; Ягодин и др., 2002). Однако, именно она обуславливает как эффективное, так и потенциальное плодородие почвы. Сохранение ее и приумножение является гарантом высоких урожаев и продовольственной безопасности любого государства. К сожалению, интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур и погоня за высокими урожаями без соблюдения основных законов земледелия привели к снижению гумусированности пахотного слоя не только в Республике Татарстан, но и во многих других регионах России.

В связи с этим, нами проведены исследования по разработке приемов ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы, основывающихся на плодосменных научно-обоснованных севооборотах, почво- и энерго-сберегающих способах обработки почвы, органоминеральных системах удобрения и интегрированных методах защиты растений с учетом экономического порога вредности (ЭПВ). Исследования, обеспечивающие получение стабильных запланированных урожаев зерна яровой пшеницы высокого качества, сохранение и повышение плодородия почв, увеличение рентабельности производства, весьма актуальны.

**Цель исследований.** Цель исследований - определить наиболее оптимальные системы удобрения яровой пшеницы в восьмипольном зернопаропропашном севообороте, при различных способах обработки почвы, обеспечивающие повышение плодородия почвы и получение высококачественного зерна с высокими экономическими показателями.

Задачи исследований:

- определить влияние систем удобрения на агрофизические, агрохимические показатели и микробиологическую активность серых лесных почв Республики Татарстан в зависимости от вида основной обработки почвы;
- оценить влияние расчетных доз удобрений и обработки почвы на водный режим почвы;
- изучить влияние расчетных доз удобрений и способов обработки почвы на формирование планируемой урожайности и качества зерна объекта исследований;
- рассчитать энергетическую и агроэкономическую эффективность возделывания яровой пшеницы по рекомендуемым технологиям.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Республики Татарстан на основе многофакторных стационарных опытов разработаны адаптивные системы удобрения яровой пшеницы, обеспечивающие получение более 3,5 т/га зерна и воспроизводство плодородия почвы. Доказана агроэкономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы Экада 66 в зерновом звене севооборота при комплексном подходе их применения.

**Практическая значимость.** Разработанные органоминеральные системы удобрений и обработки почвы позволяют сохранить плодородие почвы, повысить продуктивность яровой пшеницы в 1,5-2 раза, рентабельность производства – на 25-35 процентов.

**Защищаемые положения:**

1. Оптимальные нормы органических и минеральных удобрений, обеспечивающие повышение содержание гумуса серых лесных почв в зернопаропропашном севообороте на 0,14-0,25 процента.

2. Система обработки почвы без оборота пласта обеспечивающая и повышение рентабельности производства зерна яровой пшеницы на 15-20 % и увеличение содержания клейковины на 1,5-3,0 процента.

**Апробация работы.** Результаты исследований доложены на Всероссийских и межвузовских научно-практических конференциях молодых ученых (ГНУ «Татарский НИИСХ» Россельхозакадемии: 2010, 2012, 2013; ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ: 2012), а также на заседании отдела земледелия и агрохимических исследований ГНУ «Татарский НИИСХ».

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 162 страницах, состоит из общей характеристики работы, 4 глав, 8 выводов, 3 предложений производству, содержит 24 таблицы, 13 рисунков, 35 приложений. Список литературы включает 181 наименование, из них 7 на иностранных языках.

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

Исследования в 2010-2012 гг. проводились на опытном поле Татарского НИИСХ в с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района Республики Татарстан (Предкамская зона).

Почва - серая лесная, по гранулометрическому составу - тяжелосуглинистая. Исходные агрохимические показатели опытного поля: содержание гумуса по И.В. Тюрину 3,05 %, щелочногидролизуемого азота 100-122,5 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 290-295 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 80-100 мг/кг, рН<sub>сол</sub> пахотного слоя - 5,5, сумма поглощен-

ных оснований – 20-21 мг-экв/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 7,28 и 5,48 мг-экв/100 г почвы.

Метеорологические условия в годы проведения исследований резко различались. Так, вегетационный период 2010 г характеризовался острозасушливыми погодными условиями. По данным метеостанции института, количество выпавших осадков за период апрель-август составила всего 95 мм, при норме 245 мм (ГТК – 0,4). В 2011 и 2012 гг. погодные условия были относительно благоприятными для роста и развития яровой пшеницы (ГТК – 0,9).

Опыты по системам удобрения проводились в трехкратной повторности с рендомизированным размещением вариантов в зерновом звене зернопаропашного севооборота в трех закладках со следующим чередованием культур: 1. Пар черный (удобренный, без удобрений); 2. Озимая пшеница; 3. Горох; 4. Яровая пшеница; 5. Кукуруза; 6. Яровая пшеница; 7. Ячмень; 8. Овес. Яровая пшеница 6-я культура севооборота. Сорт – Экада 66. Учетная площадь делянки 45 м<sup>2</sup> (9×5).

#### **Схема опыта:**

##### **Фактор А (основная обработка почвы):**

1. Отвальная вспашка на глубину пахотного слоя (22-24 см);
2. Безотвальная обработка на глубину 15-16 см.

##### **Фактор Б (системы удобрения):**

1. Естественный фон;

**Минеральные системы удобрения, рассчитанные на планируемую урожайность по балансовому методу:**

2. NPK, рассчитанный на получение 3 т/га зерна;
3. NPK, рассчитанный на получение 4 т/га зерна;
4. NPK, рассчитанный на получение 5 т/га зерна;

На варианте с минеральной системой и контрольном варианте солому предшествующих культур убирали с делянок.

**Органоминеральные системы удобрения с различной насыщенностью органикой:**

- Органические удобрения из расчета 5 т/га в год
5. + NPK, рассчитанный на получение 3 т/га зерна;
  6. + NPK, рассчитанный на получение 4 т/га зерна;
  7. + NPK, рассчитанный на получение 5 т/га зерна;
- Органические удобрения из расчета 7 т/га в год
8. + NPK, рассчитанный на получение 3 т/га зерна;

9. + NPK, рассчитанный на получение 4 т/га зерна;
10. + NPK, рассчитанный на получение 5 т/га зерна;  
Органические удобрения из расчета 9 т/га в год
11. + NPK, рассчитанный на получение 3 т/га зерна;
12. + NPK, рассчитанный на получение 4 т/га зерна;
13. + NPK, рассчитанный на получение 5 т/га зерна;

Содержание гумуса определяли по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой (ГОСТ 26213-84), щелочногидролизуемого азота по Корндфильду, подвижных форм фосфора и калия по А.Т.Кирсанову (ГОСТ 26207-84), сумму поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88). Биологическую активность почвы определяли по методу Мишустина, Вострова, Петровой (1987 г.).

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Плотность почвы определяли в слое почвы 0-30 см (Доспехов и др., 1977 г.). Макроагрегатный анализ проводили методом Н.И. Саввинова. Водопрочность структуры почвы определяли на приборе И.М. Бакшеева.

Учет сорняков проводили в четырех местах делянки на площадках 0,25 м<sup>2</sup>, два раза за вегетацию. Первый раз – в фазе 3-4 листов яровой пшеницы, второй раз – по истечении трех недель после гербицидной обработки. Степень пораженности болезнями растений пшеницы и распространение болезней учитывали по методике ВИЗР (Чумаков, 1967 г.).

Учет урожая проводили путем прямого комбайнирования зерна с учетной площади комбайном Sampro-500. Из качественных показателей зерна пшеницы определяли содержание белка, сырой клейковины и качество клейковины на приборе ИДК общепринятыми методами. Математическую обработку проводили на программе AGROS, версия – 2.09. Экономическую эффективность рассчитали по методике ВНИИЭСХ.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С ОСНОВНЫМИ ФАКТОРАМИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ, АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ**

**Агрохимические показатели почвы.** К концу второй ротации восьмипольного зернопаропропашного севооборота в зависимости от систем удобре-

ния достигалось повышение гумуса при отвальной вспашке на 0,07-0,18 и на 0,16-0,29 % при безотвальном рыхлении относительно исходного показателя (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса, поглощенных оснований и кислотность почвы в зависимости от систем удобрения и обработки почвы (0-20 см), 2010-2012 гг.

Системы удобрения	Гумус, %			Сумма поглощенных оснований ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ), мг-экв/100 г		рН	
	исходное	отвальная вспашка	безотвальная обработка	отвальная вспашка	безотвальная обработка	отвальная вспашка	безотвальная обработка
Естественный фон	3,05	2,94	2,97	22,75	23,5	5,4	5,3
$\text{N}_{104,7}\text{P}_{28,3}\text{K}_{73,6}$ , рассчитанный на получение 4 т/га зерна		3,12	3,21	22,0	22,25	5,2	5,3
Органические удобрения 5 т/га в год + $\text{N}_{85,7}\text{P}_{18,3}\text{K}_{61,8}$ , рассчитанный на получение 4 т/га зерна		3,19	3,27	24,25	24,0	5,5	5,5
Органические удобрения. 7 т/га в год + $\text{N}_{77}\text{P}_{14,3}\text{K}_{51,8}$ , рассчитанный на получение 4 т/га зерна		3,20	3,30	24,5	24,75	5,4	5,5
Органические удобрения 9 т/га в год + $\text{N}_{69,0}\text{P}_{10,0}\text{K}_{44,3}$ , рассчитанный на получение 4т/га зерна		3,23	3,34	26,25	26,5	5,5	5,7

Внесение расчетных доз минеральных удобрений, как отдельно, так и совместно с органическими повышало содержание основных элементов в почве, в частности азота. В начальной стадии вегетации растений максимальное содержание щелочногидролизуемого азота, по обоим фонам основной обработки почвы, наблюдали на вариантах с минеральной системой удобрения. В фазе трубкования (критический период по отношению к элементам питания) растения яровой пшеницы были лучше обеспечены азотом на вариантах с органоминеральной системой удобрения. Вероятно, данный факт обусловлен мобилиза-

цией основных элементов питания из поступивших в почву органических удобрений в результате их разложения микроорганизмами. Максимальное содержание щелочногидролизуемого азота на фоне отвальной вспашки отмечалось на варианте с применением органических удобрений 5 т/га в год + NPK на получение 4 т/га зерна - 134,4 мг/кг, по безотвальной обработке на варианте с насыщенностью 7 т/га органических удобрений в год + NPK на 4 т/га зерна – 134,1 мг/кг почвы.

Содержание подвижных форм фосфора в почве во всех фазах роста и развития яровой пшеницы оценивалось как очень высокое. Наибольшее количество подвижного фосфора наблюдалось в вариантах с органоминеральными системами удобрения. В среднем за вегетационный период растений, на фоне отвальной вспашки, содержание  $P_2O_5$  в почве колебалось от 252,2 до 361,1 мг/кг, на фоне безотвальной обработки от 316,3 до 382,2 мг/кг почвы.

Динамика обменного калия во многом была схожа с динамикой подвижного фосфора. В фазе кущения растений яровой пшеницы содержание в почве обменного калия колебалось от среднего -95,7 (контроль без удобрений) до высокого – 209,5 мг/кг почвы (органические удобрения 9 т/га пашни в год + NPK на получение 5 т/га зерна). К фазе трубкования запасы  $K_2O$  снижались.

**Биологическая активность.** Данные показали, что в обоих способах обработки почвы активность почвенной микрофлоры в основном зависела от насыщенности почвы органическим веществом. По мере увеличения органической массы в системе удобрения увеличивалось продуцирование углекислоты почвенными микроорганизмами.

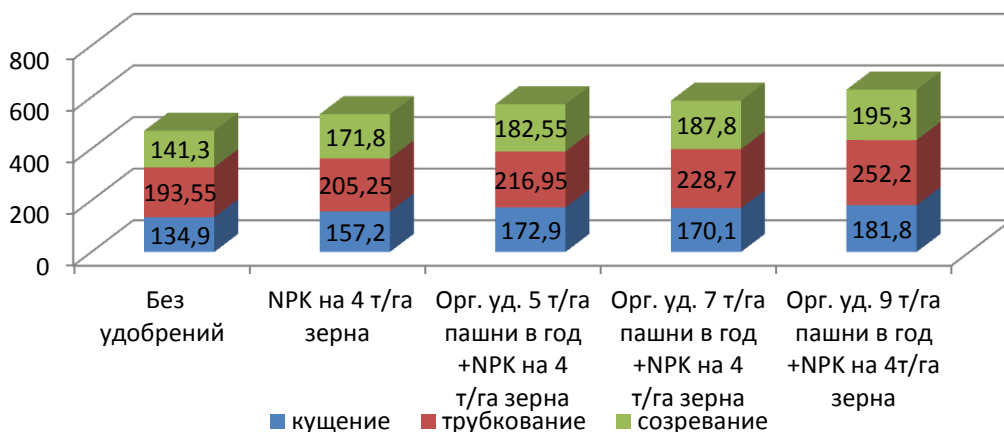


Рис. 1 – Общая микробиологическая активность почвы по выделению углекислого газа в посевах яровой пшеницы при различных системах удобрения на фоне отвальной вспашки, мг/м<sup>2</sup> в час (2011-2012)



Наблюдения за динамикой активности микрофлоры почвы показали увеличение ассимиляции углекислоты от фазы кущения растений яровой пшеницы к фазе трубкувания, что связано с увеличением температуры почвы. От фазы трубкувания к фазе созревания выделение  $\text{CO}_2$  несколько снижалось.

Отмечалось преимущество рыхления без оборота пласта перед отвальной вспашкой. На фоне безотвальной обработки почвы повысилась интенсивность разложения растительных остатков и выделение  $\text{CO}_2$  по сравнению с отвальной обработкой на 6-10 процентов. Это связано с тем, что при безотвальной обработке внесенная органика оставалась в верхнем 0-15 см слое почвы и служила пищей для почвенной микрофлоры.

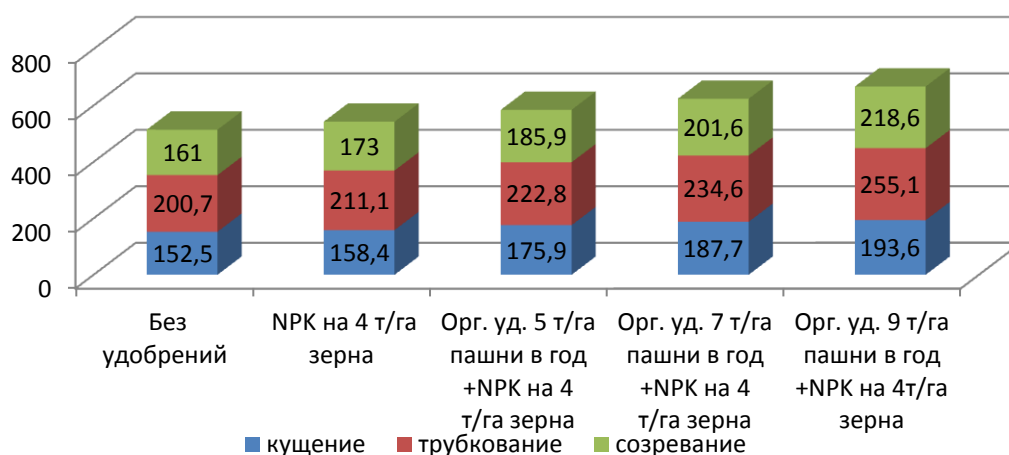


Рис. 2 – Общая микробиологическая активность почвы по выделению углекислого газа в посевах яровой пшеницы при различных системах удобрения на фоне безотвальной обработки,  $\text{мг/м}^2$  в час (2011-2012)

**Агрофизические показатели почвы.** Наиболее оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы складывалась на вариантах с применением органоминеральных систем удобрения. На фоне отвальной вспашки наименьший показатель плотности был на варианте с насыщенностью 9 т/га органических удобрений в год с добавлением расчетных доз минеральных удобрений на получение 4 т/га зерна –  $1,25 \text{ г/см}^3$ . Переуплотнение пахотного слоя наблюдали на варианте без удобрения, где показатель плотности составил –  $1,31 \text{ г/см}^3$  (табл. 2). При безотвальном рыхлении на аналогичных вариантах плотность почвы была несколько выше –  $1,26$  и  $1,32 \text{ г/см}^3$ .

Таблица 2 – Плотность пахотного слоя почвы при различных способах обработки почвы, г/см<sup>3</sup> (2010-2012)

Глубина взятия образ- цов, см	Кон- троль (без удобре- ний)	НРК на получе- ние 4 т/га зерна	ОУ 5 т/га в год +НРК на получение 4 т/га зерна	ОУ 7 т/га в год +НРК на получение 4 т/га зерна	ОУ 9 т/га в год +НРК на получение 4 т/га зерна
Отвальная вспашка					
0 – 10	1,28	1,30	1,25	1,23	1,21
10 – 20	1,33	1,30	1,25	1,23	1,23
20 – 30	1,33	1,31	1,32	1,30	1,31
0-30	1,31	1,30	1,27	1,25	1,25
Безотвальная обработка					
0 – 10	1,30	1,31	1,25	1,21	1,20
10 – 20	1,31	1,32	1,27	1,26	1,25
20 – 30	1,34	1,35	1,34	1,34	1,32
0-30	1,32	1,33	1,29	1,27	1,26

По мере увеличения насыщенности систем удобрений органикой увеличивалась доля агрономической ценных агрегатов (0,25-10 мм) в структуре почвы. Содержание макроструктурных частиц на удобренных вариантах достигала до 86,5 % при отвальной вспашке и 87,5 % на фоне безотвальной обработки.

Расчет коэффициента структурности показал, что на всех вариантах, даже на контроле без удобрения, по обоим способам обработки показатели были хорошими. Из таблицы 3 видно некоторое преимущество безотвального рыхления перед классической отвальной обработкой. На фоне отвальной вспашки в зависимости от вариантов коэффициент структурности варьировал от 1,12 до 2,36, на безотвальной обработке – от 1,61 до 2,74.

В целях получения качественной характеристики структурности почвы было проведено мокрое просеивание. Наилучшие показатели водопрочности агрегатов оказались на вариантах с использованием 9 т/га в год органических удобрений + НРК рассчитанные на получение 4 т/га зерна, где сумма агрегатов 10-0,25 мм составила – 66,17 и 72,85 % на фонах отвальной и безотвальной обработок соответственно.

Таблица 3 – Системы удобрений и структурность почвы в зависимости от способов основной обработки почвы, в % от воздушно-сухой почвы (2010-2012)

Системы удобрения		Отвальная вспашка				Безотвальная обработка			
		сумма агрегатов >10 мм, %	сумма агрегатов 10-0,25 мм, %	сумма агрегатов <0,25 мм (пыль), %	коэффициент структурности	сумма агрегатов >10 мм, %	сумма агрегатов 10-0,25 мм, %	сумма агрегатов <0,25 мм (пыль), %	коэффициент структурности
Естественный фон	сухое просеивание	6,7	82,3	11,1	1,12	4,7	84,1	11,2	1,61
	мокрое просеивание	0	37,3	62,7	-	0	46,9	53,0	-
N <sub>104,7</sub> P <sub>28,3</sub> K <sub>73,6</sub> , рассчитанный на получение 4 т/га зерна	сухое просеивание	5,8	84	10,2	1,42	4,1	84,1	11,8	1,74
	мокрое просеивание	0	45,5	54,5	-	0	47,9	52,1	-
Органические удобрения 5 т/га в год + N <sub>85,7</sub> P <sub>18,3</sub> K <sub>57,5</sub> , рассчитанный на получение 4 т/га зерна	сухое просеивание	4,9	86,6	8,5	2,10	3,8	87,2	9,1	2,56
	мокрое просеивание	0	53,8	46,2	-	0	60,6	39,4	-
Органические удобрения. 7 т/га в год + N <sub>77</sub> P <sub>14,3</sub> K <sub>55,2</sub> , рассчитанный на получение 4 т/га зерна	сухое просеивание	4,2	86,5	9,3	2,21	3,3	87,2	9,5	2,76
	мокрое просеивание	0	60,9	39,2	-	0	69,6	30,4	-
Органические удобрения 9 т/га в год + N <sub>69</sub> P <sub>10</sub> K <sub>44,3</sub> , рассчитанный на получение 4 т/га зерна	сухое просеивание	3,8	86,5	9,7	2,36	3,6	87,5	9	2,74
	мокрое просеивание	0	66,2	33,8	-	0	72,9	27,2	-

**Водный режим почвы.** В среднем за 3 года исследований наиболее благоприятные показатели продуктивной влаги наблюдали на варианте с применением органоминеральной системы удобрения. По способам основной обработки почвы выгодно отличалось рыхление без оборота пласта. Так, на фоне отвальной вспашки, в зависимости от системы удобрения, содержание продук-

тивной влаги в метровом слое колебалось от 159,5 до 168 мм, на фоне безотвальной обработки от 176,0 до 184,6 мм.

Перед посевом, на всех системах удобрения, по усредненным трехлетним данным, запасов почвенной влаги накапливалось больше на фоне безотвального способа обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4 – Продуктивная влага под посевами яровой пшеницы в зависимости от видов систем удобрения и обработки почвы, мм (2010-2012)

Слой почвы, см	Отвальная вспашка			Безотвальная обработка		
	естественный фон	НРК, рассчитанный на 4 т/га зерна	ОУ 7 т/га в год + НРК, рассчитанный на 4 т/га зерна	естественный фон	НРК, рассчитанный на 4 т/га зерна	ОУ 7 т/га в год + НРК, рассчитанный на 4 т/га зерна
до посева						
0-20	32,3	34,2	37,5	41,2	41,5	43,1
20-40	33,9	33,0	34,3	34,6	36,3	36,8
0-100	159,5	161,8	168,4	176,0	180,7	184,6
кущение						
0-20	25,4	28,1	30,9	26,1	30,6	33,3
20-40	22,2	23,7	25,0	22,2	24,8	27,0
0-100	109,7	122,2	128,3	118,9	129,9	141,5
трубкование-колошение						
0-20	12,9	14,9	17,3	14,7	16,2	19,4
20-40	12,4	15,1	17,1	13,7	14,2	20,6
0-100	68,2	81,1	87,9	71,2	82,5	93,4
созревание						
0-20	4,8	5,9	10,3	5,4	7,3	11,8
20-40	4,1	3,8	7,5	8,4	8,9	8,8
0-100	25,9	28,8	44,5	26,9	31,2	48,0

В фазе кущения растений яровой пшеницы продуктивная влага при безотвальной мелкой обработке на фоне органоминеральной системы удобрения в метровом слое составила 139,91 мм, что на 22,6 мм превышает показатели контрольного варианта опыта (без удобрений). Внесенные органические удобрения

ния, улучшая структуру и оптимизируя сложение пахотного слоя почвы, способствовали сохранению и более экономному расходованию растениями почвенной влаги. В 0-20 см слое данные показатели составили 33,3 и 26,1 мм соответственно. К фазе трубоквания (критический период по отношению к почвенной влаге) запасы влаги в почве снизились практически вдвое. Так, по варианту «обработка без оборота пласта» при органоминеральной системе удобрения в фазе трубоквания растений яровой пшеницы содержание влаги в метровом слое составило 93,4, на отвальной вспашке – 87,9 мм. На фоне минеральной системы 82,5 и 81,1 мм соответственно.

Таблица 5 – Влияние систем удобрения на коэффициент водопотребления яровой пшеницы (2010-2012)

Системы удобрения	Отвальная вспашка			Безотвальная обработка		
	урожайность, т/га	расход влаги за вегетацию, мм	коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	урожайность, т/га	расход влаги за вегетацию, мм	коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т
Естественный фон	1,59	238,7	1501	1,72	254,1	1477
НРК, рассчитанный на получение 4 т/га зерна	3,04	238,0	783	3,16	254,6	806
ОУ 7 т/га в год + НРК, рассчитанный на получение 4 т/га зерна	3,17	228,9	722	3,40	241,6	710

Установлено, что на вариантах с внесением удобрений растения более экономно расходовали влагу для создания единицы продукции (табл. 5). Так, на контрольных вариантах без внесения удобрений коэффициент водопотребления составил по безотвальной обработке 1477, на фоне классической вспашки 1501 м<sup>3</sup>/т зерна, что практически вдвое превышает показатели вариантов с использованием органоминеральной системы удобрения. На этих вариантах коэффици-

ент водопотребления составил 783 и 722 м<sup>3</sup> воды на формирование 1 т зерна соответственно.

**Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы.** Между вариантами по изучению систем удобрения определенной закономерности по численности сорняков не отмечалось. В целом, на фоне отвальной вспашки преобладали малолетние двудольные, на фоне безотвальной обработки – малолетние однодольные виды сорной растительности. Из малолетних сорных растений в основном встречались: виды пикульников, подмаренник цепкий, куриное просо, из многолетних: вьюнок полевой, бодяк полевой, осот полевой.

На фоне безотвальной обработки выросла доля подмаренника и куриного проса. Обработка посевов соответствующими гербицидами снизила количество сорняков вдвое. В период созревания на всех системах удобрения по обоим способам обработки, оставшиеся сорняки не оказывали угнетающего воздействия на растения яровой пшеницы.

Степень пораженности яровой пшеницы корневыми гнилями и листовыми формами болезней, по обоим способам обработки почвы на всех системах удобрения не превышала экономический порог вредоносности.

#### **4. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ИХ ОКУПАЕМОСТЬ**

**Продуктивность яровой пшеницы.** Использование систем удобрения оказало положительное влияние на элементы структуры урожая яровой пшеницы. Следует особо отметить высокую эффективность органоминеральных систем удобрения. Так, внесение 9 т/га органических удобрений в год + N<sub>69,0</sub>P<sub>10,0</sub>K<sub>44,3</sub> из расчета на 4 т/га зерна, на фоне отвальной вспашки, увеличивало количество продуктивных стеблей на 20 %, относительно контрольного варианта. На варианте с минеральной системой удобрения количество продуктивных стеблей повысилось на 12 процентов. Озерненность и вес зерна с одного колоса так же было больше на удобренных вариантах.

Расчет биологической урожайности показал, что максимальная урожайность зерна - 4,41 т/га, достигалась на варианте с органоминеральной системой удобрения (органические удобрения 9 т/га в год + N<sub>69,0</sub>P<sub>10,0</sub>K<sub>44,3</sub> на 4т/га зерна) при безотвальной обработке почвы. Эти данные доказывают положительное влияние органоминеральных систем удобрения на продуктивность изучаемой культуры.

Таблица 6 – Окупаемость органических и минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы Экада 66 (2010-2012)

Системы удобрений (варианты)	Безотвальная обработка		Отвальная вспашка	
	сумма расчетных норм минеральных удобрений, кг	окупаемость 1 кг NPK зерном, кг	сумма расчетных норм минеральных удобрений, кг	окупаемость 1 кг NPK зерном, кг
N <sub>56,7</sub> P <sub>0</sub> K <sub>38,7</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 3 т/га	95,4	7,97	95,4	7,86
N <sub>104,7</sub> P <sub>28,3</sub> K <sub>73,6</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 4 т/га	206,6	6,97	206,6	7,02
N <sub>173,2</sub> P <sub>78,3</sub> K <sub>121,8</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 5 т/га	373,3	4,21	373,3	4,26
Органика 5 т/га в год + N <sub>39</sub> P <sub>0</sub> K <sub>21,3</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 3 т/га	60,3	16,25	60,3	16,75
Органика 5 т/га в год + N <sub>87,5</sub> P <sub>18,3</sub> K <sub>57,5</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 4 т/га	163,3	9,80	163,3	9,74
Органика 5 т/га в год + N <sub>143,7</sub> P <sub>31,3</sub> K <sub>87,9</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 5 т/га	262,9	6,12	262,9	6,50
Органика 7 т/га в год + N <sub>32,2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>19</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 3 т/га	51,2	20,12	51,2	18,75
Органика 7 т/га в год + N <sub>77</sub> P <sub>14,3</sub> K <sub>55,2</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 4 т/га	146,5	11,47	146,5	10,78
Органика 7 т/га в год + N <sub>130,7</sub> P <sub>39,3</sub> K <sub>84,7</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 5 т/га	254,7	7,46	254,7	7,34
Органика 9 т/га в год + N <sub>26</sub> P <sub>0</sub> K <sub>19</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 3 т/га	45	23,11	45	23,33
Органика 9 т/га в год + N <sub>69</sub> P <sub>10</sub> K <sub>44,3</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна 4 т/га	123,3	14,03	123,3	14,92
Органика 9 т/га в год + N <sub>130,7</sub> P <sub>31</sub> K <sub>68,8</sub> , рассчитанный на планируемый урожай зерна – 5 т/га	230,5	7,64	230,5	8,03
НСР <sub>05</sub> (обработка почвы) – 0,6; НСР <sub>05</sub> (система удобрения) – 0,4				

Нам не удалось достичь планируемых урожаев. Причиной стал экстремально засушливый 2010 г (ГТК – 0,4). В этот год сбор зерна с единицы площади составил всего лишь 50 % от планируемого.

В среднем за 3 года наибольшая окупаемость НРК зерном была достигнута на вариантах с использованием органоминеральной системы удобрения. Например, на фоне безотвального рыхления, на варианте с внесением 9 т/га органических удобрений в год +  $N_{69}P_{10}K_{44,3}$  на 4 т/га зерна окупаемость НРК удобрений составила 14,03 кг при урожайности - 3,45 т/га. Тогда как на варианте с минеральной системой удобрения, рассчитанной на тот же уровень урожайности ( $N_{104,7}P_{28,3}K_{73,6}$ ) окупаемость составила 6,97 кг при урожайности 3,16 т/га. На фоне отвальной вспашки в аналогичных вариантах окупаемость НРК удобрений составила 14,92 и 7,02 кг, при урожайности культуры 3,43 и 3,04 т/га соответственно.

**Качество зерна.** Внесение расчетных доз удобрений позволило значительно повысить качественные и технологические показатели полученной продукции. По усредненным данным на вариантах с использованием систем удобрения количество белка (на сухое вещество) варьировало от 14,7 до 15,1 %, сырой клейковины от 30,2 до 31,4 процента.

Анализ зерна на наличие тяжелых металлов выявило, что их концентрация в полученной продукции находилась в пределах ПДК.

**Экономическая эффективность.** Использование в севообороте органоминеральных систем удобрения снижало потребность в минеральных туках на 20-40 % в зависимости от систем удобрения. Наиболее высокие показатели рентабельности производства зерна получили на фоне безотвальной обработки с органоминеральной системой удобрения. Так, на варианте с внесением органических удобрений 9 т/га в год +  $N_{69,0}P_{10,0}K_{44,3}$  на 4 т/га зерна рентабельность составила 76,8 %, с себестоимостью зерна 4240 руб./т. На фоне отвальной вспашки в аналогичном варианте получили следующие результаты: рентабельность – 71,2 %, себестоимость – 4380 руб./т при цене реализации 7500 руб./тонна.



## ВЫВОДЫ

1. К концу второй ротации восьмипольного зернопаропропашного севооборота в зависимости от систем удобрения достигалось повышение гумуса при отвальной вспашке на 0,07-0,18 % и на 0,16-0,29 % при безотвальной рыхлении относительно исходного показателя. Внесение органоминеральной системы удобрения с насыщенностью органическими удобрениями 5 т/га в год обеспечило простое, 7-9 т/га в год расширенное воспроизводство гумуса. На варианте с применением органических удобрений 9 т/га в год на фоне безотвальной обработки показатель рН повысилась на 0,2 единицы относительно исходного показателя., сумма поглощенных оснований на 5,5 мг-экв/100 г почвы.

2. Установлено стимулирующее воздействие органоминеральных удобрений на микробиологическую активность почвы. На вариантах с применением органоминеральных систем удобрения продуцирование углекислого газа из почвы микроорганизмами повышалось на 20-25 % по сравнению с минеральной системой удобрения.

3. Использование в севообороте органоминеральных систем удобрения оказывало положительное влияние на агрофизические свойства почвы. На фоне мелкого рыхления содержание водопрочных агрегатов увеличивалось на 13,6-25,86 % относительно варианта без удобрения.

4. Улучшение агрофизических показателей способствовало большему накоплению влаги за зимне-весенний период, а так же более рациональному ее расходованию растениями яровой пшеницы в период вегетации. Содержание продуктивной влаги перед посевом на вариантах с органоминеральной системой удобрения составило 168,4 и 184,6 мм, против 159,5 и 176,0 мм на контрольном варианте, на фонах отвальной и безотвальной обработок соответственно. В фазе трубкования обеспеченность влагой на этих же вариантах составила 87,9-93,4 мм и 68,2-71,2 мм.

5. На вариантах с внесением расчетных доз удобрений коэффициент потребления влаги растениями яровой пшеницы на формирование 1 ц зерна снижался в 2 раза по сравнению с естественным фоном. На этих вариантах коэффициент водопотребления составил 7,7-7,5, против 14,8-15,3 мм/ц на контрольном варианте.

6. Применение органоминеральных систем удобрения на фоне безотвальной обработкой обеспечивало повышение урожайности яровой пшеницы в 1,5-2 раза относительно естественного фона. При этом содержание белка в зерне увеличивалось на 0,6-0,7 %, сырой клейковины на 1,5-2,2 %.

7. Нашими исследованиями установлено, что для получения запланированных и близких к запланированным урожаям зерна яровой пшеницы целесообразно рассчитывать дозы минеральных и органоминеральных удобрений на получение 3-4 т/га зерна. Внесение NPK удобрений, рассчитанные на получение 5 т/га зерна приводит к снижению рентабельности производства на 20-30 %.

8. Использование в севообороте органоминеральных систем удобрения снижало потребность в минеральных туках на 20-40 %. При совместном использовании органоминеральной системы удобрения и безотвальной обработки почвы рентабельность производства повышалась на 25-35 %, а себестоимость снижалась на 20-25 %.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан, на серых лесных почвах для получения запланированных и близких к планируемому уровню урожаев зерна яровой пшеницы высокого качества с низкой себестоимостью рекомендуется:

1. Использовать органоминеральные системы удобрения, которые следует считать по балансовому методу с учетом содержания элементов питания в почве, коэффициентов использования их из почвы и внесенных удобрений.

2. В зернопаропропашном севообороте для создания положительного баланса гумуса применять органоминеральную систему удобрения с насыщенностью органическими удобрениями 5 т, а для расширенного воспроизводства плодородия – 7-9 т/га в год.

3. В зернопаропропашном севообороте на рекомендуемых фонах питания необходимо проводить безотвальную основную обработку почвы под яровые зерновые культуры, в частности под яровую пшеницу, на глубину 15-16 см.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### **Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК Российской Федерации:**

1. Шакиров Р.С. Влияние систем удобрений и основной обработки на пищевой режим и биологическую активность серых лесных почв в посевах яровой пшеницы / Р.С. Шакиров, **И.Г. Гилаев** // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. - № 1. – С. 139-143.

2. **И.Г. Гилаев** Агрофизические свойства и водный режим серой лесной почвы при различных системах удобрения и способах обработки почвы на примере яровой пшеницы / И.Г. Гилаев, Р.С. Шакиров// Вестник Казанского ГАУ. – 2013. - № 4. – С. 92-96.

3. **Гилаев И.Г.** Продуктивность яровой пшеницы сорта Экада 66 в зависимости от систем удобрения при различных способах основной обработки серой лесной почвы /Гилаев И.Г., Шакиров Р.С.// Вестник Казанского ГАУ. – 2014. - № 1. (в печати)

### **Статьи, опубликованные в других научных журналах и сборниках материалов международных и всероссийских съездов и конференций:**

4. Шакиров Р.С. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на структурный состав, влажность почвы и продуктивность яровой пшеницы /Р.С. Шакиров, **И.Г. Гилаев**// Материалы всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные разработки ученых – АПК России» посвященной памяти Р.Г. Гареева. – Казань «Фолиант». – 2013. - № 1. – С. 192-195.

5. Шакиров Р.С. Воспроизводство плодородия почвы – актуальная проблема современного земледелия /Р.С. Шакиров, М.Ш. Тагиров, **И.Г. Гилаев**// Нива Татарстана. – 2012. - № 5. – С. 34-35.

6. **Гилаев И.Г.** Влияние различных систем удобрений и способов основной обработки почвы на биологическую активность почвы и продуктивность яровой пшеницы /И.Г. Гилаев, Р.С. Шакиров// Перспективные направления исследований в земледелии и растениеводстве. Материалы всероссийской научно-практической конференции. ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – С. 87-92.

7. **Гилаев И.Г.** Влияние различных систем удобрений на биологическую активность почвы и продуктивность яровой пшеницы /И.Г. Гилаев, Р.С. Шакиров, А.М. Салихов// «Конкурентоспособная научная продукция – АПК России»: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Казань: Антэкс, 2011. – С. 221-225.

8. **Гилаев И.Г.** Влияние систем удобрений и способов основной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы /И.Г. Гилаев, Р.С. Шакиров, Р.М. Сабирова//

«Инновационные разработки молодых ученых – АПК России»: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева. – Казань: Фолиантъ, 2010. – С. 230-236.