

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

На правах рукописи

ЯНИКОВ АНДРЕЙ ДМИТРИЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ И
УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И
ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –
доктор с. х. наук, профессор
Денисов Е.П.

Саратов - 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Роль обработки в регулировании плодородия почвы и получении стабильных урожаев яровой пшеницы (обзор литературы)	8
1.1 Значение пшеницы	8
1.2 Обработка почвы	11
2 Условия, схема и методика проведения экспериментов	33
2.1 Почвы	33
2.2 Климат	34
2.3 Погодные условия	35
2.4 Схема опыта	41
2.5 Методика проведения опыта	42
3 Агрофизические свойства почвы	44
3.1 Изменение структуры почвы под действием обработки	44
3.2 Плотность почвы в осенний период после основной обработки	47
3.3 Плотность почвы перед посевом яровой пшеницы	51
3.4 Общая пористость почвы осенью после основной обработки	57
3.5 Пористость почвы под яровой пшеницей весной перед посевом	61
3.6 Пористость аэрации	65
4 Влияние обработки почвы на формирование весенних запасов влаги	70
5 Засорённость посевов яровой пшеницы	77
6 Изменение агрохимических свойств почвы	83
7 Урожайность яровой пшеницы	92
7.1 Урожайность	92
7.2 Влияние факторов жизни на урожайность яровой пшеницы	97
8 Энергетическая и экономическая эффективность выращивания яровой пшеницы при различных обработках почвы	103
Заключение	109
Список используемой литературы	112
Приложения	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Основой сельскохозяйственного производства является зерновая продукция. Яровая пшеница имеет большое значение в увеличении производства зерна.

В настоящее время в системе традиционной технологии возделывания зерновых культур отмечается тенденция насыщения сельского хозяйства тяжелой техникой, интенсивное использование которой приводит к переуплотнению почвы, снижению количества гумуса, а, следовательно, и к падению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Самое затратное звено в системе возделывания культур – обработка почвы, которая также претерпела в процессе развития системы земледелия ряд изменений. В технологии любой культуры 40 % затрат идет на обработку почвы. С этой точки зрения именно обработка требует новых подходов к этому процессу (Н.А.Рендов, 2006).

Состояние земледелия в России в настоящее время нуждается в значительном улучшении. Один из путей выхода из сложившегося положения на текущий момент просматривается в новом направлении, которое получило название сберегающего земледелия.

Данный тип земледелия основывается на энергосберегающих технологиях выращивания сельскохозяйственных культур в совокупности с точным земледелием.

Необходимым условием современного земледелия является разработка более экономичных технологий обработки почвы, обеспечивающих снижение энергетических и трудовых затрат, получение стабильных урожаев яровой пшеницы, снижение отрицательного последствие на плодородие почвы. Таким направлением является минимализация обработки почвы (М.Г.Калиненко, 2000; П.Н.Рыбалкин, 2001).

Степень разработанности темы. В современной научной литературе доказано, что минимализация обработки почвы осуществима при технической оснащённости хозяйства современными комбинированными почвообрабатывающими и посевными агрегатами, совмещающими за один проход по полю несколько технологических операций (Я.В.Губанов, Н.Н.Иванов, 1983; В.И.Столяров, 2006). Ее применение повышает производительность труда в земледелии, способствует устранению эрозии почвы, снижению затрат на производство продукции растениеводства.

Внедрение данной системы предполагает высокий технологический уровень выращивания культур и требует дальнейшего изучения особенностей борьбы с засоренностью посевов сорняками, приемов использования почвообрабатывающих и посевных агрегатов, обеспеченности средствами защиты растений, особенно гербицидами, а также удобрениями (М.М.Сабитов, 2002; Е.П. Денисов, 2003).

Нет единой точки зрения по влиянию минимализации обработки почвы на урожайность и плодородие в конкретных условиях Поволжья. Продолжение изучения данной проблемы и является направлением наших исследований.

Цель работы: изучить эффективность энергосберегающих приёмов обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на черноземах южных в сравнении с традиционной обработкой.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- изучить изменение агрофизических свойств южного чернозёма под влиянием различных обработок;
- определить роль обработок почвы на накопление доступной влаги в течение осенне-зимнего периода;
- исследовать изменение агрохимических свойств почвы под воздействием обработок и удобрений;
- выявить роль различных обработок почвы в снижении засорённости посевов яровой пшеницы;

- определить влияние изучаемых агроприёмов почвы на урожайность яровой пшеницы;
- дать оценку влияния различных факторов на формирование урожайности яровой пшеницы;
- рассчитать энергетическую и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы при энергосберегающих обработках почвы.

Научная новизна исследований. Выявлено различие плотности, пористости, запасов продуктивной влаги в почве на вариантах с энергосберегающими обработками почвы по сравнению с традиционной вспашкой. Показано изменение содержания питательных веществ при различных обработках почвы.

Установлено воздействие обработок почвы на формирование запасов продуктивной влаги и засорённость посевов яровой пшеницы. Определена урожайность яровой пшеницы при разных обработках почвы.

Рассчитана энергетическая и экономическая эффективность при возделывании яровой пшеницы на чернозёмах южных. Уровень рентабельности на опытных вариантах с минимальной обработкой почвы возрос по сравнению со вспашкой с 11% до 54%.

Практическая значимость заключается в конкретных рекомендациях по использованию энергосберегающих обработок почвы для получения зерна яровой пшеницы с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью. Рекомендовано применять вместо традиционной вспашки в качестве осенней обработки почвы на южных чернозёмах Правобережья минимальную обработку дисковой бороной Catros - 3001 на глубину 8-10 см. При отсутствии засорённости и внесении соломы в сочетании с азотом в дозе 40 кг д.в. на га можно использовать нулевую обработку почвы.

Методология и методы исследований базируются на современных научных изучениях практического земледелия и частных методик проведения экспериментов. Были использованы системный подход, методы

анализа и синтеза, индукции и дедукции, обобщения, наблюдения, сравнения и классификации. Расчёты и обработка результатов выполнялись методом математической статистики с применением пакетов прикладных программ Statistika 7.0 и MicrosoftExcel.

Положения, выносимые на защиту:

- сравнительная характеристика влияния обработок почвы на агрофизические и агрохимические свойства чернозёма южного;
- воздействие изучаемых обработок почвы на формирование весенних запасов продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы;
- влияние приёмов обработки на изменение содержания питательных веществ в почве и засорённость;
- изменение урожайности яровой пшеницы при использовании энергосберегающих обработок почвы;
- энергетическая и экономическая оценка использования различных обработок почвы при возделывании яровой пшеницы в полевом севообороте.

Достоверность полученных результатов подтверждена многолетним периодом исследований, использованием широко апробированных методик, необходимым объемом проведённых анализов, замеров, наблюдений, обработкой экспериментального материала математическими методами дисперсионного, корреляционного, регрессионного и вариационного анализа, проверкой результатов исследований.

Апробация результатов научных исследований. Результаты исследований были представлены на внутривузовских, всероссийских и международных научно-практических конференциях (Саратов, 2011, 2012, 2013; Пенза, 2013; Брянск, 2014; Волгоград, 2014).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 8 научных работ, в том числе 2 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов и предложений производству.

Работа изложена на 134 страницах компьютерного текста, содержит 57 таблиц, 7 рисунков и 35 приложений. Список литературы содержит 200 источников, в т.ч. 11 на иностранных языках.

1 РОЛЬ ОБРАБОТКИ В РЕГУЛИРОВАНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПОЛУЧЕНИИ СТАБИЛЬНЫХ УРОЖАЕВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Значение пшеницы

Пшеница (род *Triticum*) относится к семейству злаковых. Растение однолетнее. Род *Triticum* насчитывает свыше 20 различных видов.

Наибольшее распространение в нашей стране, особенно в нечерноземной зоне РФ получили два вида пшеницы – мягкая (*T.aestivum*L.) и твердая (*T. Durum*Desf.) (В.В. Каракулев, 2005; Л.В.Карпова, 2003).

Пшеница является одной из самых древних хлебных культур. Археологическими раскопками установлено, что пшеница в Ираке была известна ещё за 6,5тысяч лет, в Египте – за 6 тысяч лет, в Китае – за 3 тысячи лет до нашей эры. На территории, ныне занимаемой Болгарией, Румынией, Чехией, Венгрией и Польшей, пшеницу возделывали 4 – 5 тысяч лет тому назад.

Пшеница в нашей стране возделывается также с глубокой древности.

В V – VII вв. нашей эры в Волго-Камском междуречье, на Урале и в Западной Сибири наряду со скотоводством и охотой существовало земледелие с широким возделыванием зерновых культур, в том числе и пшеницы. Из культурных видов издавна обрабатывают у нас два – твёрдую и мягкую пшеницу, которые на земном шаре имеют наибольшее распространение, а также менее распространённые виды – карликовая, полоникум, тургидум и другие(Ф.М. Перекальский , 1961).

В настоящее время производство пшеницы на всех континентах составляет 615 млн. тонн. На долю пяти стран: Канады, США, Китая, Индии, и России приходится около половины производства пшеничного зерна. Яровая пшеница является одной из основных, наиболее распространенных

зерновых продовольственных культур в нашей стране. По посевным площадям она занимает первое место среди зерновых культур.

Пшеница – ценная продовольственная культура. Она дает высококачественное зерно, без которого нельзя обойтись в мукомольной, хлебопекарной, макаронной, кондитерской промышленности. Зерно пшеницы содержит в себе основные элементы питания человека. В воздушно-сухом зерне пшеницы содержится (%): белка-16.8, безазотистых экстрактивных веществ (в основном крахмала)- 63.8, клетчатки-2, жиров-2, золы-1.8, воды-13.6, а также ферменты и витамины (группа В и провитамин А) (А.Н. Абалдов, 2006; Н.В. Тупицин, 2004).

Пшеничным хлебом питается около 70 процентов населения земного шара. Великий русский учёный К. А. Тимирязев подчеркнул значение пшеничного хлеба такими словами: « Давно замечено, что мы не обращаем внимания на самые замечательные факты только потому, что они слишком обыкновенны. Многим ли, действительно, приходила в голову мысль, что ломоть хорошо испечённого пшеничного хлеба составляет одно из величайших изобретений человеческого ума» (К.А. Тимирязев, 1937).

В хлебе, изготовленном из пшеничной муки, содержатся необходимые для человека питательные вещества – фосфор, кальций, железо и другие. В 1 кг пшеничного хлеба содержится 1300 – 2500 мг фосфора, 140-260 мг кальция, 10-28 мг железа – это покрывает суточную потребность человеческого организма в этих веществах. Хлеб из белой муки выше по усвояемости, чем ржаной. В 1 кг пшеничной булки содержится 2000-2250 калорий, тогда как в 1 кг ржаной – 1800 калорий.

При сложном помоле пшеницы в отруби обычно отходят зародыш, алейроновый слой и оболочки, в которых содержится значительная часть белков, жиров и витаминов. Поэтому при отделении из муки отрубей увеличивается калорийность и усвояемость пшеничного хлеба, но уменьшается его белковая и витаминная ценность.

Пшеничные отруби – ценный концентрированный корм, в котором содержится много белков, жиров, сахара, клетчатки. Они широко применяются в животноводстве. Также на корм скоту используют отбой пшеничной пыли, получаемой при размоле зерна, и мякину.

Солому пшеницы употребляют на корм и подстилку скоту, изготовления самана, бумаги, шляп, корзин и других изделий (Ф.М. Перекальский, 1961).

Пшеничный крахмал имеет зёрна двух типов: крупные размером 26—30 мкм и мелкие — 6—7 мкм. Они применяются в медицине: в присыпках и мазях, как обволакивающее (в клизмах), в хирургии для неподвижных повязок из крахмальных бинтов (К. Ф. Блинова, 1990).

Зародыши пшеницы содержат большое количество питательных и биологически активных веществ. Экстракт зародышей пшеницы — это иммуномодулятор, который способен увеличить сопротивляемость организма действию негативных внешних факторов.

В медицине и косметологии экстракт зародышей пшеницы предлагается в качестве средства, обладающего противоожоговым эффектом, ускоряющего заживление ран, язв и ожогов. Это обусловлено влиянием экстракта зародышей пшеницы на заживление ран и активацию грануляционного процесса. Под влиянием экстракта зародышей пшеницы происходит увеличение количества фибробластов (повышение митоза), проникновение фибробластов в рану и повышение активности гидролиза фосфолипида, что играет решающую роль в процессе затягивания раны (Farinella Z., Morale M. C., 1986; Canonico P., 1992).

В косметологии используется также в качестве омолаживающего средства. Благодаря содержанию селена и каротиноидов, которые обладают антиоксидантными свойствами, зародыши пшеницы препятствуют действию свободных радикалов. Таким образом, экстракт зародышей

пшеницы укрепляет стенки сосудов, предупреждает старение и появление опухолей (Vanden Berghe Q. R., 1992; Canonico P., 1993).

Потребности народного хозяйства требуют дальнейшего увеличения производства зерна пшеницы. От роста производства и свойств зерна, прежде всего пшеницы, зависит дальнейшее, всё более полное удовлетворение растущих интересов населения в высококачественных продуктах питания.

Наряду с повышением качества зерна пшеницы особое внимание должно быть обращено на снижение себестоимости его производства. Это можно достичь, во-первых, путём увеличения урожайности, во-вторых, за счёт повышения производительности труда и резкого сокращения издержек производства.

Сельское хозяйство в России имеет все возможности для того, чтобы значительно увеличить производство зерна как основы решительного и быстрого подъёма всех отраслей сельского хозяйства и создания в стране изобилия продуктов питания и сырья для лёгкой промышленности (Н. М. Долинский, 1959).

1.2 Обработка почвы

Обработка почвы – важное звено системы земледелия. Механическое воздействие на почву машин и орудий оказывает существенное влияние на агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, и, в конечном итоге, на её плодородие и урожай сельскохозяйственных культур (А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощина, 2013).

Для создания хороших условий питания и роста растений применяют различные способы обработки почвы. При правильной системе обработки почвы решаются следующие задачи:

- создание предпосылок для сохранения и накопления влаги во всем корнеобитаемом слое почвы;
- создание условий для мощного развития корневой системы культурных растений, как в толще пахотного слоя, так и в более глубоких горизонтах;

- очищение пахотного слоя почв от семян и вегетативных зачатков сорняков, а также уничтожение насекомых-вредителей и болезней культурных растений;

- заделка на оптимальную глубину органических и минеральных удобрений;

- заделка пожнивных остатков в почву;

- подготовка почвы для заделки семян культурных растений на требуемую глубину при посеве;

- создание наилучшего строения пахотного слоя, способного обеспечить оптимальное для культурных растений и микроорганизмов условия водного, воздушного, теплового и питательного режимов.

Выбор способов и глубина обработки должны осуществляться на основе знаний агрофизического состояния пахотного слоя, при котором, с одной стороны, происходят наименьшие потери влаги на испарение, а с другой – создаются наиболее благоприятные условия для роста корневой системы растений.

Главные условия, определяющие выбор способа обработки почвы:

- разновидность почвы и её гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта, плотность сложения, структурные качества;

- количество выпадающих осадков и их распределение;

- виды и количество сорных растений;

- предшественник и возделываемая культура (Г.И. Казаков, В.А. Корчагин, 2009).

В Среднем Поволжье на основе многолетних данных внедряют новую модель формирования технологии возделывания зерновых культур для чернозёмной и сухой степи (С.Н.Шевченко, 2008). Обязательными составными частями такой технологии должны стать:

- зернопаровые и зернопаропропашные севообороты с короткой ротацией;

- дифференцированная, минимальная и нулевая обработки почвы;

- ресурсоэкономные и экологически безопасные приёмы использования удобрений с биологическими методами воспроизводства почвенного плодородия;

- система машин нового поколения;

- экологически безопасная система защиты растений;

- адаптивные сорта. (К.З. Халиуллин, М.М. Далетшин, Т.И.Хаматшин,2007).

В своей работе J.Schulz (1979) акцентирует внимание на том, что общие энергозатраты на традиционную вспашку составляют 42%-50,7% рабочего времени и 26% трудовых затрат. Таким образом, переход на энергосберегающие технологии даёт возможность уменьшить производственные расходы на 30-40%, в 1,5-2 раза сократить трудовые затраты, снизить расход ГСМ в 1,5-2 раза, повысить уровень рентабельности производства зерновой продукции. (В.А. Корчагин, О.И. Горянин, 2009; В.Б. Нарушев, Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолапов, 2012).

Согласно мнению В.П. Манжосова, М.И. Певнева, В.Н. Маймусова (1994), урожайность сельскохозяйственных культур только на 0,1-17% зависит от основной обработки почвы. Исходя из этого, при применении современной агротехники, у производителей сельскохозяйственной продукции имеются перспективы уменьшать расходы на основную обработку почвы, не снижая урожайность сельскохозяйственных культур. О данном факте свидетельствуют экспериментальные наблюдения, выполненные в разных почвенно-климатических зонах (В.И. Буюнкин, В.С. Кучеров, 1992; А.В. Вражнов, 1979; Г.И. Казаков, 1997; В.А. Корчагин, 1984; Н.С. Немцев, 1996; Л.С. Роктанэн, Ю.А. Лазник, 1977; И.С. Трофимов, Я.П. Орищенко, 1977; Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко, 1990; А.В. Кислов, Ф.Г. Бакиров, С.А. Федюнин, 2003).

Структурное состояние почвы в значительной степени обуславливает ее плодородие. Различные приёмы и способы обработки почвы при выращивании любых культур обязаны сохранять и восстанавливать в ней

агрономически ценные агрегаты (А.А. Смирнов, З.А. Кирасиров, Н.А. Курятникова, 2008). Как показали исследования, замена традиционной отвальной вспашки ресурсосберегающими системами обработки (без оборота пласта и комбинированной обработкой) не ухудшает структурно-агрегатное состояние пахотного горизонта (0-30 см). На фоне бесплужных обработок в зернопропашном севообороте в нём содержалось 65,2-66,5% агрономически ценных почвенных агрегатов, зернопаропропашном – 62,0-63,9 %, а на фоне традиционной отвальной системы – соответственно 64,2 и 61,8 % (В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, 2012).

Данными исследований учёных Ставропольского ГАУ установлено, что в 2009 г. в фазе весеннего кущения озимой пшеницы содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) по вспашке составило - 63,18%; по дискованию – 69,26%; при прямом посеве – 56,92% (Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, В.К. Зайцев, А.О. Бородин, 2013).

Экспериментальные исследования, проводимые на южном черноземе выявили, что самое наименьшее содержание макроструктуры было на вспашке – 68,9%, доля агрономически ценных агрегатов на минимальной обработке увеличивалась на 6,4%, а без обработки на 9,1% (А.Г. Тимкина, 2012).

В условиях юга Чили прямой посев на глинистых почвах давал формирование 76% водоустойчивых почвенных агрегатов >15мм, mini-till – 54%, чизельная – 52%, весенняя вспашка 15% и осенняя вспашка – 26% (А. Ellies, 2000).

Способ основной обработки обусловил различия в агрегатном составе почвы под посевами пшеницы по фракциям в слое 0-10см. Обработка культиватором-плоскорезом два года подряд привела к несколько большему содержанию агрономически ценной фракции агрегатов почвы (3-0,25 мм) по сравнению с двухлетней вспашкой (на 1,9% в среднем по склону) (О.А. Благополучная, Н.И. Мамсиров, 2013).

По данным учёных Саратовского ГАУ, в связи с сильным механическим воздействием содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в пахотном слое (0-30 см) было наименьшим в варианте посева яровой пшеницы по отвальной вспашке – 59,8%. При посеве по минимальной обработке отмечено снижение содержания агрономически ценных агрегатов в верхнем слое (0-10 см) до 56,2%, а в слое 0-30 см их количество повышалось до 63,0%. Самое высокое содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-30 см было при прямом посеве – 65,6% (В.Б. Нарушев, Е.В. Одиноков, Д.С. Косолапов, 2013).

Исходя из исследований Н.В. Шелухиной (2012), можно сказать, что наибольшее количество частиц размером 0,25-10 мм на момент посева было в верхнем (0-10 см) слое почвы. На вспашке этот показатель составил 55,6%, а при использовании культиватора и чизельного плуга – 53%. С увеличением глубины отбора почвенных образцов содержание частиц агрономически ценной фракции уменьшилось до 50,8% при использовании отвального плуга, до 48,8% - при культивации и до 49,0% - при чизелевании. В течение вегетации зернобобовых происходило качественное изменение структуры почвы. Ко времени уборки по всем изучаемым культурам увеличилось содержание пылеватой и агрономически ценной фракции, а количество глыбистых частиц уменьшилось. При этом способ основной обработки существенного влияния на данный показатель не оказывал.

Одна из основных физических характеристик почвы – её плотность, увеличение которой ведёт к изменению водного, воздушного и теплового режимов, что впоследствии негативно сказывается на развитии корневой системы сельскохозяйственных культур (Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев, 2012).

Если равновесная плотность почвы близка или равна оптимальной для выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры, то функция рыхления обработки почв сокращается. Тогда становится возможным прямой

посев (нулевая обработка) при условии, что другие функции обработки почвы сменяются характерными средствами (В.И. Кирюшин, 2011).

Исходя из данных, полученных в разных почвенно-климатических зонах, выявлено, что для возделывания зерновых культур оптимальная плотность почвы находится в пределах 1,1–1,3 г/см³ (А.В. Вражнов, 1995; М.Т. Гончар, 1986; А.Н. Данилов, В.Ф. Кульков, С.А. Данилова, 2008; Г.И. Казаков, 1997; И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов, 1990; Н.А. Максютков, 1996; Н.С. Немцев, 1996; И.А. Чуданов, 1998; А.И. Шевлягин, 1968; В.И. Кирюшин, 2011).

Данные исследований Г.Н. Черкасова, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцева (2012) показали, что систематическое (три года подряд) проведение той или иной обработки почвы изменяет её плотность. Через три года наибольшая плотность почвы отмечена при нулевой обработке, несколько ниже – при поверхностной. Оптимальная плотность отмечена в вариантах с отвальной вспашкой.

Из опытов Н.В. Шелухиной (2012) следует, что показатель плотности сложения почвы в слое 0-15 см на момент посева зернобобовых культур не зависел от способов основной обработки почвы, а слое 15-30 см существенно различался. Если в верхнем слое плотность почвы в вариантах со вспашкой и культивацией составила 0,92 г/см³, а при использовании чизеля – 0,93 г/см³, то в нижнем обработка культиватором привела к уплотнению почвы до 1,08 г/см³, что превысило контроль на 0,11 г/см³.

По данным исследований учёных Тамбовского НИИ сельского хозяйства, объемная масса пахотного слоя в весенний период по бесплужным и комбинированным системам основной обработки составляла в зернопропашном севообороте 1,11 г/см³, зернопаропропашном – 1,05 г/см³ при показателях по отвальной вспашке соответственно 1,12 и 1,04 г/см³ (В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, 2012).

Наблюдения, проведённые в Ставропольском крае, показали, что в 2011 г. в фазе полной спелости озимой пшеницы по вспашке плотность слоя

0-10 см составила $1,25 \text{ г/см}^3$, по дискованию – $1,30$ и при прямом посеве – $1,27 \text{ г/см}^3$. Увеличение плотности верхнего слоя почвы в варианте с дискованием объясняется тем, что в результате механических обработок на глубину 6-8 см в этом слое образуется большое количество мелкой пылевидной фракции, из-за которой впоследствии плотность почвы повышается (Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, В.К. Зайцев, А.О. Бородин, 2013).

По данным опытов Ф. Х. Латыпова, В. Ф. Мареева, И. Г. Манюковой (2011), в среднем за 2009-2010 гг. весной плотность сложения в слое 0-10 см изменялась по вариантам обработки в пределах от $1,14$ при вспашке до $1,16 \text{ г/см}^3$ – при поверхностной обработке, а между мелкой обработкой агрегатом КСН-3 и поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 разница составила $0,01 \text{ г/см}^3$. Плотность в слое 10-20 см была значительно выше по сравнению со слоем 0-10 см, и разница между вариантами варьировала от $1,22$ до $1,27 \text{ г/см}^3$. Однако полученные результаты не выходили за пределы оптимальных параметров для серых лесных почв. В течение вегетации плотность сложения увеличивалась, и к уборке разница между вариантами опыта по данному показателю почти нивелировалась и приходила к плотности естественного сложения.

Согласно исследованиям, проведённым на Уральской опытной станции, во влажные годы плотность почвы на фоне глубокой плоскорезной обработки (25-27 см) и мелкой (12-14 см) составила $1,21 \text{ г/см}^3$, а на фоне без обработок – $1,24 \text{ г/см}^3$, тогда как в сухие годы – соответственно $1,18$ и $1,19 \text{ г/см}^3$. Приведённые цифры свидетельствуют о том, что после сухих лет имеется реальная возможность перехода к минимизации вплоть до отказа от осенней обработки вообще (В.С. Кучеров, С.Г. Чекалин, 2000; В.И. Буянкин, В.С. Кучеров, 1992).

Из многолетних экспериментальных наблюдений, проводимых на чернозёмах южных опытного поля Саратовского ГАУ, следует, что по сравнению с традиционной вспашкой, mini-till увеличивала плотность почвы

в слое 0-30 см на $0,04 \text{ г/см}^3$, а no-till – на $0,06 \text{ г/см}^3$, то есть соответственно на 3,3% и 5,2% (Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, Б.З. Шагиев, 2012).

С. Н. Немцевым (2009) установлено, что использование минимальной обработки на черноземе выщелоченном не снижали водно-физические свойства слоя 0-10 см и не содействовали его переуплотнению. Другая ситуация отслеживалась в слоях 10-20 и 20-30 см. При использовании mini-till происходило уплотнение прослойки, что усложняло развитие корневой системы у зерновых культур и проникновение её в более глубокие слои почвы. Данные исследований, проведённых в течение трёх лет, говорят о том, что при традиционной вспашке в фазу всходов яровых ранних в слое почвы 10-20 см плотность равнялась $1,01 \text{ г/см}^3$, при поверхностной обработке она увеличивалась на 17,9%, а при прямом посеве – на 19,7%.

Опыты по использованию энергоресурсосберегающих обработок почвы, выполненные в ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», показали, что работа по нулевым и минимальным технологиям с применением гербицидов в посевах зерновых культур не ухудшает агрофизическое состояние верхнего слоя почвы, а использование атмосферных осадков растениями становится более эффективным по сравнению с традиционной вспашкой (Чекалин С.Г., Лиманская В.Б., Иманбаева Г.К., Браун Э.Э., 2009).

Большое число работ русских, а также зарубежных учёных посвящено актуальной на сегодняшний день теме - влияния обработок почвы на сложение пахотного слоя, структуру почвы и урожайность сельскохозяйственных растений (Г.Г. Данилов 1982; А.Г. Дояренко, 1966; В.Н. Слесарев, Н.В. Абрамов, 1996; П.У. Бахтин, 1954; С.С. Сдобников, 1968; Н.А. Качинский, 1970; В.В. Квасников, 1954; Г.И. Казаков, 1997; А. А. Гаркуша, С. В. Усенко, 2010; В.А. Гулидова, 1998; В.И. Кафарена, 1980; И.Н. Листопадов, 2003; Ю.Н.Плескачёв, 2005; М.М. Сабитов, А.И. Захаров, 2002; А.В. Кислов, Ф.Г. Бакирова, Р.Ф. Ягофаров, Г.А. Жаркова, 2006; E. Scheffler,

R. Ehrhardt, КН. Morstein, Н. Rogasik, 1982; D. Werner, U. Pittelkow, W. Xylander, Н. Unger, 1986; M. Lagos, 1999).

Основная обработка почвы имеет большое значение в накоплении и сохранении продуктивной влаги в почве. Принято считать, что, чем глубже обработка почвы, тем больше в ней накапливается влаги. Однако зачастую наличие влаги в верхнем слое почвы перед посевом в большей степени определяется уменьшением её потерь при мульчирующей обработке. Мульча является препятствием бесполезной потери влаги (В.Б. Банькин, 2007).

По данным исследований учёных Саратовского ГАУ, в среднем за три года количество продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы на варианте с нулевой обработкой превышало варианты отвальной вспашки и минимальной обработки на 12-24 мм в метровом слое почвы. Кроме того, в варианте прямого посева в связи с ненарушенным верхним слоем почвы и предотвращением в результате этого испарения с её поверхности преимущество по количеству продуктивной влаги, особенно в верхнем слое почвы (0- 50 см), сохранялось практически до начала созревания зерна яровой пшеницы (В.Б. Нарушев, Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолапов, 2013).

Анализ литературных данных и исследований, полученных на опытном поле Сибирского НИИ земледелия, показал, что после глубокой обработки почва накапливает и теряет больше влаги, чем при минимальной и нулевой обработке. Учёными было выявлено, что запасы почвенной влаги перед посевом зерновых культур по пару мало зависели от основной обработки почвы, а на второй и третьей культурах после пара максимальное количество влаги отмечалось по глубоким обработкам. Перед посевом яровых колосовых культур по зерновым предшественникам запасы почвенной влаги по глубоким плоскорезным обработкам (≥ 24 см) были на 17-28 мм выше, чем при минимальной и нулевой обработках. (В.Н. Слесарев, В.Е. Синещеков, В.В. Смеловский, 2012).

Экспериментальные наблюдения Н.В. Шелухиной (2012) показали, что обработки почвы существенного влияния на накопление влаги к моменту

уборки не оказывали. В варианте с культивацией данный показатель составил 18,4 мм, а при использовании отвального плуга и чизеля – соответственно 19,8 и 21,0 мм.

Как показали результаты исследований учёных Тамбовского НИИ сельского хозяйства, использование поверхностной системы обработки почвы снижало содержание влаги на 6,4-7,5% по сравнению с традиционной обработкой, и коэффициент водопотребления был менее продуктивен. (В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, 2012).

В условиях Ставропольского края весной 2011 г. в посеве озимой пшеницы количество продуктивной влаги в метровой слое по вспашке составило 162,33, а при нулевой обработке – 166,53 мм, что несущественно больше, чем при традиционной обработке. Это объясняется обильными осадками в осенний и весенний период и устойчивым снежным покровом. (Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, В.К. Зайцев, А.О. Бородин, 2013)

По данным Я.З. Каипова и Г.К. Зариповой (2013), в Зауральской степи Республики Башкортостан в среднем за 2002-2005 гг. содержание продуктивной влаги в метровом слое под однолетними культурами при минимализированной вспашке было больше, чем на фоне обычной. При минимализированной они составили – 121 мм, что на 13 мм больше, чем при обычной.

Результаты наблюдений сотрудников Курганского НИИ сельского хозяйства показали, что при прямом посеве за счёт мульчи накапливалось и сохранялось больше продуктивной влаги. Перед посевом после пара по нулевой обработке запасы продуктивной влаги были 106-108 мм, в бессменных посевах – 102-114 мм, а при вспашке и – соответственно 75-82 и 58-81мм (А.П. Круглов, С.Д. Гилев, А.А. Замятин, И.Н. Цымбаленко, Н.В. Степных, 2013).

Ряд учёных: А.Г. Крючков, И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов (2013) говорят, что минимальная обработка на 14-16 см приводит к уменьшению весенних запасов влаги, а на варианте без обработки и с плоскорезной

обработкой это значение было практически равным. Остаток влаги в метровом слое к уборке за три года исследований в среднем был немного (на 1,6-7,1 мм) больше при минимальной обработке.

Исследования, проведённые в Пензенской области на чернозёме выщелоченном, показали, что в среднем за 2010-2011 гг. запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в весенний период составляли: по вспашке – 111,0 мм, по безотвальному рыхлению – 109,6 мм, по минимальной обработке – 113,4 мм. Перед уборкой количество влаги снизилось до 76,0 мм по вспашке; 76,2 – по безотвальному рыхлению; 113,4 – по минимальной обработке (Е.В. Павликова, О.А. Ткачук, А.Н. Орлов, 2012).

По данным опытов С.Н. Немцева и Е.В. Кузиной (2011), можно сказать, что основная обработка почвы предопределяла накопление влаги в почве и последующее её расходование. No-till и Mini-till снизили запасы влаги в посевах яровой пшеницы в метровом слое почвы по сравнению со вспашкой, а в слое 0-30 см увеличили их по отношению к вспашке на 8-11%.

Механическое воздействие на почву так же оказывает влияние на ее водопроницаемость. Мелкая обработка увеличивает водопроницаемость почвы по сравнению с традиционной обработкой. Так, водопроницаемость при вспашке составила 2,15 мм/мин, при минимальной – 2,26 мм/мин (М.М. Абдулин, Я.З. Каипов, 2011). В условиях Западной Сибири на чернозёмных почвах через пять лет после освоения нулевой технологии водопроницаемость повышалась с 0,3-0,4 мм/мин до 0,8-0,9 мм/мин (Н.А. Коротких, Н.Г. Власенко, С.П. Кастючик, 2013).

Разрыхление почвы и свободный доступ в неё кислорода способствует повышению микробиологической деятельности и усилению минерализации гумуса (И.Д. Шишлянников, 1996). Отсюда возникает необходимость минимализации обработки почвы. Исследования, проведённые в различных зонах нашей страны, говорят о том, что при длительной (6-10 лет и более) поверхностной и плоскорезной обработке содержание гумуса в почве на 0,2-0,3% выше, чем на вспашке. В опытах на чернозёмных почвах Курской

области плоскорезная и минимальная (без основной) системы обработки почв снизили потери гумуса по сравнению со вспашкой соответственно на 20 и 23% в год. Следовательно, на гумусное состояние почвы можно влиять системой её механической обработки (А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко, 2007).

Исследованиями В.А. Воронцова, Л.Н. Вислобоковой, Ю.П. Скорочкина (2012) установлено, что для накопления гумуса лучшими оказались безотвальная и комбинированная обработки почвы, где за пять ротаций севооборота содержание его в верхнем слое (0-25см) почвы увеличилось по сравнению с исходным количеством на 0,46 и 0,38%. На вариантах с отвальной вспашкой и поверхностной обработкой содержание гумуса стало меньше на 0,04 и 0,24 % в сравнении с исходным количеством. По вспашке снижение гумуса объясняется сильной минерализацией органического вещества.

По данным исследователей Ивановской государственной сельскохозяйственной академии, наименьший показатель содержания гумуса в слое 0-30 см перед закладкой опыта был на варианте с отвальной обработкой (2,07%, V=11,1%), самый большой показатель на варианте с безотвальной обработкой (2,41%, V=8,0%), при комбинированной обработке имел среднее положение (2,23%, V=13,8%). К концу третьей ротации севооборота эта закономерность сохранилась. (А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощина, 2013).

Экспериментальные наблюдения Г.Н. Черкасова, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцева (2012) показывают, что содержание гумуса в слое почвы 0-10 см при поверхностной и отвальной обработках не имело существенных различий. Наиболее заметное варьирование количества гумуса отмечено при прямом посеве. По сравнению с традиционной вспашкой и поверхностной обработкой оно увеличилось соответственно на 0,20 и 0,18 %. Это объясняется тем, что при No-Till в верхний слой почвы, поступало больше пожнивно-корневых остатков.

В условиях Саратовской области на чернозёмах южных выявлены заметные различия агрохимических показателей почвы в зависимости от технологии посева полевых культур. Содержание гумуса в пахотном горизонте было наименьшим в варианте отвальной вспашки за счет повышенной его минерализации – 3,56%. Наивысшее содержание гумуса в варианте прямого посева – 3,78%, т.е. применение прямого посева позволяет сохранять гумус почвы (В.Б. Нарушев., Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолапов, 2013).

С увеличением интенсивности обработки почвы сильнее становится преобразование ценных фракций гумуса в малоактивные формы, тем самым снижается их положительное воздействие на создание оптимальных физических свойств (Н.Е. Сеницына, Т.И. Павлова, Ю.М. Мохонько, 2008).

По данным учёных кафедры земледелия Саратовского ГАУ, в среднем за 2010-2012 гг. наименьшее содержание гумуса отмечено при вспашке после пшеницы – 3,29–3,23 %. После люцерны при вспашке и минимальной обработке почвы количество гумуса было наибольшим – 3,70–3,84 %. Увеличение следует объяснить повышенным содержанием лабильного органического вещества (Е.П. Денисов, А.Г. Тимкина, Ф.П. Четвериков, 2012).

В условиях Курской области на чернозёме типичном выявлено, что содержание аммонийного и нитратного азота в слое 0-10 см при прямом посеве было на 0,5 и 0,28 мг / 100 г больше, чем при традиционной вспашке. При поверхностной обработке содержание минерального азота, так же увеличивалось в сравнении со вспашкой. Противоположная ситуация прослеживалась в слое 10-20 см. При вспашке азота было больше, чем в верхнем слое. Поверхностная обработка снизила содержание нитратного азота на 0,64 мг, аммонийного – на 0,25 мг на 100 г почвы, а прямой посев – на 0,72 и 0,24 мг/ 100г соответственно. Наблюдения показали, что в слое 0-10 см. происходило накопление подвижного фосфора и обменного калия, при нулевой и поверхностной обработках, а в слое 10-20 см значительное

снижение количества K_2O и P_2O_5 (Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев, 2012).

В исследованиях А.П. Круглова, С.Д. Гилева, А.А. Замятина, И.Н. Цымбаленко, Н.В. Степных (2013) показано, что уменьшение интенсивности обработок почвы снижало содержание в ней нитратного азота. Так перед посевом после пара пшеницы запасы его были 21,9 кг/га – по вспашке, 16,3 и 18,1 кг/га - по поверхностной и нулевой обработках соответственно.

На южном чернозёме Поволжья минимализация обработок почвы повышала уровень нитратного азота в пахотном слое. Если при вспашке после пшеницы его было 5,3 мг/кг почвы, то при минимальной обработке – 6,1 мг/кг, а прямой посева – 7,4 мг/кг. В первом случае его содержание увеличилось на 15,1 %, а во втором – на 39,6 %. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания азота в почве на 4,9–6,8 % (Е.П. Денисов, А.Г. Тимкина, Ф.П. Четвериков, 2012).

Экспериментальные наблюдения Ю.Б. Анисимова (2011) на черноземах Южного Урала выявили, что традиционная отвальная вспашка увеличивала запасы нитратного азота в верхнем слое почвы (0-20 см) на 40 – 42% в сравнении с Mini-Till и No-Till.

По данным исследований Нарушева В.Б., Одинокова Е.В., Косолапова Д.С. (2013), содержание нитратного азота в пахотном горизонте почвы в фазе колошения пшеницы было наибольшим в варианте посева по отвальной вспашке – 4,4 мг/кг почвы. При минимальной обработке содержание нитратного азота снижалось до 3,8 мг/кг, а при прямом посева – до 3,6 мг/кг почвы. Это – следствие потребления азота микроорганизмами, активно разлагающими растительные остатки полевых культур, накапливающиеся в верхнем слое почвы при минимальной обработке и прямом посева. Полученные результаты показали, что в данных вариантах выращивания полевых культур на черноземных почвах зоны необходимо внесение азотных удобрений. Что касается подвижного фосфора и обменного калия, то различий по вариантам в зависимости от технологии посева не выявлено.

Результаты многолетних полевых опытов показали, что ежегодное внесение удобрений, а также заделка в почву растительных остатков и соломы увеличивало содержание обменного калия и подвижного фосфора. Наиболее сильное увеличение отмечено на традиционной отвальной вспашке и комбинированной обработке, менее интенсивное на поверхностной и безотвальной обработках (В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, 2012).

Опыты, выполненные на черноземных почвах Среднего Заволжья показали, что энергосберегающие обработки почвы увеличивали содержание обменного калия на 20-31%, а доступного фосфора - на 18%, по сравнению с традиционной вспашкой (В.А. Корчагин, О.И. Горянин, 2009).

В условиях Центрально-Черноземной зоны содержание подвижного фосфора и нитратного азота в полуметровом слое почвы не существенно зависело от различных приёмов и способов обработки (В.И. Турусов, И.М. Корнилов, 2013).

Сорный компонент агрофитоценоза является одной из самых серьёзных проблем современного земледелия.

Сорные растения – это дикорастущие растения, обитающие на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. Большое разнообразие сорных растений, с одной стороны, морфологические и биологическое сходство многих из них с культурными растениями, с другой, дают возможность рассматривать эти растения как вполне сформировавшиеся жизненные формы (А.В. Фисюнов, 1984).

Увеличение валовых сборов и повышение качества зерна сельскохозяйственных культур в значительной мере зависят от засорённости. По данным отечественных и зарубежных учёных, потери урожайности различных сельскохозяйственных культур при сильной засорённости достигают 30% и более (Ф.З. Валеев, 1982; Г.И. Казаков, 2008; А.А. Балабанов, 2006; DerpschR., Moria, K., 1998).

Засорённость сельскохозяйственных культур, в том числе яровой пшеницы, зависит от глубины и способов обработки почвы (В.И. Турусов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная, 2011).

По мнению многих авторов, переход от традиционной вспашки к минимальным и особенно нулевым обработкам приводит к увеличению засорённости культурных растений. Так, по данным В.В. Рзаевой (2013), при создании благоприятных условий, количество сорных растений составило по глубокой обработке 28,3-41,1 шт./м², по мелкой – 30,2-43,8 шт./м², а по нулевой обработке – 54,5 шт./м².

Учёными Костромского НИИ сельского хозяйства установлено, что без обработки посевов гербицидами самая высокая засорённость была на варианте с плоскорезной обработкой. Она составляла 21 шт./м². На варианте с поверхностной обработкой на 8-10 см она не превышала 14 шт./м². Наименьшее количество сорных растений было на варианте со вспашкой 11 шт./м² (Г.Ю. Фёдоров, 2012).

Исследования, проведённые на чернозёме выщелоченном в Пензенской области на яровой пшенице показали, что в среднем за три года наименьшее количество сорных растений было на варианте с отвальной вспашкой – 43,8 шт./м². Безотвальная обработка увеличивала засорённость на 7,4%. Число сорных растений, при уменьшении глубины обработки почвы, увеличивалось на 16,8%, по сравнению с традиционной вспашкой (А.Н. Орлов, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова, 2011).

В условиях Центрального Черноземья количество сорных растений на варианте с mini-till составило – 238 шт./м², а на отвальной вспашке – 115 шт./м² (И.М. Корнилов, И.В. Пивоваров, З.К. Пашнина, 2006).

Опыты Белгородской государственной сельскохозяйственной академии показывают, что основная обработка почвы напрямую влияла на численность сорных растений. Наибольшая засорённость наблюдалась на участках с культивацией (131 шт./м² в 2008 году и 82 шт./м² – в 2009 году), а

наименьшая – на участках с традиционной вспашкой (59 и 50 шт./м² соответственно) (Н.В. Шелухина, 2012).

По данным исследователей Оренбургского государственного аграрного университета, лучшее уничтожение малолетних, а также корнеотпрысковых сорняков обеспечивала традиционная вспашка. На вариантах с минимальной и нулевой обработками численность сорных растений значительно возрастала. Она составляла соответственно 29,6 и 37,1 шт./м² однолетних и 1,8 и 2,4 шт./м² многолетних сорняков (С.В. Савчук, 2010).

Обработка почвы, безусловно, экономически эффективное средство борьбы с сорной растительностью. Но если засорённость не превышает порог вредоносности, то проводить её становится нецелесообразно (И.И. Гуреев, 2007).

О негативном влиянии сорняков на урожай культурных растений свидетельствуют многочисленные работы других авторов (А.В.Лазарев, 2008; Н.Н. Лунева, А.И.Анисимов, 2008; И.В.Дудкин, 2010;М.И.Подсевалов, Н.А. Хайртдинова, 2008; А.А.Иващенко, А.А. Иващенко, 2010; Е.А.Дворянкин, 2012; Т.А.Палкина, 2010; С.И.Михайлова, 2011; Т.А.Кукушкина, Г.И. Высочина, 2009; Н.Н.Лунева, 2009;О.И. Власова, В.М. Передериева, А.В. Ивашенко, 2009; Н.В.Санникова, 2009; В.П. Попова, Н.В. Чернявская, 2010;Н.И.Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко, Ю.И. Долгополов,Л.Д. Якушева, Г.И. Власенко, 2010;С.Н. Дубачинский, Н.Н. Дубачинская, 2010; Е.Н. Киселева,А.А. Разина, Ю.С. Корзинников, 2010; М.Г. Сираев, В.С. Сергеев, А.Ш. Уметбаев, 2011; В.Г. Доронин, Е.Н. Ледовский, 2011; Р.Р. Валитов, А.М. Колбин, В.К. Капорский, Р.Б. Валитов, 2011; А.Х. Куликова,А.В. Дозоров, Н.Г. Захаров, Н.В. Маркова, 2010; Ю.Е.Сибикеева, С.Ю. Борисов, 2013; Н.М. Тишков, А.С. Бушнев, 2012; В.И.Турусов, И.М.Корнилов, Н.А.Нужная, 2012; С.В. Щукин, Р.Е. Казнин, А.М. Труфанов, Е.В. Чебыкина, 2012; С.И. Михайлова, 2012; В.А. Касьяненко, 2011;А.К.Шиповский, А.В. Пустовалов, 2010; Т.А. Палкина, 2011; Т.В. Горбачева, Н.А.Рендов, Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева, 2011; А.Б.

Лаптиев, А.М. Шпанев, 2011; В.М. Передериева, О.И. Власова, А.П. Шутко, 2011; А.М. Шпанев, 2012; А.М. Шпанев, П.В. Лекомцев, 2012; С.М. Красножон, 2012; Г.Ф. Манторова, Л.А. Зайкова, 2013; Е.М. Титова, М.А. Внукова, 2012; / А.В. Банкрутенко, 2013; А.Б. Лаптиев, О.В. Медведева, 2013; В.Н. Топорков, 2013; Т.А. Маханькова, В.И. Долженко, 2013; Т.С. Бибик, В.В. Шаркевич, Е.Ю. Смолева, Р.Д. Петросян, 2013; Н.В. Долгополова, Н.Н. Железняков, 2012; Т.В. Семьнина, М.М. Наумов, 2013; Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Ф.П. Четвериков, Ю.А. Тарбаев, 2013; Е.С. Имеев, М.С. Горбунова, 2013).

Борьба с засорённостью полей должна носить планомерный, систематический и научно обоснованный характер, а не быть элементом стихийности, эпизодичности и шаблона. Самым актуальным на сегодняшний день способом борьбы с сорняками является химическая обработка.

В условиях Саратовской области в посевах яровой пшеницы засоренность контрольного варианта составляла 77 шт./м². Обработка посевов препаратами дикамерон гранд, вдг с нормами расхода 120 и 150 г/га уменьшала число сорных растений в среднем на 68 %; гранстар ультра, вдг 9, 12 и 15 г/га – на 53 %; эллай лайт, вдг 6, 8 и 10 г/га – на 70 %; секатор турбо, мд 75 и 100 мл/га – на 86 %; хит, сп 10 г/га – на 67 %. Также применение гербицидов снижало массу сорных растений (В.И. Долженко, В.Г. Чернуха, 2010).

Исследования, проведённые в Азербайджанском НИИ земледелия, показали, что применение гербицида веед-киллер с нормой расхода 2 л/га обеспечивало гибель сорных растений на 94,2% перед уборкой озимой пшеницы. Гербицид пума-супер (0,8 л/га) снижал количество сорняков на 92,5%. Обработка гербицидами повлияла также и на повышение урожайности, не ухудшая при этом качественные показатели зерна (Т.В. Мехдиев, 2012). По данным опытов В.Д. Семенова, С.В. Галаповой, А.А. Васильева (2009), внесение гербицидов логран (10 г/га) и секатор (150 г/га) способствовало уменьшению количества сорных растений в посевах

зерновых культур. На вариантах с лограном гибель двудольных сорняков составила 89,9 %; секатором – 94,1%.

В сухостепной зоне Западного Забайкалья на каштановых почвах химическая прополка гербицидом топик (0,7 л/га) давала снижение числа сорных растений на 94,0% к контролю. Урожайность зерна яровой пшеницы возрастала на 2,9–3,5 ц/га, или 21,8–26,3% (Б.Б. Цыбиков, А.П. Батудаев, 2008). Борьбу с многолетними сорняками, а особенно с корнеотпрысковыми, следует осуществлять после уборки предшественника. Исследования, выполненные в Астраханской области, показывают, что при применении гербицида глифосат (8 л/га) численность многолетних сорняков уменьшалась на 74-84%, а на участке с контрольным вариантом количество сорных растений возросло на 32% (З.Б. Валеева, Б.С. Даулетов, 2013).

В условиях северной лесостепи Тюменской области на чернозёме выщелоченном обработка баковой смесью гербицидов Пума Супер 100 (0,6 л/га) + Секатор Турбо (0,075 мл/т) при вспашке на глубину 28-30 см. давала снижение количества сорной растительности на 50,7 шт./м² или на 91,5%. Если без обработки засорённость посевов яровой пшеницы составляла 55,4 шт/м², то при применении гербицидов она равнялась 4,7шт/м². Урожайность яровой пшеницы после обработки гербицидами возрастала на 0,55 т/га (А.А. Проскурина, 2011).

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным критерием оценки качества любых агроприёмов. Однако важно не только получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, но и постоянно снижать себестоимость продукции. Для этого необходимо шире внедрять энергоресурсосберегающие агроприёмы и особенно малозатратные способы обработки почвы.

По данным опытов В.В. Осипова (2009), энергосберегающие обработки почвы с применением гербицидов не снижали урожайность яровой пшеницы по сравнению с традиционной вспашкой. Так, при вспашке она составляла –

1,11 т/га, а при однократном осеннем дисковании в сочетании с гербицидом – 1,10 т/га.

Исследования, проведённые на чернозёме южном в Поволжье, показали, что самая высокая урожайность яровой пшеницы в острозасушливые годы была отмечена на варианте со вспашкой 0,75 т/га. На участке с комбинированной обработкой она уменьшалась на 17,3% и равнялась – 0,62 т/га. Тенденция снижения урожайности сохранилась и в вариантах с mini-till и no-till на 12,0 и 33,3% соответственно (Е.П.Денисов, А.П.Солодовников, Р.К. Биктеев, 2011).

В условиях центральной зоны Оренбургской области в среднем за 2006-2008 гг. без обработки урожайность зерна яровой пшеницы снижалась по сравнению со вспашкой на 2,24 ц/га, или на 17,1%, на варианте с безотвальной обработкой – на 1,80 ц/га, или на 13,7% (М.Ф. Тухфатуллин, И.Н. Бесалиев, 2013).

Многолетние экспериментальные наблюдения, проведённые на чернозёме, выщелоченном в Тюменской области, выявили, что по различным системам обработки почвы урожайность яровой пшеницы изменялась незначительно. По традиционной вспашке она составляла 3,21 т/га, по безотвальной - 3,22 т/га, по дифференцированной обработке - 3,31 т/га (Н. В. Абрамов, В. А. Федоткин, А. С. Иваненко, 2012).

Исследования В.В. Матвеева, С.Н. Северьянова (2005) показывают, что самая высокая урожайность зерна яровой пшеницы получена в варианте со вспашкой на глубину 18-20 см. Она равнялась 2,89 т/га. На участке с осенним дискованием урожайность снижалась на 5,9 %, по сравнению с максимальным вариантом, а на участке с более глубокой вспашкой на 22-25 см урожайность уменьшилась на 6,3%.

Экспериментальные наблюдения учёных Сибирского НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства показывают, что урожайность яровой пшеницы, идущей после чистого пара, на разных вариантах зяблевой обработки почвы была практически одинаковой. Тенденция к повышению

урожайности отмечалась при плоскорезной полосной обработке почвы на 0,17 т/га, и при мелкой плоскорезно-нулевой на 0,12 т/га, по сравнению со вспашкой (В.Н. Слесарев, В.Е. Синещеков, В.В. Смеловский, 2012).

В Оренбургской области установлено, что различия урожайности яровой пшеницы по вариантам с мелкой (на 14-16 см), плоскорезной (на 25-27 см) обработкой, щелеванием (на 35-40 см) и нулевой обработкой были незначительными. Самая минимальная урожайность отмечена на участке с мелкой обработкой – 1,6 т/га. Это на 0,11 т/га, или 6% меньше, чем без обработки (А.Г. Крючков, И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов, 2013).

По данным В.В. Рзаевой (2013), урожайность яровой пшеницы в среднем за 2010-2012 гг. по отвальной вспашке на 28-30 см составила 3,4 т/га. По безотвальной обработке отмечено снижение урожайности на 0,13 т/га или на 4%. Нулевая обработка так же снижала урожайность яровой пшеницы на 0,87 т/га или на 25% по сравнению с отвальной вспашкой.

Множество работ различных учёных посвящено актуальной на сегодняшний день теме – влияния обработок почвы на урожайность яровой пшеницы (А.А. Проскурина, 2011; В.А. Телегин, И.Н. Цымбаленко, О.С. Бастрычкина, 2013; В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский, 2013; Н.И. Богачук, Г.С. Марьин, О.Г. Марьина-Чермных, 2013; Л.М. Бурлакова, А.А. Куфаев, А.Е. Кудрявцев, В.В. Тонких, 2004; Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, И.А. Корчагина, О.В. Скоморощенко, 2013; Т.Г. Хадеев, И.П. Таланов, П.А. Чекмарев, 2011; Н.И. Картамышев, Н.В. Долгополова, С.С. Балабанов, Н.Н. Железняков, 2011; Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова, 2007; Л.М. Козлова, Ф.А. Попов, 2012; Ю.Н. Плескачѳв, И.А. Кошѳев, С.С. Кандыбин, 2013; В.П. Заикин, А.Ю. Лисина, А.В. Мартьянычев, С.Ю. Коровин, 2010; В.М. Жидков, А.Н. Сарычев, 2007; В.Г. Шурупов, В.С. Полоус, 2011; Г.Г. Морковкин, С.В. Жандарова, И.П. Аверьянова, 2013; Е.С. Имеев, 2012).

Анализ различных научных исследований указывает на то, что вопрос влияния энергосберегающих обработок почвы при применении гербицидов и

удобрений на продуктивность яровой пшеницы и плодородие чернозёмов южных остаётся недостаточно изученным.

Для внедрения в производство минимальной и нулевой технологий обработки почвы необходимо углубление научных исследований и системное обобщение данных, что и послужило выбору направления наших научных исследований.

2 УСЛОВИЯ, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

2.1 Почвы

Опыты проводились на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова Саратовского района Саратовской области на слабосмытых чернозёмах южных среднесуглинистых слабогумусированных среднесуглинистых по гранулометрическому составу. Подстилающими породами являются делювиальные суглинки.

Мощность горизонта А – 49 см, реакция среды близка к нейтральной, рН водной вытяжки равняется 7,1–7,2. Сумма обменных оснований соответствует данному подтипу почв и составляет 25,5–28,0 мг-экв. на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований преобладает обменный кальций (55,2–69,1 % от суммы оснований), магний составляет 28,1–34,54 %. Вниз по профилю количество его увеличивается. Содержание натрия низкое 2,0–2,8 %.

По сухому остатку почвы незаселённые (0,01–0,02 %) и не содержат токсичных солей.

Содержание нитратного азота равно 2,19–3,60 мг на 100 г почвы, гидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой – 4,12–4,87 мг, доступного фосфора P_2O_5 по Мачигину – 3,3–4,0 мг, обменного калия K_2O по Масловой – 16–26 мг на 100 г почвы. По содержанию питательных веществ данная почва относится к среднеобеспеченным как в отношении азота, так и в отношении фосфора и калия.

Плотность почвы в пахотном горизонте колеблется в пределах 1,20–1,37 г/см³, в подпахотном горизонте – 1,36–1,47 г/см³, на глубине 1 м она возрастает до 1,52–1,53 г/см, на двухметровой отметке составляет 1,60–1,63 г/м.

Наименьшая влагоёмкость в слое 0–30 см равна 26,3–28,1 % от массы сухой почвы, в слое 30–50 см – 23,7–26,3 %, а в более глубоких слоях становится примерно постоянной и колеблется в пределах от 20,0 до 21,8 %.

Влажность устойчивого завядания изменяется по слоям от 9,3–10,1 до 8,4–9,0 %. Агрономически ценная структура составляет 57–59 %, а водопрочность её – 51,7–52,5 % в слое 0–20 см и 32,3–33,1 % в слое 30–40 см.

Количество гумуса по Тюрину в слое 0–20 см – 3,26–3,90 %, в слое 20–40 см – 3,08–3,50, в слое 40–60 см – 1,64–2,20 % от массы сухой почвы.

Низкое содержание гумуса и наличие в ППК натрия обуславливают неблагоприятную структуру изучаемых почв. По Вадюниной А.Ф. (1970), если содержание поглощённого натрия составляет 2–3 %, а отношение кальция к магнию 3:1, почва имеет плохие физические свойства.

2.2 Климат

Район проведения эксперимента расположен в зоне чернозёмных степей. Климат данной местности характеризуется как умеренно жаркий и умеренно засушливый.

По данным метеостанции города Саратова, самым холодным месяцем года является январь, среднемесячная температура воздуха которого по среднемноголетним данным составляет $-12,0$ °С, минимальная температура воздуха опускается до $-41,4$ °С.

Самый тёплый месяц – июль имел среднемесячную температуру воздуха $21,5$ °С. Максимальная же температура воздуха в этом месяце достигает

41 °С. Амплитуда колебания температуры равняется $82,4$ °С (таблица 1).

Весной самые поздние заморозки наблюдаются в третьей декаде мая и в редких случаях в первой декаде июня.

Осенью самые ранние заморозки отмечались в третьей декаде сентября.

Продолжительность безморозного периода по среднемноголетним данным составляет 162 дня.. Сумма эффективных температур свыше 10 °С равна 2500 °С.

Осадки являются основным источником влаги данного региона и составляют по среднегодовой норме 391 мм. За вегетационный период выпадает 194 мм осадков.

Таблица 1 –Климатические условия района проведения опыта
(по метеостанции г. Саратова)

Месяцы	Температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %	Сумма испарений с поверхности, мм
	средняя	max	min			
Январь	–12	4,2	–41,4	22	84	4
Февраль	–11,4	4,3	–37,0	21	81	4
Март	–5,7	15,6	–29,1	20	81	9
Апрель	5,3	26,6	–19,4	24	68	49
Май	14,3	32,5	–4,8	37	54	133
Июнь	18,9	38,7	–1,6	50	56	168
Июль	21,5	40,7	6,5	45	55	209
Август	19,5	38,2	4,8	38	57	173
Сентябрь	13,2	36,0	–1,5	37	63	95
Октябрь	5,5	28,3	–13,4	34	71	47
Ноябрь	–2,4	20,0	–30,2	35	83	11
Декабрь	–9,0	7,7	–36,5	28	85	3
За год	4,8	40,7	–41,4	391	70	905

В момент перехода среднесуточной температуры через 5 °С весной, запас продуктивной влаги в метровом слое равен 125–150 мм. Этого количества влаги хватает на короткий период, так как высокая температура и низкая влажность воздуха (54–57 %) способствует сильному испарению влаги из почвы, которое достигает в июле 209 мм. Кроме того, в течение вегетационного периода 20–30 дней бывают с суховеями. Гидротермический коэффициент составляет 0,78.

2.3 Погодные условия

Начало вегетации 2011 года характеризовался тёплой и сухой погодой. Апрельские осадки составили 17,0 мм или 70,8 % от нормы (таблица 2). Температура воздуха в первой декаде месяца составила 3,4°С, выше нормы.

Во второй декаде апреля она повысилась до 6,0 °С. В третьей декаде она составляла 11,7 °С, что также выше нормы.

Средняя температура воздуха была близка к норме и равнялась 7,0°C.

В апреле отмечено интенсивное отрастание многолетних трав, озимых и появление дружных всходов яровых культур вследствие высоких продуктивных запасов весенней влаги в почве и благоприятной температуре.

Май был сухой и жаркий. Сумма осадков составила 34,2 % от среднемноголетней величины. Средняя температура воздуха превосходила многолетнюю на 2,7 °С. Июнь характеризовался как тёплый и влажный. За июнь выпало 62,7 мм осадков. Это превышало норму на 25,4 %.

Таблица 2 –Метеорологические условия 2011 года
(г. Саратов)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С, средняя	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
Апрель	1	3,4	6,8	73
	2	6,0	9,8	68
	3	11,7	0,4	42
Средняя за месяц		7,0	17,0	61
Май	1	15,1	7,3	60
	2	16,1	0,4	44
	3	21,3	4,6	50
Средняя за месяц		17,7	12,3	51
Июнь	1	17,6	14,0	56
	2	19,9	23,1	60
	3	21,1	25,6	67
Средняя за месяц		19,5	62,7	61
Июль	1	25,4	-	58
	2	24,9	-	47
	3	29,3	2,3	46
Средняя за месяц		26,5	2,3	50
Август	1	22,5	8,7	57
	2	24,2	1,7	45
	3	19,0	2,3	56
Средняя за месяц		21,9	12,7	53
Сентябрь	1	16,9	25,7	65
За вегетацию		17,3	133,7	55

Температура воздуха превосходила среднемноголетнюю величину на 0,6 °С и составила 19,5 °С вместо 18,9 °С по норме. Большое количество осадков в июне сыграло положительную роль в формировании урожайности многолетних трав. В июле осадков практически не было. Выпало за месяц

всего 2,3 мм. Средняя температура воздуха превышала среднюю многолетнюю величину на 5,0 °С, т.е. июль был сухим и жарким.

Аналогичная погода была и в августе. Температура воздуха превышала норму на 2,4 °С, а сумма осадков составляла 40,4 % от многолетней величины. Сухая и жаркая погода в июле и августе создавала неблагоприятные условия для многолетних трав. Гидротермический коэффициент за вегетацию составил 0,69.

Начало вегетации 2012 года характеризуется как жаркий и сухой период (таблица 3).

Таблица 3 –Метеорологические условия 2012 года
(г. Саратов)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм			Относительная влажность воздуха, %	
		Факт.	Норма	Δt	Факт.	Норма	% от норм.	Клим.	Факт.
Апрель	1	5,3	2,5	2,8	9,8	9	109	73	80
	2	16,3	6,7	9,6	0,0	10	0	65	59
	3	19,0	10,5	8,5	7,2	10	72	58	51
месяц		13,6	6,6	7,0	17,0	29	59	-	-
Май	1	17,9	12,7	5,2	1,0	14	7	53	43
	2	21,4	15,8	5,6	0,0	14	0	51	39
	3	18,8	16,3	2,5	9,0	15	33	52	53
месяц		19,3	15,0	4,3	10,0	43	14	-	-
Июнь	1	20,6	17,7	2,9	12,6	15	84	52	53
	2	25,5	19,7	5,8	22,1	15	147	55	53
	3	22,9	20,8	2,1	12,0	15	80	54	50
месяц		23,0	19,4	3,6	46,7	45	104	-	-
Июль	1	23,3	21,0	2,3	6,7	17	39	56	56
	2	25,4	21,7	3,7	18,6	17	109	56	46
	3	23,2	21,4	1,8	1,9	17	11	55	50
месяц		23,9	21,4	2,5	27,2	51	53	-	-
Август	1	27,0	21,4	5,6	2,9	15	19	57	49
	2	22,4	19,8	2,6	20,0	15	133	59	61
	3	17,8	18,6	0,8	71,9	14	514	57	67
месяц		22,2	19,9	2,3	94,8	44	215	-	-

В апреле выпало всего 17 мм осадков, это составило 57 % от нормы. Температура воздуха в апреле превышала среднюю многолетнюю величину на 7 °С. Высокая температура в третьей декаде апреля (19°С) и хорошие запасы влаги в почве обеспечили хорошее отрастание и интенсивное развитие многолетних трав и озимых культур, а также всходов яровых зерновых, в том числе и яровой пшеницы. Май 2012 года был средневлажным.

Средняя температура мая составила 19,3 °С, что на 4,3°С выше нормы. Количество осадков в мае выпало всего 10 мм, что было 23,2 % нормы.

Июнь был влажным и жарким. Средняя температура в июне равнялась 23°С, что выше нормы на 3,6 °С. Осадков в июне выпало 46,7 мм, что на 4 % больше нормы.

Июль был засушливым и жарким. В июле средняя температура воздуха достигала 23,9°С, что выше средней многолетней величины на 2,5°С.

Максимальная температура в дневные часы поднималась до 42°С. В июле сумма осадков за месяц не превышала 27,2 мм. Это соответствовало 53% от средней многолетней величины. Такая погода в июле отрицательно сказывалась на формирование и налив зерна. В августе в третьей декаде выпало большое количество осадков – 94,8 мм, что на 115 % превысило многолетнюю норму. Гидротермический коэффициент за вегетацию составил 0,70. В целом погодные условия 2012 года были не очень благоприятные для формирования зерна яровой пшеницы.

В апреле 2013 года выпало 30,8 мм осадков, что несколько выше нормы. Температура воздуха в апреле превышала среднюю многолетнюю величину на 3,1°С. Оптимальная температура воздуха в третьей декаде апреля (12°С) и хорошие запасы влаги в почве обеспечили интенсивное отрастание и хорошее развитие многолетних трав и озимых культур, а так же дружных всходов яровых зерновых, в том числе и яровой пшеницы (таблица 4).

Май 2013 года был средневлажным. Выпало 44 мм вместо 43 мм по норме, средняя температура мая составляла 19,6°С, что на 4,6°С выше нормы.

Июнь был влажным и теплым. Средняя температура в июне равнялась 20,9°C, что выше нормы на 1,5°C. Осадки в июне составили 141 мм, что больше трехмесячных норм.

Таблица 4 –Метеорологические условия 2013 года
(г. Саратов)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Количество осадков, мм		Относительная влажность воздуха, %	
		Факт.	Норма	Факт.	Норма	Норма	Факт.
Апрель	1	7,6	2,5	12,1	9	73	68
	2	9,3	6,7	0,0	10	65	47
	3	12,1	10,5	18,7	10	58	58
месяц		9,7	6,6	30,8	29		58
Май	1	16,9	12,7	10,6	14	53	48
	2	21,9	15,8	1,2	14	51	39
	3	20,1	16,3	32,2	15	52	59
месяц		19,6	15,0	44,0	43		49
Июнь	1	19,3	17,7	3,7	15	52	54
	2	21,5	19,7	42,4	15	55	56
	3	21,9	20,8	94,9	15	54	66
месяц		20,9	19,4	141,0	45		57
Июль	1	23,2	21,0	1,3	17	56	50
	2	22,1	21,7	4,9	17	56	56
	3	19,0	21,4	31,0	17	55	69
месяц		21,3	21,4	37,2	51		59
Август	1	21,1	21,4	8,8	15	57	65
	2	23,6	19,8	0,0	15	59	54
	3	19,8	18,6	2,3	14	57	52
месяц		21,4	19,9	11,1	44		57

В июле средняя температура воздуха достигла 21,3 °С, что практически равнялось средней многолетней величины. Количество осадков выпало 72 % от нормы.

Такая погода в июне и июле благоприятствовала формированию и наливу зерна пшеницы. В августе выпало 11,1 мм, что составило всего 25 %

многолетней нормы. Гидротермический коэффициент за вегетацию пшеницы равнялся 1,60.

В целом, погодные условия 2013 года были благоприятны для формирования зерна яровой и озимой пшеницы.

Начало вегетации 2014 года характеризуется как жаркий и влажный период (таблица 5).

Таблица 5 –Метеорологические условия 2014 года
(г. Саратов)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм			Относительная влажность воздуха, %
		Факт.	Норма	Δt	Факт.	Норма	% от норм.	
Апрель	1	3,3	2,5	0,8	15,3	9	170	56
	2	8,1	6,7	1,4	7,5	10	75	54
	3	10,9	10,5	0,4	11,9	10	119	43
месяц		7,4	6,6	0,8	34,7	29	120	52
Май	1	13,0	12,7	0,3	17,2	14	123	60
	2	21,7	15,8	5,9	0,0	14	0	48
	3	21,7	16,3	5,4	0	15	0	43
месяц		18,9	15,0	3,9	17,2	43	40	50
Июнь	1	22,8	17,7	5,1	27	15	18	37
	2	16,7	19,7	-3,0	57,2	15	381	67
	3	17,9	20,8	-2,9	13,6	15	91	59
месяц		19,1	19,4	-0,3	73,5	45	163	54
Июль	1	21,7	21,0	0,7	10,3	17	61	55
	2	22,9	21,7	1,2	3,6	17	21	45
	3	21,9	21,4	0,5	0,0	17	0	40
месяц		22,2	21,4	0,8	13,9	51	27	47
Август	1	23,6	21,4	2,2	0,7	15	5	54
	2	25,5	19,8	5,7	28,4	15	134	50
	3	20,1	18,6	1,5	5,2	14	37	60
месяц		23,0	19,9	3,1	34,3	44	78	55

В апреле выпало всего 34,7 мм осадков, это составило 120 % от нормы. Температура воздуха в апреле превышала среднюю многолетнюю величину на 0,8°С. Высокая температура в третьей декаде апреля (10,5 °С) и хорошие запасы влаги в почве обеспечили интенсивное появление всходов и хорошее развитие яровых зерновых, в том числе и яровой пшеницы.

Май 2014 года был средневлажным.

Средняя температура мая составила 18,9 °С, что на 3,9°С выше нормы. Количество осадков в мае выпало всего 17,9 мм, что было 40,0 % нормы.

Июнь был влажным и жарким. Средняя температура в июне равнялась 19,1°С, что близко к норме. Осадков в июне выпало 73,5 мм, что составляло 164 % от средней многолетней величины.

Июль был засушливым и жарким. В июле средняя температура воздуха достигала 22,2 °С, что близко к средней многолетней величине.

Максимальная температура в дневные часы поднималась до 40,0°С. В июле сумма осадков за месяц не превышала 13,9 мм. Это соответствовало 27% от средней многолетней величины. Такая погода в июле отрицательно сказывалось на формировании и наливе зерна пшеницы.

В августе в третьей декаде выпало— 34,3 мм осадков, что составляло 78% от многолетней нормы.

Гидротермический коэффициент за вегетацию яровой пшеницы составил 0,62.

В целом, погодные условия 2014 года были не очень благоприятны для формирования урожайности зерна яровой пшеницы.

2.4 Схема опыта

Изучалась различная основная обработка почвы: вспашка, два дискования, одно осеннее дискование, нулевая обработка на фоне внесения азотных удобрений в дозе 40 кг д.в. на гектар и без удобрений.

Схема опыта включала в себя восемь вариантов:

1. Вспашка. 2. Вспашка + удобрения. 3. Два дискования. 4. Два дискования + удобрения. 5. Одно дискование. 6. Одно дискование + удобрения. 7. Нулевая обработка. 8. Нулевая обработка + удобрения. Опыт проводился в четырёхкратной повторности. Площадь делянок 200 м². Размещение делянок рендомизированное. Весной яровая пшеница высевалась нормой 3,5 млн. всхожих зёрен на 1 гектар. Сорт Фаворит. После уборки предшественника чечевицы поле обрабатывалось гербицидом раундап дозой

4 кг/га. Вспашку проводили плугом ПЛН-5-35; дискование – дисковой бороной Catros. В фазу кущение поле обрабатывалось гербицидом дефизан нормой 0,2 л/га.

2.5 Методика проведения опыта

Для наблюдений и исследований были использованы общие методические указания для проведения полевого опыта (А.А. Роде, 1970; Б.А. Доспехов, 1987; Б.Д. Кирюшин, 2004, 2005; А.Ф. Дружкин, 2013).

В процессе исследований велись следующие наблюдения за:

- влажностью почвы – полевым, термостатно-весовым методом с отбором проб почвенным буром АМ-16;
- плотностью почвы – в полевых условиях буром Н.А. Качинского методом режущих колец послойно через 0,1 м до глубины 0,6 м;
- структурностью почвы – сухим рассеиванием;
- степенью водопрочности структурных агрегатов – методом П.И. Андриянова;
- наступление фенологических фаз – глазомерно на смежных участках опыта;
- содержанием нитратного азота – дисульфифеноловым методом с реактивом Лунге-Грисса;
- содержанием доступного фосфора – по Мачигину;
- обменным калием – по Масловой;
- нитрификационной способностью почвы – по «Методическим указаниям» (М., 1984);
- подвижными формами фосфора – по Мачигину в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-84;
- обменными основаниями Ca^{2+} и Mg^{2+} - согласно МРТУ № 46-15-67;
- обменным натрием – по ГОСТ 26950-86;
- гумусом – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-84;

- урожайностью яровой пшеницы – методом пробных снопов с площадок 0,50 м².

Экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов на компьютере по методике Б.А. Доспехова (1987) и А.Ф. Дружкина(2013).

3 АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

3.1 Изменение структуры почвы под действием обработки

Структура почвы во многом определяет её агрофизические свойства (В.Р. Вильямс, 1951). От структурного состояния почвы зависит одно из её важнейших агрофизических свойств – плотность, так как изменение структуры связано с изменением порового пространства в почве.

Структурное состояние почвы определяет не только воздушный режим, но и водный режим почвы. Улучшая водопроницаемость почвы, хорошо оструктуренная почва увеличивает запасы продуктивной влаги к моменту посева. Структура влияет на капиллярную пористость, а следовательно, и на передвижение её в зону иссушения из более глубоких слоёв во время роста и развития растений (И.Б. Ревут, 1964).

В почве идут непрерывные процессы слипания механических частиц за счёт коагуляции коллоидов и процессы разделения крупных агрегатов на более мелкие. Смещение этих процессов в ту или другую сторону приводит к улучшению или ухудшению структурного состояния почвы.

Значительную роль в улучшении структуры почвы играет обработка почвы и корневая система культурных растений, особенно многолетних трав. Под многолетними травами структурное состояние почвы улучшается не только действием их корневой системы, но и отсутствием интенсивной обработки почвы. Обработка почвы, прежде всего, разрушает структуру почвы (И.Б. Ревут, 1964). При оптимальной влажности отмечается равновесие процессов создания и разрушения структуры почвы. Что редко наблюдается в условиях засушливого климата (В.Р. Вильямс, 1951). При этом часто следует отказываться от вспашки в целях предотвращения полного разрушения структурных агрегатов, особенно при длительной непрерывной обработке почвы (И.Б. Ревут, 1964). Это явление получило название выпахонности почвы. При этом оптимальные структурные агрегаты распадаются на множество мелких агрегатов пылевидной фракции. По мере

увеличения влажности почвы водопрочность структурных агрегатов снижается. При этом отмечается интенсивное разрушение агрономически ценных агрегатов, особенно при быстром затоплении почвы водой. В засушливом Поволжье важно знать не водопрочность структуры, а структуру при сухом рассеивании (И.Б. Ревут, 1964). Перемещение влаги в почве зависит от величины структурных агрегатов. Почвы с большим количеством микроагрегатов (менее 0,25мм) имеют большую высоту подъёма влаги по профилю почвы, чем макроагрегатные почвы (С.И. Долгов, 1948). Микроагрегатные почвы, обладающие большей капиллярной пористостью, прочнее удерживают влагу и быстрее перемещают её в зону иссушения (Д.И. Буров, 1957).

В опыте на структуру почвы заметно влияла обработка почвы (таблица 6). В слое 0-0,3 м наибольшее количество ценных структурных агрегатов (0,25-10 мм) отмечено на варианте с ресурсосберегающей обработкой почвы. При двух осенних дискованиях количество ценных структурных агрегатов составляло – 72,7 %, что выше, чем при вспашке на 2,9-3,0 %.

Таблица 6 – Структура почвы под яровой пшеницей в слое 0-0,3 м в среднем за годы исследований, %

Основная обработка почвы	K _{ст}	Размер структурных агрегатов			Отклонения от контроля
		>10	<0,25	0,25-10	
1. Вспашка	2,34	23,1	6,8	70,1	-
2. Вспашка +удобрения	2,31	22,9	7,3	69,8	-
3. Два дискования	2,72	22,2	4,7	73,1	3,0
4. Два дискования + удобрения	2,66	22,0	5,3	72,7	2,9
5. Одно дискование	3,11	20,1	4,2	75,7	5,6
6. Одно дискование + удобрения	2,95	19,9	5,4	74,7	4,9
7. Нулевая обработка	3,27	21,9	1,5	76,6	6,5
8. Нулевая обработка + удобрения	3,12	22,0	2,3	75,7	5,9

При одном дисковании в качестве основной обработки количество структурных агрегатов возросло по сравнению со вспашкой на 4,9-5,6 %, а

при нулевой обработке – на 5,9-6,5 %. Улучшение структурности отмечено за счёт уменьшения глыбистой фракции на 0,9-1,2 % и пылевидной фракции – на 5,0-5,3 %. Наибольший процент глыбистой фракции отмечен при вспашке 22,9-23,1%, а наименьший при нулевой обработке почвы – 21,9-22,0 %. При нулевой обработке почвы процент пылевидной фракции снизился в 3,0-4,0 раза.

Коэффициент структурности на варианте со вспашкой был ниже, чем при двойном осеннем дисковании на 15,1-16,3 %; ниже, чем при однократном дисковании – на 27,7-32,9 % и меньше, чем при нулевой обработке – на 35,1-39,7 %.

Изменение структуры почвы объясняется интенсивностью обработки в осенний период. При традиционной обработке почвы отмечено смещение процессов в сторону разрушения агрономически ценных структурных агрегатов.

Внесение минеральных удобрений практически не влияло на структурное состояние почвы. Изменение структуры по вариантам было незначительно, т.е. в пределах ошибки опыта 0,3-1,0 %. Несмотря на то, что, по мнению ряда учёных, в засушливых условиях водопрочность структурных агрегатов менее важна, чем в районах с влажным климатом, это свойство структуры является одним из важных качественных факторов структурного состояния почвы (И.Б. Ревут, 1964).

В наших опытах водопрочность структурных агрегатов после вспашки была заметно ниже, чем на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы. После двух дискований с осени водопрочность в течение шести лет повысилась на 5,7-5,8 % по сравнению со вспашкой; после одного дискования – на 6,8-7,1 %; на варианте с нулевой обработкой – на 18,3-18,9 % (таблица 7).

При минимальной обработке почвы водопрочность структуры была ниже, чем при нулевой на 11,2-13,2 %.

Таблица 7 – Изменение водопрочности структурных агрегатов под яровой пшеницей в среднем за годы исследований, %

Основная обработка почвы	Водопрочность структурных агрегатов, %	Отклонение	
		от вспашки	от нулевой обработки
1. Вспашка	28,4	-	-18,9
2. Вспашка +удобрения	27,7	-	-18,3
3. Два дискования	34,1	5,7	-13,2
4. Два дискования + удобрения	33,5	5,8	-12,5
5. Одно дискование	35,2	6,8	-12,1
6. Одно дискование + удобрения	34,8	7,1	-11,2
7. Нулевая обработка	47,3	18,9	-
8. Нулевая обработка + удобрения	46,0	18,3	-

Удобрения практически не влияли на водопрочность структурного состояния южного чернозёма. Различие с фоновым вариантом не превышало 0,4-0,9 %.

3.2 Плотность почвы в осенний период после основной обработки

Обработка почвы является важным фактором регулирования плотности почвы. Особенно изменяется плотность почвы в осенний период после основной обработки в верхнем слое 0-0,1 м(таблица 8). В среднем за последние три года шестилетнего периода (2008-2013 годы) плотность почвы в верхнем слое при вспашке составляли 0,86 г/см³ (таблица 8). При осеннем дисковании она возросла до 1,0г/см³, а при нулевой обработке этот показатель оставался равной 1,22 г/см³. По сравнению с исходным состоянием за последний год плотность снизилась в этом слое на 0,06 г/см³ при вспашке, а по сравнению со средней величиной – на 0,10 г/см³.

При минимальной обработке почвы плотность верхнего слоя снизилась за шестилетний период на $0,02-0,07 \text{ г/см}^3$, а по сравнению с трёхлетней средней величиной – на $0,05-0,08 \text{ г/см}^3$.

Таблица 8 – Плотность почвы в осенний период после основной обработки почвы в слое 0-0,1 м, г/см^3

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	0,96	0,88	0,80	0,90	0,86
2. Два дискования	1,05	0,96	1,02	1,03	1,00
3. Одно дискование	1,09	0,99	1,01	1,02	1,01
4. Нулевая обработка	1,18	1,27	1,18	1,22	1,22
НСР ₀₅	0,081				

При нулевой обработке плотность верхнего слоя возросла на $0,04 \text{ г/см}^3$. Изменение плотности почвы за шестилетний период была в пределах ошибки опыта. Статистически достоверное снижение плотности почвы по годам в верхнем слое отмечено только при вспашке.

Коэффициент вариации плотности почвы в слое 0-0,1 м при вспашке составил 4,7 %; при минимальной обработке – 1,0 %; при нулевой – 3,1%.

В слое 0,1-0,2 м плотность по годам практически не изменялась. При вспашке за шестилетний период она изменилась на $0,01 \text{ г/см}^3$, при минимальной обработке почвы на $0,04-0,05 \text{ г/см}^3$ (таблица 9).

Коэффициент вариации составил по вариантам соответственно 1,1; 2,4; и 1,3 %. Можно считать плотность почвы по годам практически постоянной, так как колебания не превышали ошибки опыта. По вариантам различие со вспашкой составляло $0,18; 0,20$ и $0,26 \text{ г/см}^3$. Различие статистически достоверно ($\text{НСР}_{05} = 0,05$). Вспашка достоверно снижала плотность почвы в слое 0,1-0,2 м.

Таблица 9 – Плотность почвы в осенний период после основной обработки почвы в слое 0,1-0,2 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	1,02	1,01	1,03	1,01	1,02
2. Два дискования	1,22	1,15	1,22	1,18	1,18
3. Одно дискование	1,27	1,20	1,25	1,20	1,22
4. Нулевая обработка	1,28	1,30	1,26	1,28	1,28
НСР ₀₅	0,050				

В слое почвы 0,2-0,3 м плотность в осенний период по годам за шестилетний период практически не изменилась (таблица 10). При вспашке различие с исходным периодом составило 0,02 г/см³; при минимальной обработке – 0,01-0,06 г/см³; при нулевой обработке – 0,03 г/см³, что в пределах ошибки опыта. Коэффициент вариации составлял по вариантам соответственно 3,2; 1,2; 1,6 и 0,8%. Различие по вариантам опыта составило по сравнению со вспашкой соответственно 0,15; 0,15 и 0,18 г/см³, что статистически достоверно.

В слое 0,2-0,3 м на варианте со вспашкой плотность почвы достоверно была ниже в осенний период, чем на других вариантах.

Аналогичное изменение плотности почвы наблюдалось и в слое 0-0,3 м (таблица 11). Различие при вспашке по годам за шестилетний период, по сравнению с исходным годом, не превышало 0,03 г/см³; при минимальной обработке – 0,02 и 0,06; а при нулевой обработке – 0,01 г/см³.

Коэффициенты вариации по вариантам не превышали 1,7; 2,2; 3,8 и 1,0%. По годам плотность почвы в осенний период в слое 0-0,3 м была практически одинакова. По вариантам отмечено статистически достоверное отличие со вспашкой. При минимальной обработке плотность почвы в этом

слое была выше, чем на вспашке на 0,15 и 0,16 г/см³; при нулевой обработке – на 0,27 г/см³, что статистически достоверно.

Таблица 10 – Плотность почвы в осенний период после основной обработки почвы в слое 0,2-0,3м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	1,18	1,20	1,15	1,16	1,17
2. Два дискования	1,31	1,32	1,34	1,30	1,32
3. Одно дискование	1,38	1,30	1,35	1,32	1,32
4. Нулевая обработка	1,37	1,34	1,36	1,34	1,35
НСР ₀₅	0,044				

Таблица 11 – Плотность почвы в осенний период после основной обработки почвы в слое 0-0,3м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	1,05	1,03	0,99	1,02	1,01
2. Два дискования	1,15	1,13	1,19	1,17	1,16
3. Одно дискование	1,24	1,16	1,19	1,18	1,17
4. Нулевая обработка	1,27	1,30	1,27	1,28	1,28
НСР ₀₅	0,049				

В подпахотном слое 0,3-0,5 м изменение плотности почвы по годам и по вариантам было статистически недостоверно (таблица 12).

Таблица 12 – Плотность почвы в осенний период после основной обработки почвы в слое 0,3-0,5 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	1,39	1,35	1,40	1,39	1,38
2. Два дискования	1,42	1,37	1,40	1,37	1,38
3. Одно дискование	1,41	1,38	1,41	1,38	1,39
4. Нулевая обработка	1,40	1,38	1,42	1,37	1,39
$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$					

Коэффициенты вариации плотности почвы в этом слое составляли по вспашке 1,9%; при минимальной обработке – 1,05; при нулевой – 1,6 %. Различие по годам за шестилетний период не превышало 0,03 г/см³, а по вариантам по сравнению со вспашкой 0,01 г/см³.

3.3 Плотность почвы перед посевом яровой пшеницы

Под действием осенних осадков и талой воды весной почва уплотнялась до определённого предела. Только за сентябрь выпадало в годы проведения опыта от 25,7 мм (2011г.) до 94,8 мм (2013г.) осадков. С одной стороны, значительно уплотнялась рыхлая почва за счёт уменьшения межагрегатных пор, а с другой стороны, осадки разрыхляли плотные почвы за счёт расклинивающего действия влаги и набухания органического вещества и коллоидных частиц. Особенно подвержен колебаниям плотности верхний слой 0-0,1 м (таблица 13). По годам колебания её при вспашке составляли до 0,06 г/см³ по сравнению с исходным состоянием. На остальных

вариантах слои плотности имели меньшее различие по годам за шестилетний период (таблица 13).

Коэффициент вариации плотности по годам при вспашке составлял 3,1 %, а на остальных вариантах – 1,1; 0,7 и 1,2 %. Коэффициенты вариации подтверждают наибольшее изменение плотности почвы при вспашке по годам проведения опытов в слое 0-0,1 м. Различие плотности по годам по сравнению с исходным состоянием было в пределах 0,02-0,08 г/см³.

Таблица 13 – Плотность почвы в весенний период перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,1 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,18	1,12	1,19	1,20	1,17
2. Два дискования	1,17	1,19	1,19	1,21	1,20
3. Одно дискование	1,16	1,18	1,20	1,19	1,19
4. Нулевая обработка	1,18	1,23	1,26	1,25	1,25
НСР ₀₅	0,038				

Наибольшее уплотнение отмечено при нулевой обработке почвы. Здесь по сравнению с исходным состоянием плотность верхнего слоя возросла на 0,07 г/см³, что статистически достоверно.

На остальных вариантах уплотнение почвы составило на 0,02-0,03 г/см³, что можно считать в пределах ошибки опыта. Наименьшее уплотнение на 0,02 г/см³ отмечено при вспашке.

В среднем за три последних года наибольшая плотность весной перед посевом пшеницы была при нулевой обработке 1,25 г/см³. При вспашке она снизилась на 0,08 г/см³, а при минимальной обработке – на 0,05-0,06 г/см³, что вполне достоверно. Осенняя обработка почвы приводила к заметному снижению плотности почвы весной в слое 0-0,1 м. Отсутствие обработки и

повышала плотность почвы, но величина её оставалась в пределах оптимального значения.

В слое почвы 0,1-0,2 м плотность по годам возрастала по сравнению с исходным состоянием после вспашки на 0,02-0,03 г/см³; после нулевой обработки – на 0,04-0,09 г/см³ (таблица 14). По годам отмечено заметное изменение плотности почвы. По вариантам опыта различие равнялось соответственно 0,03-0,06г/см³. Коэффициенты вариации плотности почвы по вариантам не превышали 1,6; 2,1; 2,3 и 1,8 %. Незначительная величина коэффициентов вариации указывает на равновесное состояние плотности почвы по вариантам опыта. По вариантам опыта плотность почвы была наименьшей после вспашки 1,29 г/см³. При минимальной и нулевой обработке почвы она возрастала в этом слое на 0,03-0,06г/см³. Это составляло 2,3-4,6 %.

В слое 0,2-0,3 м колебания плотности почвы по годам было меньше, чем в слое 0,1-0,2 м (таблица 15).

Коэффициенты вариации плотности составляли соответственно 1,3; 0,6; 2,0 и 1,2 %, то есть меньше, чем для предыдущего слоя.

Различие по вариантам по сравнению со вспашкой не превышало 0,04-0,05 г/см³ или 3,0-3,8 %, что вполне достоверно.

Таблица 14 – Плотность почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,1-0,2 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,27	1,30	1,30	1,26	1,29
2. Два дискования	1,28	1,32	1,36	1,29	1,32
3. Одно дискование	1,27	1,32	1,39	1,33	1,35
4. Нулевая обработка	1,27	1,31	1,36	1,36	1,34
НСР ₀₅	0,016				

Таблица 15 – Плотность почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,2-0,3 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,30	1,29	1,32	1,33	1,31
2. Два дискования	1,33	1,34	1,35	1,36	1,35
3. Одно дискование	1,29	1,32	1,36	1,36	1,35
4. Нулевая обработка	1,28	1,33	1,37	1,38	1,36
НСР ₀₅	0,016				

Отмечено увеличение плотности по сравнению с исходным состоянием при вспашке всего на 0,01 г/см³, то есть в пределах ошибки опыта. На остальных вариантах увеличение этого показателя составило 0,02-0,08 г/см³, что статистически достоверно.

В слое 0-0,3 м изменение плотности по годам было незначительно. Коэффициенты вариации составляли соответственно различным обработкам почвы 1,0; 0,8; 1,6 и 1,5 %. Различия со вспашкой в 2012 было 0,03-0,05 г/см³; в 2013 году – 0,03-0,07 г/см³; в 2014 году – 0,03-0,06 г/см³, то есть статистически достоверно (таблица 16). Аналогичное различие отмечено и в среднем за три года.

По сравнению с исходной плотностью за шесть лет на варианте со вспашкой плотность практически не изменилась. На вариантах с минимальной обработкой она возросла на 0,03-0,05 г/см³, а при нулевой обработке – на 0,09 г/см³, что статистически достоверно.

На глубине 0,3-0,5 м плотность почвы по вариантам и по годам была практически одинакова (таблица 17).

Коэффициент вариации плотности почвы по годам составляли соответственно обработкам почвы 1,4; 0,9; 1,0 и 0,4 %. Такое малое значение

коэффициентов вариации говорит о малом изменении плотности почвы в подпахотном горизонте.

Таблица 16 – Плотность почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,3 м, г/см³

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,25	1,24	1,27	1,26	1,26
2. Два дискования	1,26	1,28	1,30	1,29	1,29
3. Одно дискование	1,24	1,27	1,32	1,29	1,29
4. Нулевая обработка	1,24	1,29	1,33	1,33	1,32
НСР ₀₅	0,018				

Таблица 17 – Плотность почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,3-0,5 м, г/см³

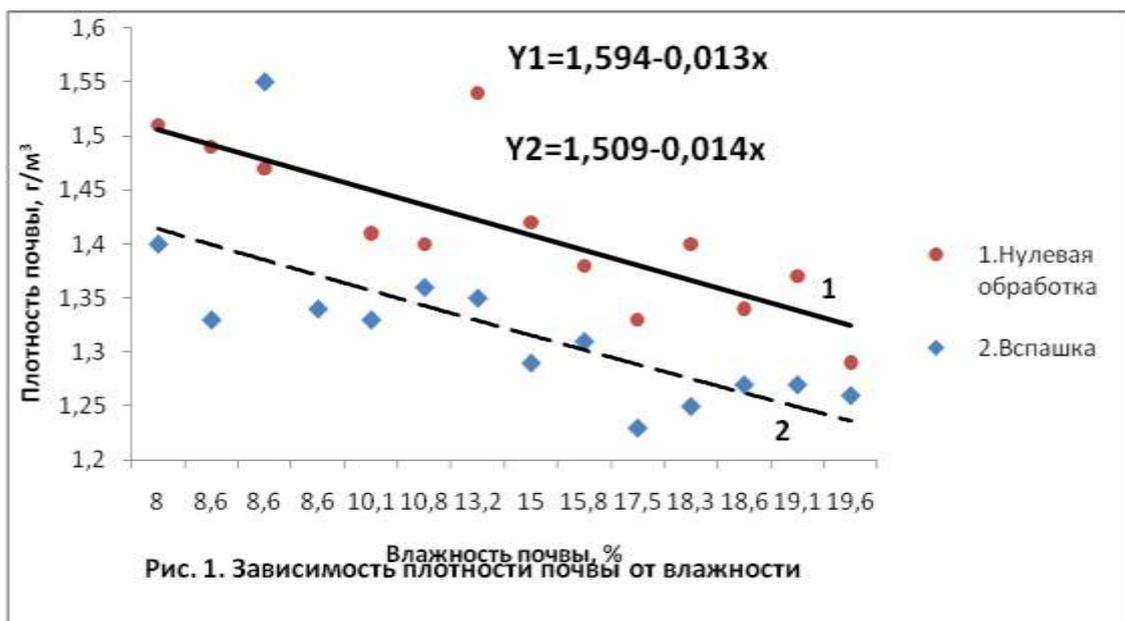
Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,39	1,37	1,35	1,40	1,37
2. Два дискования	1,39	1,38	1,39	1,41	1,39
3. Одно дискование	1,37	1,39	1,40	1,42	1,40
4. Нулевая обработка	1,38	1,38	1,39	1,38	1,38
$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$					

Различие со вспашкой остальных вариантов опыта было также невелико и составляло не более 0,01-0,03 г/см³, что можно считать в пределах ошибки опыта.

Плотность почвы зависела от влажности. Оптимальной плотностью почвы на чернозёмах южных среднесуглинистых по гранулометрическому

составу считается плотность в пределах 1,10-1,30 г/см³ (Е.В. Шейн, В.М. Гончаров, 2006).

Такая плотность почвы в посевах яровой пшеницы бывает весной в слое 0-0,3 м при влажности почвы больше 20% от массы сухой почвы. В засушливых условиях Поволжья в течение вегетации влажность почвы в слое 0-0,3 м часто опускается до влажности устойчивого завядания (ВУЗ) 8,0-10%. Если это отмечается весной в начале вегетации, у пшеницы не образуется вторичная корневая система и отсутствует продуктивное кущение, не образуются продуктивные боковые побеги и снижается урожайность зерна. При снижении влажности почвы увеличивается и плотность почвы. Пшеница, как и другие зерновые культуры, плохо переносит высокую плотность почвы при низкой влажности. В наших исследованиях в условиях Нижнего Поволжья при нулевой обработке почвы отмечается слабое мульчирование почвы соломой из-за низкой урожайности предшественника. Хорошая капиллярная пористость при нулевой обработке способствует быстрому испарению влаги из почвы. При нулевой обработке почва теряет влаги больше с восходящим потоком воды, чем после вспашки, где капиллярная пористость ниже. Потеря влаги и снижение влажности почвы приводят к значительному повышению плотности (рис. 1).



Весной в пахотном слое перед посевом пшеницы при влажности почвы 20-21% после вспашки плотность почвы не превышала $1,24-1,26 \text{ г/см}^3$, при нулевой обработке – $1,24-1,26 \text{ г/см}^3$. Такое значение плотности было близко к оптимальному. При снижении влажности до 15-16% плотность возросла при вспашке до $1,30 \text{ г/см}^3$, а при нулевой обработке – до $1,39 - 1,40 \text{ г/см}^3$.

Снижение влажности почвы до 8-10% (ВУЗ) увеличивало плотность в первом случае до $1,38-1,39 \text{ г/см}^3$. Из этого следует, что более быстрое иссушение и интенсивное уплотнение создаёт плохие условия для роста пшеницы при нулевой обработке. Этим следует объяснить значительное снижение урожайности пшеницы на вариантах с нулевой обработкой в сухие годы.

Во влажные годы отрицательный эффект от увеличения плотности заметно сглаживается. Если в сухие годы снижение урожайности по рассматриваемым вариантам в пользу вспашки составляло 23,1-30,7 и даже 50,0%, то во влажные – 7,2 – 12,4%. Важную роль в этом случае играет предшественник, количество его пожнивных остатков и урожайность соломы. Хорошим предшественником нужно считать озимую пшеницу, люцерну, кукурузу на зерно и другие культуры с большим количеством пожнивных остатков.

3.4 Общая пористость почвы осенью после основной обработки

Плотность почвы определяет многие её агрофизические свойства, в том числе и общую пористость. Общая пористость играет большую роль в формировании воздушного, водного и пищевого режима почвы. Важное значение отмечено многими учёными – распределение пор в почве по размерам. В микроагрегатных порах удерживается и хорошо передвигается влага в почве ризосферную зону иссушения. В макроагрегатных порах влага размещается внутри почвенных агрегатов. Межагрегатное пространство содержит воздух и улучшает аэрацию (А.Г. Дояренко, 1924). На тяжёлых почвах урожайность снижается из-за повышенной плотности прежде всего

при низкой влажности. При оптимальной влажности высокая плотность не снижает урожайность (И.Б. Ревут, 1964).

Соотношение некапиллярных (крупных) и капиллярных пор трактуется как строение почвенного слоя. При соотношении пор больше единицы в почве хорошая аэрация, но плохо удерживается влага. Такое строение почвенного слоя подходит для влажных условий. При соотношении пор меньше единицы преобладают в почве капиллярные поры, которые сохраняют влагу и способствуют её передвижению в зоны иссушения. Здесь ниже влажность разрыва капилляров (Д.И. Буров, 1987).

В осенний период после основной обработки почвы наиболее высокая общая пористость отмечалась после вспашки (таблица 18). За последние годы шестилетнего периода в слое 0-0,1м. она колебалась в пределах 66,7 – 70,4 %. В среднем за три года пористость составила 68,1 %. При минимальных обработках почвы величина её снизилась до 62,6 – 63,0 % или 5,5 и 5,1 %. При нулевой обработке общая пористость равнялась 54,8 %, что меньше, чем при вспашке на 13,3%.

Таблица 18 – Пористость почвы в осенний период после основной обработки в слое 0-0,1м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	62,0	67,5	70,4	66,7	68,1
2. Два дискования	61,2	64,4	62,2	61,9	63,0
3. Одно дискование	60,7	63,4	62,6	62,2	62,6
4. Нулевая обработка	56,3	53,0	56,2	54,8	54,8
НСР ₀₅	2,94				

При вспашке за шестилетний период общая пористость возросла к 2013 г. по сравнению с исходным состоянием на 4,7 %; при минимальной обработке – на 0,7 – 1,5 %, при нулевой обработке – уменьшилась на 1,5 %.

Учитывая наименьшую существенную разность, следует отметить, что за шестилетний период увеличение пористости в слое 0-0,1 м. было только на варианте со вспашкой. В слое 0,1-0,2 м также общая пористость в последние три года превышала после вспашки остальные варианты на 6,0; 7,5 и 9,8 % (таблица 19). По сравнению с исходным состоянием в этом слое почва за шесть лет не изменилась. Различие составило по вариантам 0,4; 1,5; 1,6 и 0,7 %, что статистически недостоверно.

Наибольшая пористость была в осенний период в слое 0,1-0,2 м. после вспашки. Достоверное различие пористости отмечено на минимальной обработке по сравнению с нулевой. Отмечено увеличение пористости в первом случае на 3,8 и 2,3 %, что статистически достоверно.

В слое 0,2-0,3 м в осенний период наибольшая пористость была также после вспашки – 56,7%. При минимальной обработке отмечено снижение её на 6,3 и 5,7 %, а при нулевой обработке – на 6,6 %, что статистически достоверно (таблица 20). По сравнению с исходным состоянием пористость почвы в этом слое при вспашке и при двукратном дисковании не изменилась. Таблица 19 – Пористость почвы в осенний период после основной обработки

в слое 0,1-0,2 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	62,3	62,6	61,8	62,7	62,4
2. Два дискования	54,8	57,4	54,9	56,3	56,4
3. Одно дискование	53,9	55,6	53,7	55,5	54,9
4. Нулевая обработка	52,6	51,9	53,3	52,6	52,6
НСР ₀₅	1,77				

Таблица 20 – Пористость почвы в осенний период после основной обработки
в слое 0,2-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	57,2	55,6	57,4	57,1	56,7
2. Два дискования	51,5	51,1	50,4	50,1	50,4
3. Одно дискование	49,9	51,5	50,1	51,1	51,0
4. Нулевая обработка	49,3	50,4	49,6	50,3	50,1
НСР ₀₅	1,55				

При однократном дисковании величина её возросла на 1,2 %, а на варианте с нулевой обработкой повысилась на 1,0 %. Что статистически не достоверно, то есть изменения можно считать в пределах ошибки опыта. Следовательно, за шестилетний период общая пористость почвы в слое 0-0,3 м практически не изменилась.

В пахотном слое 0-0,3 м в среднем за последние три года общая пористость в осенний период после вспашки составляла 62,6% (таблица 21).

Таблица 21 – Пористость почвы в осенний период после основной обработки
в слое 0-0,3м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	61,2	61,9	63,4	62,2	62,6
2. Два дискования	57,5	58,2	56,0	56,7	57,0
3. Одно дискование	55,1	57,1	56,1	56,8	56,7
4. Нулевая обработка	53,0	51,9	53,0	52,6	52,6
НСР ₀₅	1,79				

При минимальной обработке она снизилась на 5,6 и 5,9 %, а при нулевой – на 10,0 %, что статистически достоверно. По сравнению с исходным состоянием после вспашки пористость практически была постоянной.

На глубине 0,3-0,5 м пористость почвы колебалась в среднем за последние годы в пределах 48,6-48,9%, то есть была практически одинакова (таблица 22).

Таблица 22 – Пористость почвы в осенний период после основной обработки в слое 0,3-0,5 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	48,5	50,1	48,2	48,5	48,9
2. Два дискования	47,4	49,3	48,1	49,3	48,9
3. Одно дискование	47,4	49,4	47,8	48,8	48,7
4. Нулевая обработка	48,2	48,8	47,6	49,3	48,6
$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$					

По сравнению с исходным периодом пористость к 2013 году за осенний период возросла при минимальной обработке на 0,7 и 1,4 %, а при нулевой – на 1,1 %, что статистически недостоверно. Следовательно, несмотря на различную обработку почвы в подпахотном слое пористость почвы в осенний период была одинакова и колебалась в пределах 47,6-50,1 %.

3.5 Пористость почвы под яровой пшеницей весной перед посевом

Весной после осенне-зимнего оседания почвы общая пористость заметно снизилась (таблица 23). После вспашки за последние три года она возросла весной в слое 0-0,1 м на 1,3-1,7 %, при минимальной обработке снизилась на 0,6-1,5% и 0,8-1,6 %, а при нулевой обработке – на 1,8-2,4 %, что статистически достоверно.

Таблица 23 – Пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,1 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	54,3	55,6	56,0	55,5	55,7
2. Два дискования	56,7	56,1	56,0	55,2	55,8
3. Одно дискование	57,1	56,3	55,5	56,0	55,9
4. Нулевая обработка	56,2	54,4	53,3	53,8	53,8
НСР ₀₅	0,83				

По сравнению с исходным состоянием пористость в слое 0-0,1 м в весенний период уменьшалась. Наибольшая пористость весной в слое 0-0,1 м была на вариантах с обработкой почвы. Здесь она колебалась в пределах 55,7-55,9%, то есть незначительно в пределах ошибки опыта.

На варианте с нулевой обработкой общая пористость была ниже, чем на других вариантах 1,9-2,1 %, то есть различие статистически достоверно.

В слое 0,1-0,2 м изменение пористости почвы по годам и вариантам было в пределах ошибки опыта (таблица 24).

Таблица 24 – Пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,1-0,2 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	53,0	51,9	51,8	52,2	52,0
2. Два дискования	52,6	51,1	49,6	52,2	51,0
3. Одно дискование	53,0	51,1	48,5	50,8	50,1
4. Нулевая обработка	53,1	51,5	49,6	49,7	50,3
$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$					

За последние три года шестилетнего периода пористость в этом слое снизилась на 0,8 % при вспашке, при минимальной обработке – на 0,4-2,2 %, при нулевой обработке – 2,8 %. Пористость этого слоя на варианте при вспашке превышала остальные варианты на 1,0-1,9 %, что также статистически недостоверно.

На глубине 0,2-0,3 м пористость почвы при вспашке превышала достоверно все варианты (таблица 25).

Различие по вариантам по сравнению со вспашкой составляло 1,4; 1,3 и 1,9 %. За шестилетний период отмечено некоторое снижение пористости в этом слое.

При вспашке общая пористость уменьшилась на 1,1 %; при минимальной обработке – на 0,9-2,4%; при нулевой – на 3,7 %.

Наибольшее уплотнение почвы было при нулевой обработке.

Таблица 25 – Пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,2-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	51,9	52,2	51,1	50,8	51,5
2. Два дискования	50,8	50,4	50,1	49,9	50,1
3. Одно дискование	52,2	51,2	49,7	49,8	50,2
4. Нулевая обработка	52,6	50,8	49,3	48,9	49,6
НСР ₀₅	0,68				

В слое 0-0,3 м общая пористость при вспашке составляла 53,4 % (таблица 26). На остальных вариантах она была ниже на 1,1; 1,3 и 2,4 %, что статистически достоверно.

При минимальной обработке она снизилась по сравнению с исходным состоянием на 1,2 – 1,8 %, а при нулевой обработке – на 3,3 %.

За шестилетний период на варианте со вспашкой в этом слое общая пористость практически не изменилась.

Различие по годам было в пределах ошибки опыта.

Таким образом, в условиях проведения опыта отмечается тенденция снижения общей пористости почвы в верхнем пахотном горизонте.

Таблица 26 – Пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	53,7	54,1	53,0	53,3	53,4
2. Два дискования	53,4	52,6	51,9	52,2	52,3
3. Одно дискование	54,1	53,0	51,1	52,3	52,1
4. Нулевая обработка	54,2	52,2	50,8	50,9	51,1
НСР ₀₅	0,65				

В подпахотном горизонте общая пористость изменялась и годам и по вариантам в пределах ошибки опыта (таблица 27).

Таблица 27 – Пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,3-0,5 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	48,5	49,3	50,1	48,2	49,3
2. Два дискования	48,5	48,9	48,5	47,8	48,4
3. Одно дискование	49,3	48,5	48,1	47,4	48,0
4. Нулевая обработка	48,8	48,9	48,5	48,8	48,7
$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$					

На глубине 0,3-0,5 м по вариантам общая пористость изменялась в пределах 48,0 – 49,3 %, по годам за шестилетний период – от 47,8 до 49,3 %, что в пределах ошибки опыта.

В целом, различие по вариантам и по годам в осенний период колебания общей пористости было сильнее, чем весной перед посевом. Таким образом, в осенний период пористость в значительной степени зависела от обработки почвы. Весной это различие в значительной мере сгладилось.

3.6 Пористость аэрации

Для нормального роста и развития растений корневая система должна хорошо снабжаться кислородом. Соотношение кислорода и углекислого газа в почвенном воздухе зависит от интенсивности газообмена почвы и атмосферы, которая тесно связана с величиной пористости аэрации. При пористости аэрации близкой к 11 % резко сокращается скорость диффузии газов в почве, прекращается отвод углекислого газа из почвы.

Хороший газообмен почвы и атмосферы осуществляется при пористости аэрации 20-25 %.

При этом нормально осуществляется в почве протекание биологических и биохимических процессов (И.Б. Ревут, 1964).

Пористость аэрации рассчитывается по формуле:

$V_{\text{аз}} = V_{\text{общ}} - bW$, где $V_{\text{аз}}$ – пористость аэрации в объёмных процентах;

$V_{\text{общ}}$ – общая пористость, %; b – плотность почвы, г/см³; W – влажность почвы в весовых процентах.

Пористость аэрации в слое 0-0,3 м в осенний период была наибольшей после вспашки.

В среднем за три последних года шестилетнего периода после вспашки пористость аэрации составляла 35,3 %. На вариантах с минимальной обработкой она снизилась на 9,6-10,3 %, а при нулевой обработке на 17,1% (таблица 28).

Таблица 28 – Пористость аэрации в осенний период после основной обработки почвы в слое 0-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	33,0	34,2	36,8	34,8	35,3
2. Два дискования	26,6	27,8	24,0	25,2	25,7
3. Одно дискование	21,8	25,9	23,9	25,1	25,0
4. Нулевая обработка	18,9	17,0	18,9	18,2	18,2

По годам пористость аэрации практически не изменялась. Колебания были в пределах 34,2-36,8 % после вспашки, 24,0-27,8 и 23,9-25,9 % при минимальной обработке и в пределах 17,0-18,9 % после нулевой обработки. Коэффициенты вариации по вариантам опыта равнялись соответственно 3,5; 4,9; 2,7 и 3,5 %. Это подтверждает малую вариацию пористости аэрации по годам. Подобное изменение по годам наблюдалось и при анализе капиллярной пористости (таблица 29).

Таблица 29 – Капиллярная пористость в осенний период после основной обработки почвы в слое 0-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	28,2	27,7	26,6	27,4	27,2
2. Два дискования	30,9	30,4	32,0	31,5	31,3
3. Одно дискование	33,4	31,2	32,2	31,7	31,7
4. Нулевая обработка	34,2	34,9	34,1	34,4	34,4

При вспашке колебания её составляли в пределах 26,6 -27,7 %, а на остальных вариантах соответственно в пределах 30,4-32,0; 31,2-32,2 и 34,1-

34,9 %. Коэффициенты вариации не превышали соответственно 1,7; 2,1; 1,4 и 1,0%. Наименьшая капиллярная пористость отмечена при вспашке – 27,2 %.

На остальных вариантах она была выше соответственно на 4,1; 4,5 и 7,2 %. Наибольшая капиллярная пористость была при нулевой обработке почвы 34,4%. За шесть лет капиллярная пористость изменилась в слое 0-0,3 м незначительно, всего 0,3-1,7 %.

Коэффициент строения пахотного слоя за осенний период на варианте со вспашкой был больше единицы и составлял 1,23-1,38 единиц. При минимальной обработке он колебался в пределах 0,75-0,91 и 0,74-0,83 (таблица 30). Наименьший коэффициент строения пахотного слоя был на варианте с нулевой обработкой почвы 0,49-0,55 единиц.

Наибольшее количество крупных некапиллярных пор при вспашке способствовало лучшему обмену воздухом почвы и атмосферы, большему испарению влаги из почвы в сухую погоду и хорошему проникновению влаги в почву во влажную погоду.

Таблица 30 – Показатели строения пахотного слоя почвы по вариантам опыта в осенний период, ед.

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2008 исходное состояние	2011	2012	2013	
1. Вспашка	1,17	1,23	1,38	1,27	1,29
2. Два дискования	0,86	0,91	0,75	0,80	0,82
3. Одно дискование	0,65	0,83	0,74	0,79	0,79
4. Нулевая обработка	0,55	0,49	0,55	0,53	0,53

Снижение некапиллярной пористости и увеличение капиллярной при нулевой обработке уменьшило коэффициент строения пахотного слоя до 0,53 единиц. Это ухудшало обмен воздухом почвы и атмосферы, снижало водопроницаемость, но повышало фильтрацию влаги в почву и передвижение её в зоны иссушения по капиллярным порам.

Весной пористость аэрации снизилась в среднем за 3 года шестилетки на всех вариантах опыта в слое 0-30 см. до 15,8-19,6 % (таблица 31).

Таблица 31 – Пористость аэрации почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	20,1	20,8	18,8	19,4	19,6
2. Два дискования	19,5	18,2	17,0	17,5	17,6
3. Одно дискование	20,8	18,8	15,6	17,6	17,3
4. Нулевая обработка	20,9	17,5	15,0	15,1	15,8

Наибольшей она была при вспашке 18,8-20,8 %, наименьшей при нулевой обработке – 15,0-17,5 %. Вследствие этого наилучший воздушный режим следовало ожидать на вариантах с обработкой почвы, а лучшее удержание влаги в почве и её хорошее передвижение при нулевой обработке.

Капиллярная пористость колебалась после вспашки за три последних года в пределах 33,3-34,2 %, после минимальной обработки в пределах 34,4-34,7 и 34,2-35,5 %, а при нулевой обработке – в пределах 34,7-35,8 % (таблица 32).

Таблица 32 – Капиллярная пористость почвы весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,3 м, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	33,6	33,3	34,2	33,9	33,8
2. Два дискования	33,9	34,4	34,9	34,7	34,7
3. Одно дискование	33,3	34,2	35,5	34,7	34,8
4. Нулевая обработка	33,4	34,7	35,8	35,8	35,4

На фоне обработок почвы капиллярная пористость практически не изменилась по сравнению с исходным состоянием. При нулевой обработке она возросла на 2,4 %.

Наименьшая капиллярная пористость была в среднем за 3 года в слое 0-0,3 м. на варианте со вспашкой 33,8 %.

При минимальной обработке она возросла на 0,9-1,0 %; а при нулевой обработке – на 1,6 %. Повышение капиллярной пористости улучшает водоудерживающую способность почвы. Различия в строении пахотного слоя в весенний период было незначительно (таблица 33).

Коэффициенты вариации по годам соответственно равнялись 5,1; 3,4; 8,2; и 8,8 %, а по вариантам – 11,3 %.

Различия со вспашкой поверхностной обработки почвы не превышало 0,07-0,08 единиц или на 14-16 %.

Таблица 33 – Показатели строения пахотного слоя весной по вариантам опыта в слое почвы 0-0,3 м, ед.

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за три года
	2009 исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	0,60	0,62	0,55	0,57	0,58
2. Два дискования	0,57	0,53	0,49	0,50	0,51
3. Одно дискование	0,62	0,55	0,45	0,51	0,50
4. Нулевая обработка	0,63	0,50	0,42	0,42	0,44

При нулевой обработке почвы это различие со вспашкой возросло на 0,14 единиц или на 31,8 %. Это повышало водоудерживающую способность почвы и передвижение влаги в зону иссушения.

4 ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЕСЕННИХ ЗАПАСОВ ВЛАГИ

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от обеспеченности растений влагой. Почвенная влага необходима для набухания семян после посева, для образования и развития корневой системы, для роста растений и формирования зерна. Влажная почва способствует уменьшению плотности и не препятствует росту корней в плотной почве (И.Б. Ревут 1964) .

Поступление воды в почву идет в два этапа. Насыщение пор влагой и передвижение воды под действием силы тяжести по порам аэрации и капиллярным порам. Передвижение влаги по крупным порам считается водопроницаемостью, а после насыщения почвы влагой по капиллярным порам - фильтрацией.

Количество влаги, просочившейся в почву за первый час от начала впитывания, считается величиной водопроницаемости.

Фильтрацией следует считать количество влаги, проходящей через почву при установившемся потоке, то есть при постоянной скорости.

Влага в почве находится в постоянном движении до определенного предела, который называется влажностью разрыва капилляров.

Движение воды в зону иссушения регулируется перемещением корней и передвижением влаги по капиллярам.

На передвижение воды в почве влияют гранулометрический состав, микро и макроструктура, пористость, размеры пор. На первые параметры накладывает отпечаток тип почвы, на вторые обработка почвы.

По И. С. Иванову скорость передвижения воды в почве зависит от активной пористости, т.е. пористости почвы без объема связанной воды

(максимальной гигроскопичности). Активная пористость включает пористость аэрации (некапиллярные поры) и капиллярную пористость.

Количество крупных пор после обработки постепенно уменьшается, а количество капиллярных пор увеличивается.

Происходит снижение водопроницаемости, но увеличение фильтрации. В жаркое время, особенно осенью, интенсивно идёт испарение влаги в почве через крупные поры.

Капиллярные поры хорошо удерживают влагу. Соотношение капиллярных и некапиллярных пор называется строением почвенных слоев. Эта величина может служить для определения водоудерживающей способности почвы.

Чем выше она, тем меньше водоудерживающая способность, но выше водопроницаемость (Д. И. Буров, 1957). Глубокое рыхление почвы благоприятно для накопления влаги во влажных условиях, так как повышает величину строения почвенных слоев.

Снижение интенсивности рыхления почвы уменьшает величину строения почвенных слоев и повышает водоудерживающее свойство почвы. Это благоприятно в сухих условиях для сбережения влаги.

Поэтому в сухую осень почвы с высоким содержанием некапиллярных пор меньше накапливают влагу, а во влажную – больше. Почвы с высокой капиллярной пористостью меньше накапливают влаги во влажную осень, но больше – в сухую.

В 2012 году в среднесухую осень, когда за август-октябрь выпало малое количество осадков, в верхнем(0-0,5 м) слое почвы к весне было наибольшее количество влаги после вспашки и при нулевой обработке 70,1 и 70,7 мм (таблица 34).

Наименьшее количество влаги накапливалось после дискования 62,1 – 63,9 мм, что на 6,2 – 8,0 мм меньше, чем при вспашке.

Строение верхнего почвенного слоя 0-0,3 м составляло меньше единицы.

Таблица 34 – Запасы продуктивной влаги в почве весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-0,5 м, мм

Основная обработка почвы	Годы исследований			В среднем за 3 года
	2012	2013	2014	
1. Вспашка (контроль)	70,1	76,8	78,9	75,2
2. Два дискования	62,1	70,0	67,7	66,6
3. Одно дискование	63,9	72,2	62,1	66,1
4. Нулевая обработка	70,7	78,0	72,6	73,8
Отклонение от контроля, мм				
1. Вспашка	-	-	-	-
2. Два дискования	-8,0	-6,8	-11,2	-8,6
3. Одно дискование	-6,2	-4,6	-16,8	-9,1
4. Нулевая обработка	0,6	1,2	-6,3	-1,4
Отклонение от контроля, %				
1. Вспашка	-	-	-	-
2. Два дискования	-11,4	-8,8	-14,1	-11,4
3. Одно дискование	-8,8	-5,9	-21,2	-12,1
4. Нулевая обработка	0,8	1,5	-7,9	-1,8

Аналогичное содержание влаги отмечено и во втором полуметре почвенного профиля (таблица 35).

После вспашки и при нулевой обработке доступной влаги в почве было 65,1 мм и 68,3 мм различие в пределах ошибки опыта.

При поверхностной обработке отмечено снижение запасов влаги по сравнению со вспашкой на 5,5 – 14,4 мм.

Таблица 35 – Запасы продуктивной влаги в почве весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0,5-1,0 м, мм

Основная обработка почвы	Годы исследований			В среднем за 3 года
	2012	2013	2014	
1.Вспашка (контроль)	65,1	59,2	62,3	62,2
2.Два дискования	50,7	52,4	58,7	53,9
3.Одно дискование	59,6	53,5	59,9	57,6
4.Нулевая обработка	68,3	58,5	66,2	64,3
НСР ₀₅				
Отклонение от контроля, мм				
1.Вспашка	-	-	-	-
2.Два дискования	-14,4	-6,8	-3,6	-8,3
3.Одно дискование	-5,5	-5,7	-2,4	-4,6
4.Нулевая обработка	3,2	-0,7	3,9	2,1
Отклонение от контроля, %				
1.Вспашка	-	-	-	-
2.Два дискования	-22,1	-11,4	-5,7	-13,3
3.Одно дискование	-8,4	-9,6	-3,8	-7,3
4.Нулевая обработка	4,9	-1,1	6,2	3,3

В слое 0-1,0 м запасы продуктивной влаги после вспашки и после нулевой обработки было практически одинаковое 135,2 и 139,0 мм (таблица 36).

После дискования запасы продуктивной влаги снизились по сравнению со вспашкой на 11,7 – 22,4 мм. Это можно объяснить сильным распылением почвы при ежегодном длительном дисковании и снижением не только пористости аэрации, но и капиллярной пористости.

Таблица 36 – Запасы продуктивной влаги в почве весной перед посевом яровой пшеницы в слое 0-1,0 м, мм

Основная обработка почвы	Годы исследований			В среднем за 3 года
	2012	2013	2014	
1.Вспашка (контроль)	135,2	136,0	141,3	137,4
2.Два дискования	112,8	122,8	126,4	120,5
3.Одно дискование	123,5	125,7	122,0	123,7
4.Нулевая обработка	139,0	136,5	138,8	138,1
НСР ₀₅	7,789			
Отклонение от контроля, мм				
1.Вспашка	-	-	-	-
2.Два дискования	-22,4	-14,6	-14,8	-16,9
3.Одно дискование	-11,7	-10,3	-19,2	-13,7
4.Нулевая обработка	3,8	0,5	-2,4	0,7
Отклонение от контроля, %				
1.Вспашка	-	-	-	-
2.Два дискования	-16,5	-10,7	-10,4	-12,2
3.Одно дискование	-8,6	-7,5	-13,5	-9,9
4.Нулевая обработка	2,8	0,3	-1,6	0,5

Мелкие частицы способствовали кальматированию пор в почве, заметно снижается не только пористость аэрации, но и капиллярную пористость, а значит и водопроницаемость и фильтрацию.

Аналогичные изменения запасов весенней влаги в почве в слое 0-0,5 м отмечено в 2013 году с предшествующей средневлажной осенью. В 2013 году в этом слое вспашки запасы влаги весной составляли 76,8 мм, а при нулевой обработке – 78,0 мм(таблица 34). Различие 1,2 мм, что в пределах ошибки

опыта. На вариантах с дискованием влаги было меньше, чем при вспашке на 4,6 – 6,8 мм.

В слое 0,5-1,0 м наибольшее количество влаги было так же после вспашки и на варианте с нулевой обработкой 59,2 и 58,5 мм. После дискования запасы влаги снизились по сравнению со вспашкой на 5,7 – 6,8 мм. В слое 0-1,0 м запасы влаги после вспашки и при нулевой обработке равнялись 136,0 и 136,5 мм. При дисковании они снизились по сравнению со вспашкой на 10,3-13,6 мм (таблица 36).

В 2014 году с предшествующей влажной осенью, наибольшие запасы влаги в слое почвы 0-0,5м отмечены после вспашки 78,9 мм. При нулевой обработке почвы влаги было 72,6 мм или на 6,3 мм меньше чем после вспашки (таблица 34). После дискования запасы влаги уменьшились по сравнению со вспашкой на 11,2-16,8 мм. В слое 0,5-1,0 м наибольшие запасы влаги были после вспашки и при нулевой обработке 62,3 и 66,2 мм (таблица 35). После дискования запасы влаги в почве снизились по сравнению со вспашкой на 2,4-3,6 мм. Следует отметить уменьшение различий по вариантам в этом слое в году с влажной осенью. В метровом слое почвы после вспашки было наибольшее количество влаги 141,2 мм. При нулевой обработке различие со вспашкой составляло 2,4 мм (таблица 36), а при дисковании – 14,8 – 19,2 мм. Во все три года запасы влаги в почве формировались по одинаковым закономерностям. На их величину влияли осенние осадки, строение почвенных слоев и обработка почвы.

В среднем за три последние года шестилетнего периода в верхнем слое 0 – 0,5м наибольшее количество влаги было после вспашки и при нулевой обработке 75,2 и 73,8 мм. При дисковании запасы влаги снизились на 8,6 и 9,1 мм. В слое 0,5 – 1,0 м запасы влаги были весной в первом случае 62,2 и 64,3 мм, во втором – 53,9 и 57,6 мм или ниже, чем при вспашке на 4,6 и 8,3 мм.

В метровом слое в первом и последнем вариантах запасы влаги достигли в среднем за годы исследования 137,4 и 138,1 мм, а во втором и

третьем – 120,5 и 123,7 мм, что меньше чем при вспашке на 13,7 и 16,9 мм. Это аналогично всем годам исследований.

В формировании весенних запасов влаги в почве участвовали как пористость аэрации, так и капиллярная пористость. Первая обеспечивала водопроницаемость, вторая фильтрацию.

Водопроницаемость под яровой пшеницей в осенний период была выше после вспашки и составляла 82 мм/час. После дискования она снизилась до 27 и 21 мм/час или на 67 и 74,4% (таблица 37).

Таблица 37 – Фильтрация и водопроницаемость почвы при разных обработках в посевах яровой пшеницы

Основная обработка	Водопроницаемость		Фильтрация за 10 часов	
	Мм/час	% к контролю	Мм/час	% к контролю
Вспашка (контроль)	82	-	0,034	-
Два дискования	27	33,0	0,032	93,0
Одно дискование	21	25,6	0,090	276,4
Нулевая обработка	16	19,5	0,193	567,6

Наименьшая водопроницаемость отмечена при нулевой обработке почвы 16 мм/час или в пять раз меньше, чем после вспашки. Поэтому в осенний период наибольшее количество влаги поступало в почву на варианте со вспашкой. В течение осенне-зимнего и ранне-весеннего периода, благодаря фильтрации, в почву интенсивно поступала влага при нулевой обработке, где была выше капиллярная пористость.

Фильтрация на вспаханной почве в силу уменьшения капиллярной влагоемкости была ниже, чем на других вариантах в 2,7 – 5,7 раза.

5 ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Видовой состав сорной растительности на опытном участке характеризовался в основном тремя группами: ранними яровыми, зимующими однолетними и многолетними сорняками. Поздние яровые однолетние сорняки представлены единичными экземплярами. К ранним яровым сорнякам в посевах пшеницы относились марь белая, гречишка вьюнковая, конопля сорная, горец птичий, дымянка лекарственная. На вариантах с нулевой обработкой встречались латук компасный, мелколепестник канадский, ромашка непахучая, гулявник струйчатый, ярутка полевая, пастушья сумка, жабник полевой, живокость посевная.

К многолетним относились бодяк, осот желтый, осот синий, молочай лозной, березка вьюнковая. На вариантах без обработки почвы преобладали зимующие и многолетние корнеотпрысковые сорняки, на вариантах с обработкой почвы – ранние яровые однолетние и многолетние сорные растения. Во втором случае засоренность была однотипна по видовому составу и различалась только по количеству сорняков. Обработка почвы накладывала отпечаток на видовой состав сорных растений в посевах пшеницы.

Ранние яровые сорняки составляли на вариантах со вспашкой до 70% от всех сорных растений, при минимальной обработке – до 50%, и при нулевой обработке – до 30%.

Наибольшее количество однолетних ранних сорных растений было при энергосберегающих обработках почвы (таблица 38). Если при вспашке в среднем за 3 года число ранних сорняков составляло 1,2 шт./м², что при минимальной обработке – 1,9 – 2,1 шт./м², а при нулевой обработке – 2,3 шт./м². Во втором случае число сорняков возросло на 0,7 – 0,9 шт./м² или 58,3 – 75,0 %, а в третьем на 1,1 шт./м² или на 91,6 %.

После вспашки число ранних яровых сорняков было меньше, чем при минимальной обработке в 1,5 – 1,7 раза, при нулевой обработке почти в 2 раза.

По сравнению с исходным состоянием при ежегодной вспашке число ранних сорняков в последний год шестилетнего периода практически не изменилось.

При двух дискованиях засоренность этими сорняками возросла 1,4 – 1,6 до 2,2 – 2,4 шт./м², на 0,8 шт./м² или 50,0 – 57,1 %.

Таблица 38 – Засорённость посевов яровой пшеницы ранними яровыми однолетними сорняками, шт./м²

Основания обработки почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,5	0,9	1,4	1,4	1,2
2. Вспашка+удобрение	1,7	1,4	1,5	1,7	1,5
3. Два дискования	1,4	1,6	2,0	2,2	1,9
4. Два дискования + удобрение	1,6	1,8	2,2	2,4	2,1
5. Одно дискование	1,7	1,7	2,1	2,4	2,1
6. Одно дискование + удобрение	1,9	1,9	2,3	2,5	2,3
7. Нулевая обработка	1,8	2,2	2,3	2,4	2,3
8. Нулевая обработка + удобрение	2,0	2,3	2,4	2,6	2,4

Обработка НСР ₀₅ А	0,134	F _ф = 92,07	F _{теор} =3,34
Удобрение НСР ₀₅ В	0,095	F _ф =20,56	F _{теор} =4,10
НСР ₀₅ АВ	-	F _ф =0,67	F _{теор} =3,34

При одном дисковании число сорняков возросло по сравнению с исходным состоянием на 0,6-0,7 шт./м² или 31,6-41,2%. При нулевой обработке засорённость ранними яровыми сорняками возросла по сравнению с исходным состоянием на 0,6 шт./м² или на 30,0-33,3 %.

Таким образом, за шестилетней период число однолетних ранних сорняков при энергосберегающих приёмах обработки почвы постоянно увеличивалось. Зимующие сорные растения практически отсутствовали на вариантах пшеницы со вспашкой и с поверхностной обработкой почвы. При нулевой обработке эта группа сорняков занимала 36,3-42,5 %. Отсутствие обработки почвы создаёт условия для произрастания зимующих сорняков. При вспашке и минимальной обработке зимующие сорняки были малочисленными и в среднем отмечены лишь на вариантах с удобрениями, где они колебались в пределах 0,2 - 0,8 шт./м² (таблица 39). После нулевой обработки количество зимующих сорняков возросло до 2,2-2,4 шт./м². За последние три года шестилетнего периода количество зимующих сорняков возросло только при нулевой обработке с 1,8-1,9 до 3,0-3,1 шт./м² или на 38,7-40,0 %.

Таблица 39 – Засорённость посевов яровой пшеницы зимующими сорняками, шт./м²

Основания обработки почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Вспашка+удобрение	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2
3. Два лущения	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Два лущения + удобрение	0,6	0,2	0,4	0,5	0,4
5. Одно лущение	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Одно лущение + удобрение	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
7. Нулевая обработка	1,8	0,9	2,7	3,0	2,2
8. Нулевая обработка + удобрение	1,9	1,1	2,9	3,1	2,4
Обработка НСР ₀₅ А	0,63		F _ф = 25,44	F _{теор} =3,34	
Удобрение НСР ₀₅ В	-		F _ф =2,86	F _{теор} =4,10	
НСР ₀₅ АВ	-		F _ф =2,25	F _{теор} =3,34	

Многолетние сорняки занимали до 28,1-51,8 % (таблица 40). За последние три года шестилетнего периода при вспашке число многолетних

сорняков составляло 1,9 шт./м²; при двукратном дисковании оно возросло на 0,8-0,9 шт./м² или на 29,6-32,1 %, при однократном - на 1,3-1,4 шт./м² или на 68,3-73,1 %.

Таблица 40 – Засорённость посевов яровой пшеницы многолетними сорняками, шт./м²

Основания обработки почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	1,4	0,5	2,0	3,1	1,9
2. Вспашка+удобрение	0,6	0,7	1,9	3,0	1,9
3. Два дискования	1,0	1,9	2,3	4,1	2,8
4. Два дискования + удобрение	1,1	2,1	2,2	3,9	2,7
5. Одно дискование	1,5	2,2	3,0	4,5	3,2
6. Одно дискование + удобрение	1,4	2,3	3,1	4,4	3,3
7. Нулевая обработка	6,4	4,6	3,9	4,9	4,5
8. Нулевая обработка + удобрение	6,5	4,8	3,5	5,0	4,4

Обработка	НСР ₀₅ А	0,68	F _ф =22,34	F _{теор} = 3,34
Удобрение	НСР ₀₅ В	-	F _ф = 0,001	F _{теор} =4,10
	НСР ₀₅ АВ	-	F _ф =0,005	F _{теор} =3,34

Наибольшее количество многолетних сорняков было при нулевой обработке 4,4-4,5 шт./м². Это в 2,2-2,4 раза больше, чем после вспашки. Внесение удобрений практически не повлияло на засоренность посевов пшеницы многолетними сорняками. По сравнению с исходным состоянием за шесть лет количество многолетних сорняков возросло при вспашке на 0,3-0,5 или на 18,7-35,6 %, при дисковании – в 3,0 – 4,0 раза. При нулевой обработке число сорняков этой группы уменьшилось на 30,0 – 30,6 %.

Число многолетних сорняков возрастало за шестилетний период при всех обработках почвы, кроме нулевого варианта.

Наименьшее количество сорняков замечено после вспашки. По годам число сорных растений колебалось в пределах 1,4-4,5шт./м² без внесения удобрений и в пределах 2,3-4,9шт./м² при внесении удобрений (таблица 41).

Таблица 41 – Общая засорённость посевов яровой пшеницы, шт./м²

Основания обработки почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	2,9	1,4	3,4	4,5	3,1
2. Вспашка+удобрение	3,8	2,3	3,7	4,9	3,6
3. Два дискования	2,4	3,5	4,3	6,3	4,7
4. Два дискования + удобрение	3,3	4,1	4,8	6,8	5,2
5. Одно дискование	3,2	3,9	5,1	6,9	5,3
6. Одно дискование + удобрение	4,0	5,8	6,1	7,5	6,4
7. Нулевая обработка	10,0	7,7	8,9	10,3	9,0
8. Нулевая обработка + удобрение	10,4	8,2	8,8	10,7	9,2
Обработка НСР ₀₅ А	0,393		F _ф =347,70	F _{теор} =3,34	
Удобрение НСР ₀₅ В	0,278		F _ф =23,27	F _{теор} =4,10	
НСР ₀₅ АВ	-		F _ф =2,17	F _{теор} =3,34	

При минимальной обработке почвы количество сорняков было больше, чем при вспашке на 1,8-2,1шт./м² и на 1,7-2,4шт./м². Наибольшее количество сорняков отмечено при нулевой обработке почвы. Количество их достигало до 7,7-10,3 без удобрений и до 8,2-10,7 с внесением удобрений. Это больше, чем при вспашке в 2,0-3,0 раза.

В среднем за последние три года шестилетнего периода яровая пшеница была меньше засорена при вспашке на 44,4-51,6 и 47,2-77,7 %, чем после дискования и в 2,5-3,0 раза, чем после нулевой обработки. Несмотря на увеличение засорённости на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы, число сорняков при этих обработках не превышало порога вредности сорняков.

В течение шестилетнего периода число сорняков при вспашке в среднем практически не изменилось. В 2014 году по сравнению с исходным состоянием возросло в 1,5 раза.

При двукратном дисковании в 2014 году число сорняков по сравнению с исходным состоянием повысилось в 2,0 – 2,6 раза. На варианте с однократным дискованием число сорняков увеличилось по сравнению с 2009 годом в 1,9 – 2,2 раза, а по сравнению со средней засорённостью в 1,6 раза.

Наименьшее различие по засоренности отмечено при нулевой обработке почвы по сравнению с исходным состоянием. Здесь отмечено за шестилетний период некоторое снижение количества сорняков.

6 ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Интенсивная обработка почвы приводит к ухудшению плодородия, особенно без внесения должного органического и минерального удобрения. В первую очередь уменьшается в почве количество органического вещества. Особенно интенсивно происходит разложение гумуса в чистых парах, под пропашными и зерновыми культурами при традиционной обработке почвы, включающей лущениестерни, глубокую вспашку, боронование и несколько культиваций.

Под зерновыми колосовыми культурами, в том числе и под яровой пшеницей, обработка почвы снижает содержание гумуса вследствие малого количества свежего органического вещества, оставляемого в почве после уборки.

За шестилетний период на варианте со вспашкой отмечалось статистически достоверное снижение гумуса в почве. Если в исходном состоянии почва имела гумуса 3,20 – 3,23%, то через шесть лет на этом варианте количество гумуса снизилось до 3,10-3,20%

В среднем за последние три года содержание гумуса не превышало 3,15-3,17% (таблица 42)

При минимальной обработке почвы (осеннем двукратном дисковании) содержание гумуса за шестилетний период возросло с 3,23-3,30 до 3,40-3,45% или на 0,15-0,17%. В среднем за последние три года оно составило 3,37-3,42%.

При однократном дисковании изменение гумуса было аналогично предыдущему варианту. За шестилетний период содержание гумуса возросло на 0,21-0,23% и составило в среднем за три года 3,38-3,42%.

Различие с предыдущим вариантом было в пределах ошибки опыта.

Таблица 42 – Изменение содержания гумуса в почве под яровой пшеницей при различной обработке почвы, %

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	3,20	3,19	3,16	3,10	3,15
2. Вспашка+удобрение	3,23	3,16	3,15	3,20	3,17
3. Два дискования	3,23	3,35	3,35	3,40	3,37
4. Два дискования + удобрение	3,30	3,40	3,40	3,45	3,42
5. Одно дискование	3,22	3,35	3,35	3,45	3,38
6. Одно дискование + удобрение	3,24	3,40	3,40	3,45	3,42
7. Нулевая обработка	3,22	3,40	3,45	3,55	3,46
8. Нулевая обработка + удобрение	3,24	3,41	3,45	3,54	3,46

Обработка	$HCP_{05} A = 0,064$	$F_{\phi}=42,22$	$F_{теор}=3,34$
Удобрение	$HCP_{05} B = 0,046$	$F_{\phi}=25,53$	$F_{теор}=4,10$
	$HCP_{05} AB = 0,032$	$F_{\phi}=6,19$	$F_{теор}=3,34$

При нулевой обработке почвы содержание гумуса за шестилетний период увеличилось на 0,30-0,33%, что математически достоверно. В среднем за последние три года количество гумуса в почве составило 3,46%. Прибавка гумуса по сравнению со вспашкой равнялась 0,29-0,31%, по сравнению с минимальной обработкой 0,04-0,09%. Таким образом, снижение интенсивности обработки почвы способствует сохранению гумуса в почве. Внесение ежегодно минерального азота также стабилизировало содержание гумуса.

На всех вариантах опыта отмечено увеличение содержания количества нитратного азота в почве. При вспашке за шесть лет содержание нитратного азота возросло с 4,3-5,8 до 6,6-8,0 мг на 1 кг почвы, или на 2,2-2,3 мг (таблица 43). В среднем за три года на этом варианте количество нитратного азота составило 7,6-9,1 мг. Отмечено некоторое увеличение нитратного азота за шестилетний период при минимальной обработке почвы. На варианте с

двумя осенними дискованиями за шесть лет отмечено увеличение азота с 4,8-5,7 до 8,2-10,4 мг на 1 кг почвы или на 3,4-4,7 мг, что статистически достоверно. В среднем за три последних года содержание азота в почве составило 8,1-10,1 мг, а различие со вспашкой 0,5-1,0 мг, что в пределах ошибки опыта.

При одном весеннем дисковании содержание нитратного азота возросло с 4,8-5,7 до 8,2-10,4 мг или на 3,9-4,7 мг. Различие со вспашкой составило 1,5-1,9 мг, что статистически достоверно.

При нулевой обработке почвы количество нитратов увеличилось за шестилетний период с 4,2-5,9 до 7,7-8,7 или на 2,9-3,5 мг, что статистически достоверно. По сравнению со вспашкой это было больше на 1,7-1,8 мг, что также статистически достоверно.

Таблица 43 – Изменение содержания нитратного азота в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, мг на 1 кг почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	4,3	6,8	9,5	6,6	7,6
2. Вспашка+удобрение	5,8	9,3	10,0	8,0	9,1
3. Два дискования	4,8	6,7	10,4	7,1	8,1
4. Двадискования + удобрение	5,7	10,9	11,7	8,8	10,1
5. Одно дискование	4,8	8,3	11,2	8,2	9,1
6. Одно дискование + удобрение	5,7	10,4	12,2	10,4	11,0
7. Нулевая обработка	4,2	7,9	12,3	7,7	9,3
8. Нулевая обработка + удобрение	5,9	10,3	13,7	8,7	10,9

Обработка
Удобрение

$HCP_{05} A = 1,41$
 $HCP_{05} B = 0,99$
 $HCP_{05} AB = 0,70$

$F_{\phi}=7,25 F_{теор}=3,34$
 $F_{\phi}=6,4 F_{теор}=4,10$
 $F_{\phi}=30,36 F_{теор}=3,34$

Внесение удобрений повышало содержание нитратов при вспашке на 1,5 мг, при минимальной обработке почвы (дисковании) на 1,9-2,0 мг, при нулевой обработке на 1,6 мг на 1 кг почвы.

На шестой год количество доступного фосфора возросло при вспашке с 18,7-20,5 до 21,9-22,0 на 1 кг почвы или на 1,5-3,2 мг; при минимальной обработке – на 2,1-2,5 мг, при нулевой обработке – 1,6 мг на 1 кг почвы (таблица 44).

По вариантам различие в количестве доступного фосфора за последние три года практически не выявлено.

В среднем содержание фосфора в почве за последние три года не превышало $25,0 \pm 0,43$ мг.

Внесение удобрений не привело к повышению фосфора на всех вариантах опыта. Различие было в пределах ошибки опыта. За последние три года коэффициент вариации фосфора составил 1,7 %.

Таблица 44 – Изменение содержания доступного фосфора в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, мг на 1 кг почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	18,7	26,9	26,6	21,9	25,1
2. Вспашка+удобрение	20,5	26,8	26,1	22,0	25,0
3. Два дискования	18,4	26,0	28,1	20,9	25,0
4. Два дискования + удобрение	22,7	26,1	27,2	20,3	24,9
5. Одно дискование	18,6	27,0	24,8	20,7	24,2
6. Одно дискование + удобрение	20,6	28,7	26,7	20,9	25,8
7. Нулевая обработка	20,1	26,6	27,1	21,7	25,1
8. Нулевая обработка + удобрение	25,8	27,7	26,4	22,0	25,4

Обработка НСР₀₅ А - $F_{\phi}=0,18F_{теор}=3,34$
 Удобрение НСР₀₅ В - $F_{\phi}=1,32F_{теор}=4,10$
 НСР₀₅ АВ - $F_{\phi}=1,56F_{теор}=3,34$

Содержание обменного калия по годам и по вариантам опыта было практически одинаково и колебалось в среднем за 3 года в пределах 294-310 мг или равнялось $303 \pm 4,6$ мг на 1 кг почвы (таблица 45).

Коэффициент вариации не превышал 1,5%.

Таблица 45 – Изменение содержания обменного калия в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, мг на 1 кг почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	299	308	314	288	303
2. Вспашка+удобрение	301	310	314	290	305
3. Два дискования	285	309	306	282	299
4. Два дискования + удобрение	290	312	307	288	302
5. Одно дискование	304	305	289	287	294
6. Одно дискование + удобрение	310	309	301	288	299
7. Нулевая обработка	298	299	308	293	300
8. Нулевая обработка + удобрение	307	312	310	308	310

Обработка НСР₀₅ А - $F_{\phi}=0,62F_{теор}=3,34$

Удобрение НСР₀₅ В - $F_{\phi}=2,72F_{теор}=4,10$

НСР₀₅ АВ - $F_{\phi}=0,43F_{теор}=3,34$

Величина суммы обменных оснований на варианте со вспашкой по сравнению с исходным состоянием практически не изменилась (таблица 46). Различие со средним значением по годам составляло 0,1-0,3 ммоль на 100 г почвы.

При минимальной обработке почвы это различие возросло до 0,4-0,7 ммоль при двух дискованиях и практически не изменилось при одном дисковании. Различие не превышало 0,4 ммоль.

При нулевой обработке различие также было в пределах ошибки опыта 0,3-0,5 ммоль на 100 г почвы, что меньше НСР₀₅, которая составляла 0,96 ммоль.

При минимальной и нулевой обработке почвы величина суммы обменных оснований была практически одинаковой и колебалась в пределах 30,0-30,4 ммоль на 100г.

В среднем она равнялась $30,25 \pm 0,30$ ммоль. Коэффициент вариации не превышал 1,0%.

При вспашке величина суммы обменных оснований за последний год снизилась на 1,7 и 1,6 м/моль, а в среднем на 1,0 м/моль, при НСР₀₅ равной 0,96 ммоль.

Следовательно, при минимальной и нулевой обработках сумма обменных оснований была достоверно выше, чем при вспашке.

Таблица 46 – Изменение суммы обменных оснований в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, ммоль на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	29,7	28,9	30,9	28,5	29,4
2. Вспашка+удобрение	29,3	28,6	30,5	28,6	29,2
3. Два дискования	29,6	30,8	30,5	30,0	30,4
4. Два дискования + удобрение	29,3	30,4	30,1	30,0	30,2
5. Одно дискование	30,1	30,9	30,6	30,1	30,5
6. Одно дискование + удобрение	29,8	30,5	30,0	30,2	30,3
7. Нулевая обработка	29,9	29,7	30,1	30,2	30,0
8. Нулевая обработка + удобрение	29,5	29,9	30,0	30,4	30,1

Обработка НСР₀₅ А= 0,96 $F_{\phi}=4,01F_{теор}=3,34$

Удобрение НСР₀₅ В - $F_{\phi}=0,27F_{теор}=4,10$

НСР₀₅ АВ - $F_{\phi}=0,08F_{теор}=3,34$

Математическая обработка показала, что различие в количестве обменного кальция по вариантам опыта было в пределах ошибки опыта (таблица 47). В среднем за три года количество обменного кальция равнялось $20,2 \pm 0,39$. Однако, отмечается снижения обменного кальция при вспашке по

годам шестилетнего периода с 21,5 до 20,0-20,5 ммоль или на 1,5-2,0 ммоль. При минимальной обработке отмечается тенденция увеличения обменного кальция с 21,5 до 23,5 ммоль или на 1,5-2,0 ммоль, при нулевой обработке – с 22,0 до 23,2 ммоль или на 1,2 ммоль, что статистически достоверно. Коэффициент вариации не превышал 2%.

На вариантах со вспашкой удельный вес обменного кальция в среднем за 3 года в сумме обменных оснований составлял 68,0-69,2%, при минимальной обработке – 68,2-68,4%, при нулевой обработке – 68,7%. За последний год шестилетнего периода он возрос при минимальной обработке почвы до 75,6-77,0%, при нулевой обработке – 77,0-77,3% .

Повышение удельного веса кальция в сумме обменных оснований положительно сказывалось на других свойствах почвы.

Таблица 47 – Зависимость изменения обменного кальция в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей от основной обработки почвы, ммоль на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	21,5	20,5	19,5	20,0	20,0
2. Вспашка+удобрение	21,5	20,5	19,5	20,5	20,2
3. Два дискования	21,5	18,5	20,5	23,5	20,8
4. Два дискования + удобрение	21,5	18,5	20,5	23,0	20,6
5. Одно дискование	21,5	18,0	17,0	23,1	19,4
6. Одно дискование + удобрение	21,5	18,0	17,5	23,2	19,6
7. Нулевая обработка	22,0	18,5	20,5	23,2	20,7
8. Нулевая обработка + удобрение	22,0	18,5	20,5	23,2	20,7

Обработка НСР₀₅ А - $F_{\phi}=1,124$ $F_{теор}=3,34$

Удобрение НСР₀₅ В - $F_{\phi}=0,007$ $F_{теор}=4,10$

НСР₀₅ АВ - $F_{\phi}=0,021$ $F_{теор}=3,34$

Обменного магния было больше при вспашке и минимальной обработке почвы. Здесь в среднем за последние три года шестилетнего периода количество его возросло при вспашке с 7,5 ммоль, при минимальной

и нулевой обработке с 5,0-5,1 ммоль до 7,0-7,6 ммоль на 100 г почвы (таблица 48).

Таблица 48 – Изменение количества обменного магния в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, ммоль на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	7,5	7,5	7,2	7,5	7,4
2. Вспашка+удобрение	7,5	7,5	7,2	7,6	7,4
3. Два дискования	7,0	7,5	7,1	7,0	7,2
4. Два дискования + удобрение	7,1	7,5	7,1	7,5	7,4
5. Одно дискование	5,0	7,0	7,0	7,5	7,2
6. Одно дискование + удобрение	5,0	7,0	7,0	7,5	7,2
7. Нулевая обработка	5,1	5,0	5,0	7,5	5,8
8. Нулевая обработка + удобрение	5,1	5,0	5,0	7,5	5,8

При вспашке и минимальной обработке в среднем за последние 3 года содержания обменного магния равнялось 7,2-7,4 ммоль, а при нулевой обработке – 5,8 ммоль на 100 г почвы.

По всем вариантам опыта отмечалось незначительное уменьшение обменного натрия за последний год шестилетнего периода (таблица 49).

При вспашке количество обменного натрия снизилось с 0,7 до 0,5 ммоль на 100 г почвы.

При минимальной обработке количество обменного натрия также уменьшилось с 0,9-1,1 до 0,5 ммоль.

При нулевой обработке этот показатель снизился с 0,9 до 0,5 ммоль, то есть почти в два раза.

Реакция почвенного раствора практически не изменилась за шестилетний период.

Таблица 49 – Изменение количества обменного натрия в слое 0-0,30 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, ммоль на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1. Вспашка	0,7	1,5	2,0	0,5	1,3
2. Вспашка+удобрение	0,7	1,5	2,0	0,5	1,3
3. Два дискования	1,1	1,5	1,8	0,5	1,3
4. Два дискования + удобрение	1,1	1,5	1,8	0,5	1,3
5. Одно дискование	0,9	1,3	1,9	0,5	1,2
6. Одно дискования + удобрение	0,9	1,3	1,9	0,5	1,2
7. Нулевая обработка	0,9	1,3	1,6	0,5	1,1
8. Нулевая обработка + удобрение	0,9	1,3	1,6	0,5	1,1

Величина рН колебалась в пределах 5,2-6,3. В среднем за последние годы она равнялась по вариантам $5,6 \pm 0,23$. Коэффициент вариации не превышал 4,2%.

7 УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

7.1 Урожайность

Основным интегральным критерием оценки любого агроприема считается урожайность.

Поэтому важно не только точно определить урожайность яровой пшеницы, но и подтвердить достоверность различия её по вариантам опыта методом статистического анализа.

В 2012 году урожайность зерна по вариантам с обработкой почвы различалась незначительно.

Колебания были в пределах 0,97 – 1,10 т/га. Коэффициент вариации не превышал 4,8 % (таблица 50).

Таблица 50 – Урожайность зерна яровой пшеницы в 2012 году, т/га

Основная обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка от удобрений	
		т/га	%	т/га	%
1. Вспашка контроль	1,04	-	-	-	-
2. Вспашка + удобрение	1,44	0,40	38,5	0,40	38,5
3. Два дискования	1,10	0,06	5,8	-	-
4. Два дискования + удобрение	1,35	0,31	29,8	0,25	22,7
5. Одно дискование	0,99	-0,05	4,8	-	-
6. Одно дискование + удобрение	1,26	0,22	21,1	0,27	27,3
7. Нулевая обработка	0,97	-0,07	6,7	-	-
8. Нулевая обработка + удобрение	1,27	0,23	22,1	0,30	30,9

$$\begin{array}{llll}
 \text{Обработка НСР}_{05} \text{ А} & = & - & F_{\phi} = 0,881 & F_{\text{теор}} = 3,34 \\
 \text{Удобрения НСР}_{05} \text{ В} & = & 0,076 & F_{\phi} = 71,55 & F_{\text{теор}} = 4,10 \\
 \text{НСР}_{05} \text{ АВ} & = & 0,153 & F_{\phi} = 11,68 & F_{\text{теор}} = 3,34
 \end{array}$$

В условиях 2012 года урожайность яровой пшеницы не зависела от интенсивности обработки почвы.

Прибавка от внесения удобрений составила при вспашке 38,5 %, при нулевой обработке – 30,9 %, при дисковании – 22,7-27,3 %.

На фоне внесения удобрений наибольшую урожайность зерна пшеница сформировала при вспашке 1,44 т/га.

При двукратном дисковании урожайность снизилась на 6,2 %, при однократном – на 12,5 %, а при нулевой обработке – на 11,8 %.

В 2013 году различие по вариантам с обработкой почвы было статистически достоверно (таблица 51).

Таблица 51 – Урожайность зерна яровой пшеницы в 2013 году, т/га

Основная обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка от удобрений	
		т/га	%	т/га	%
1. Вспашка контроль	0,95	-	-	-	-
2. Вспашка + удобрение	1,38	0,43	45,3	0,43	45,3
3. Два дискования	0,99	0,04	4,2	-	-
4. Два дискования + удобрение	1,34	0,39	41,0	0,35	35,3
5. Одно дискование	0,85	-0,10	10,5	-	-
6. Одно дискование + удобрение	1,10	0,15	15,8	0,25	29,4
7. Нулевая обработка	0,68	-0,27	28,4	-	-
8. Нулевая обработка + удобрение	0,95	-	-	0,27	39,7

$$\begin{array}{llll}
 \text{Обработка НСР}_{05} \text{ A} & = & 0,032 & F_{\phi} = 245,10 & F_{\text{теор}} = 3,34 \\
 \text{Удобрения НСР}_{05} \text{ B} & = & 0,023 & F_{\phi} = 968,34 & F_{\text{теор}} = 4,10 \\
 \text{НСР}_{05} \text{ AB} & = & 0,046 & F_{\phi} = 11,41 & F_{\text{теор}} = 3,34
 \end{array}$$

Проведение двух дискований в качестве основной осенней обработки почвы практически не снизило урожайность яровой пшеницы.

Однократное дискование уменьшило урожайность на 10,5 %, а нулевая обработка – на 28,4 %.

Внесение минеральных удобрений повысило урожайность зерна яровой пшеницы на 29,4 – 45,3 %.

Наибольшая прибавка урожайности от удобрений отмечена, как и в предыдущем году, при вспашке 45,3 % и при нулевой обработке – 39,7 %.

На фоне внесения удобрений наибольшую урожайность зерна яровая пшеница сформировала при вспашке 1,38 т/га.

Дискование в осенний период уменьшило урожайность пшеницы на 2,9 -20,3 %, а нулевая обработка – на 31,1 %.

В условиях 2013 года наблюдалось снижение урожайности пшеницы от уменьшения интенсивности обработки почвы как без удобрений, так и на фоне внесения минеральных удобрений.

В 2014 году, как и в 2013 году, различие по вариантам опыта с обработкой почвы также было статистически достоверно (таблица 52). Проведение двух осенних культиваций практически не снизило урожайность по сравнению со вспашкой.

Одно осеннее дискование снизило урожайность на 8,9 %, а нулевая обработка – на 33,3 %.

Прибавка урожайности зерна от удобрений составила при вспашке – 35,6 % при дисковании 31,7 – 34,8 %, а при нулевой обработке – 36,7 %. Проявилась достоверное повышение урожайности пшеницы от удобрений на всех вариантах опыта.

На фоне внесения удобрений наибольшая урожайность пшеницы получена при вспашке и на варианте с двумя дискованиями.

Различие составило 0,020 т/га или 1,6 %, что в пределах ошибки опыта.

При одном дисковании отмечено снижение урожайности на 11,5 %, при нулевой обработке – на 32,8 %.

Внесение удобрений при нулевой обработке почвы в условиях 2014 года не компенсировало потери урожая по сравнению со вспашкой.

Таблица 52 – Урожайность зерна яровой пшеницы в 2014 году, т/га

Основная обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка от удобрений	
		т/га	%	т/га	%
1. Вспашка контроль	0,90	-	-	-	-
2. Вспашка + удобрение	1,22	0,32	35,6	0,32	35,6
3. Два дискования	0,92	0,02	2,2	-	-
4. Два дискования + удобрение	1,24	0,34	37,8	0,32	34,8
5. Одно дискование	0,82	-0,08	8,9	-	-
6. Одно дискование + удобрение	1,09	0,18	20,0	0,26	31,7
7. Нулевая обработка	0,60	-0,30	33,3	-	-
8. Нулевая обработка + удобрение	0,82	-0,08	8,9	0,22	36,7

$$\begin{array}{llll}
 \text{Обработка} & \text{НСР}_{05} A & = 0,039 & F_{\phi} = 175,39 & F_{\text{теор}} = 3,34 \\
 \text{Удобрение} & \text{НСР}_{05} B & = 0,027 & F_{\phi} = 480,78 & F_{\text{теор}} = 4,10 \\
 \text{НСР}_{05} AB & & = 0,055 & F_{\phi} = 3,55 & F_{\text{теор}} = 3,34
 \end{array}$$

В среднем за три последних года шестилетнего периода с 2009 года урожайность яровой пшеницы при вспашке составила 0,96 т/га (таблица 53). Проведение двух осенних дискований в качестве основной обработки почвы вместо вспашки не изменило урожайность пшеницы. Она составила 1,00 т/га. Различие с вариантом со вспашкой не превышало ошибки опыта.

На фоне одного дискования урожайность снизилась по сравнению со вспашкой до 0,89 т/га или на 7,3 %. Ещё более уменьшилась урожайность при нулевой обработке почвы. По сравнению со вспашкой она снизилась на 0,21 т/га или на 21,9 %.

Внесение удобрений повысило урожайность зерна яровой пшеницы при вспашке – на 29,6%; при двойном дисковании – на 31,0 %; при одном дисковании – на 29,2 %; при нулевой обработке – на 34,7 %. Наиболее эффективным в среднем за три года оказалось удобрение на нулевой обработке почвы.

Урожайность пшеницы при внесении удобрений на нулевой обработке поднялась до уровня вспашки без внесения удобрений.

Таблица 53 – Урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за годы исследований, т/га

Основания обработки почвы	Годы исследований				В среднем за 3 года
	2009 Исходное состояние	2012	2013	2014	
1.Вспашка	0,96	1,04	0,95	0,90	0,96
2.Вспашка+удобрение	1,10	1,44	1,38	1,22	1,35
3.Два дискования	0,86	1,10	0,99	0,92	1,00
4.Два дискования + удобрение	0,99	1,35	1,34	1,24	1,31
5.Одно дискование	0,82	0,99	0,85	0,82	0,89
6.Одно дискование + удобрение	0,91	1,26	1,10	1,08	1,15
7.Нулевая обработка	0,78	0,97	0,68	0,60	0,75
8.Нулевая обработка + удобрение	0,88	1,27	0,95	0,82	1,01

$$HCP_{05} A = 0,099 F_{\phi} = 11,43$$

$$F_{\text{теор}} = 3,34$$

$$HCP_{05} B = 0,070 F_{\phi} = 72,54$$

$$F_{\text{теор}} = 3,34$$

$$HCP_{05} AB = 0,140 F_{\phi} = 16,16$$

$$F_{\text{теор}} = 3,34$$

По сравнению с исходным состоянием в последний год шестилетнего периода при вспашке урожайность пшеницы практически не изменилась и составила 0,90 т/га при значении $HCP_{05} = 0,099$ т/га.

В среднем за последние три года урожайность на этом варианте не превышала 0,96 т/га. При внесении удобрений урожайность возросла по сравнению с исходным периодом в последний год шестилетки на 10,9 %, а в среднем за три последних года – на 22,7 %.

При двукратном дисковании без внесения удобрений урожайность по сравнению с исходным состоянием возросла соответственно на 8,1 и 16,2 %, а при внесении удобрений – на 25,3 и 32,3 %.

На варианте с одним дискованием почвы осенью без внесения удобрений урожайность пшеницы не увеличилась по сравнению с последним годом шестилетнего периода, а со средним урожаем за 3 последних года возросла на 8,4 %.

При внесении удобрений прибавка составила соответственно на 18,6 и 26,4 %.

При нулевой обработке урожайность пшеницы практически не возрастала за шестилетний период.

Без удобрения она уменьшилась за последний год на 24,0 %, а в среднем за три года не изменилась.

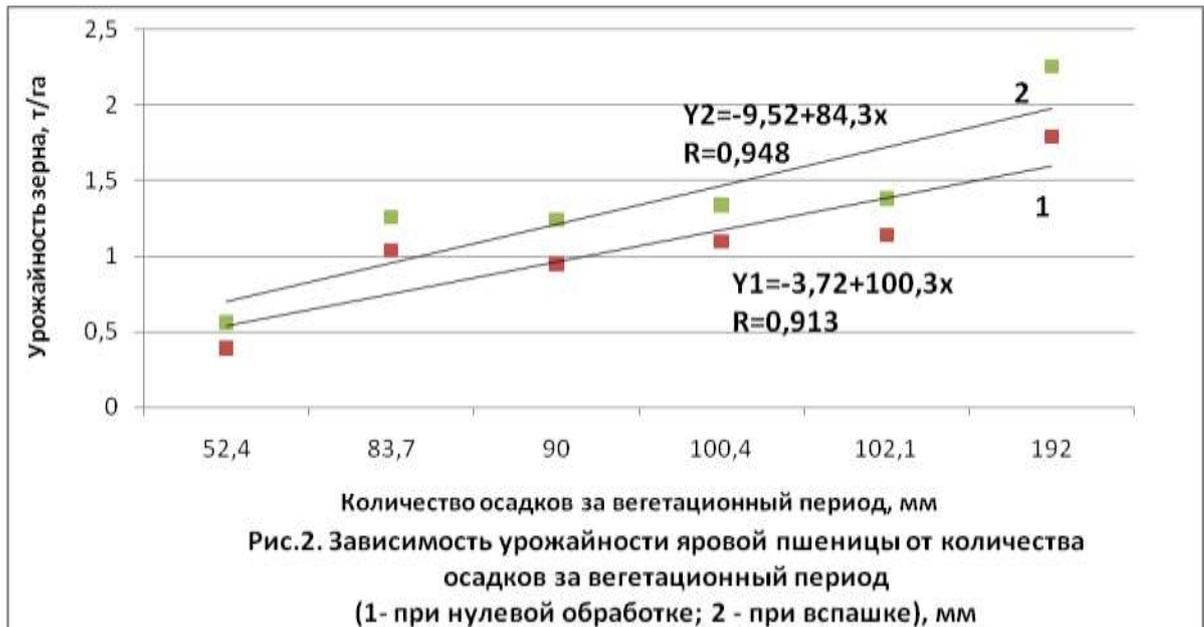
При внесении удобрений за последний год шестилетнего периода при нулевой обработке урожайность не изменилась, а в среднем за последние три года возросла на 14,8 %.

Таким образом, за шестилетний период при вспашке урожайность яровой пшеницы возросла только при внесении удобрений; при минимальной обработке – как без удобрений, так и с удобрениями; а при нулевой обработке практически не изменилась и в том и в другом случае.

7.2 Влияние факторов жизни на урожайность яровой пшеницы

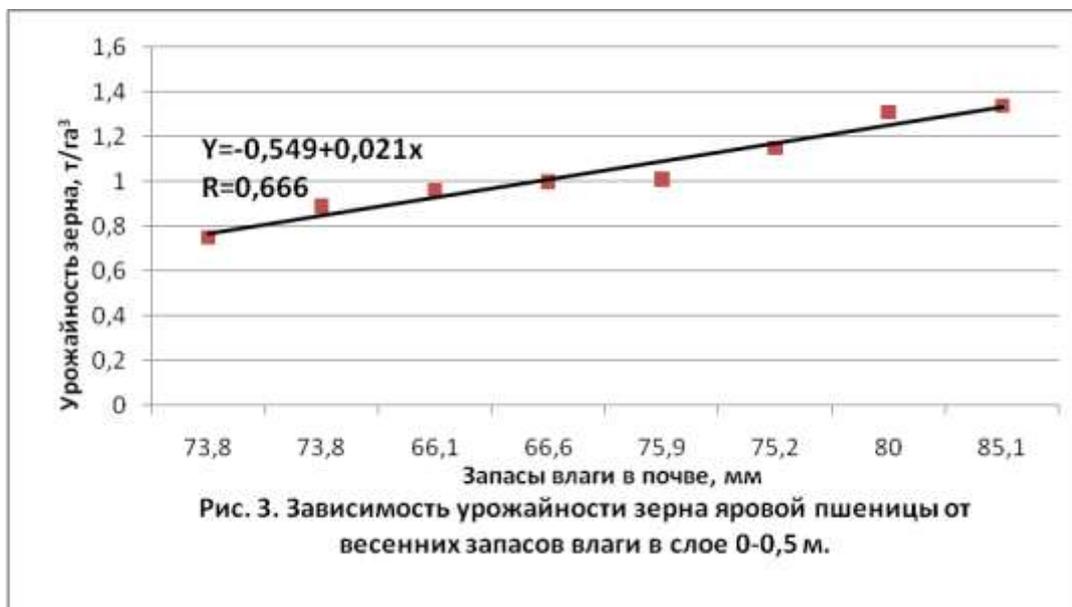
Урожайность яровой пшеницы в условиях засушливых районов Поволжья в первую очередь зависит от влагообеспеченности и от выпадающих осадков, от запасов влаги в почве и от эффективности использования влаги культурой, которая зависит от уровня агротехники.

На варианте со вспашкой за шесть лет, из которых один год был острозасушливым (2010 год) и один год очень влажным (2011 год), урожайность в среднем равнялась без удобрений $1,11 \pm 0,53$, а с удобрениями – $1,30 \pm 0,62$ т/га. Коэффициент вариации равнялся 0,913-0,948 (рис 2).

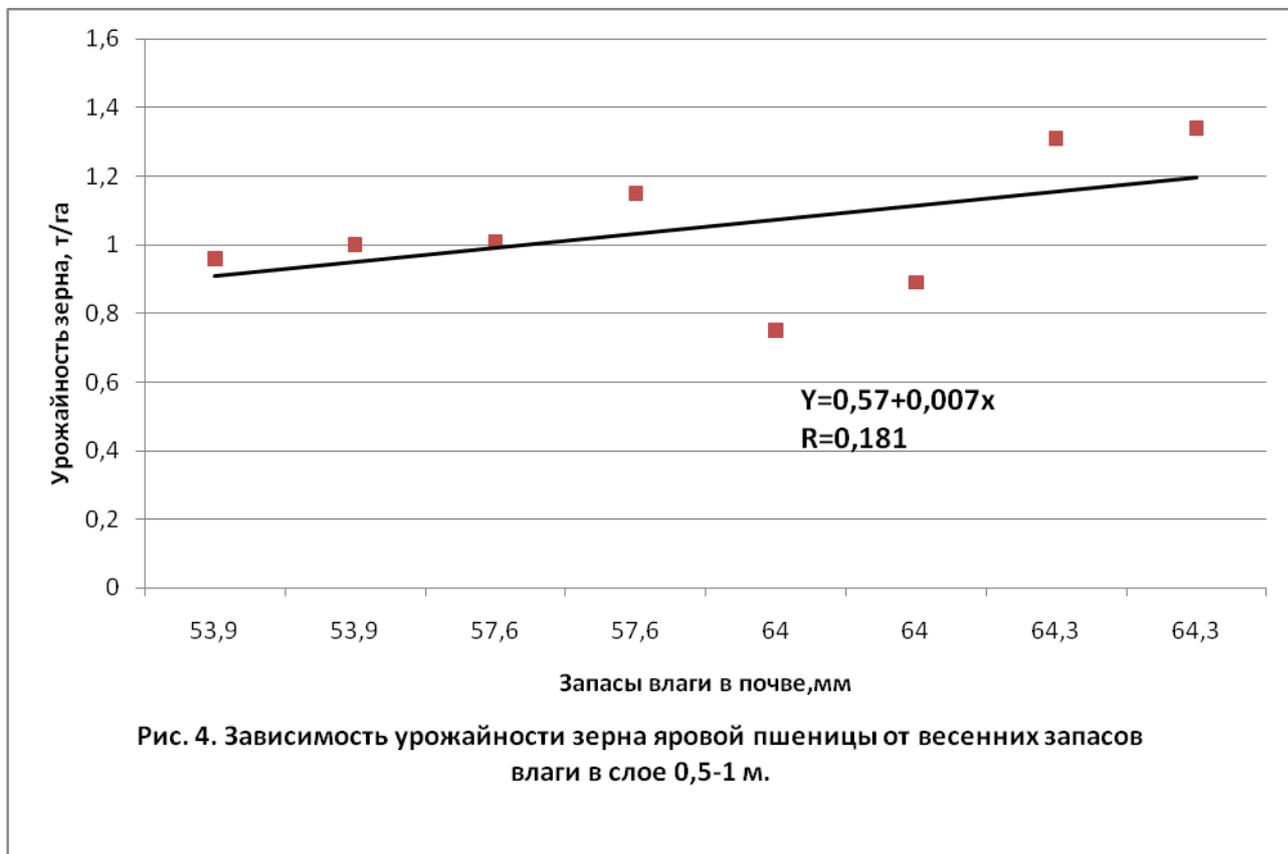


На варианте с нулевой обработкой урожайность по годам составила без удобрений $0,80 \pm 0,67$ т/га а с удобрениями $1,11 \pm 0,57$ т/га. Коэффициенты вариации равнялись 89,7 и 51,0%. Расчёты показали, что на вариантах со вспашкой урожайность пшеницы за эти годы зависела от осадков на 47,7%, а при нулевой обработке почвы – на 67,3%. Это объясняется интенсивным испарением влаги из почвы в условиях проведения опытов. В среднем коэффициенты вариации равнялись 57,5%.

Зависимость урожайности пшеницы (y) от количества продуктивной влаги весной перед посевом в слое 0-0,5 м (x) при вспашке имела коэффициент корреляции 0,666 и выражалась уравнением $y = -0,549 + 0,021x$ (рис. 3).



Для слоя 0,5-1,0 м коэффициент корреляции не превышал 0,18 а уравнение имело вид $y=0,570\pm 0,007x$ (рис. 4). Коэффициент корреляции составил 0,181.



Влияние запасов продуктивной влаги на урожайность пшеницы заметно зависит от обработки почвы и в первую очередь от её влияния на строение верхнего слоя, то есть от соотношения некапиллярных пор к капиллярным.

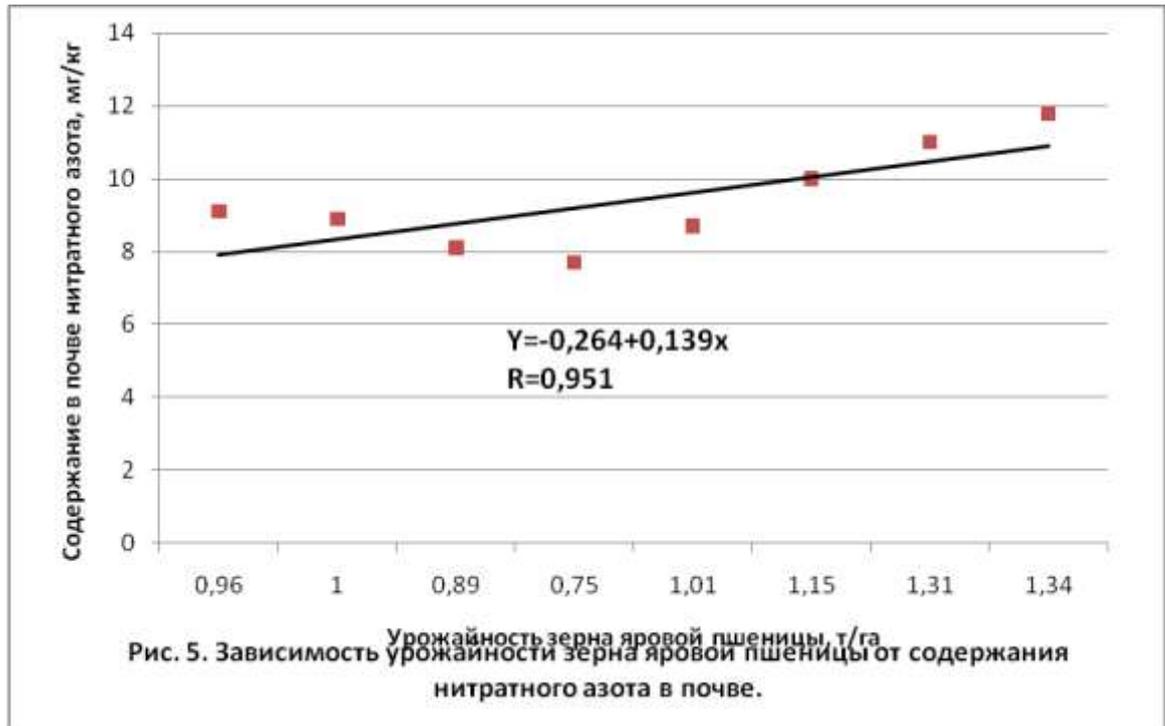
Коэффициент вариации урожайности пшеницы при изменении величины запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-0,5 м на вспашке составляет 1,2%; при нулевой обработке 5,5%; а при дисковании 13,0%. В среднем он равнялся 6,6%.

От запасов влаги в слое 0,5-1,0 м зависимость урожайности пшеницы ещё меньше, чем в слое 0-0,5 м. Коэффициент вариации урожайности в зависимости от изменения величины запасов влаги в слое 0,5-1,0 м при вспашке – 1,4%, при нулевой обработке – 2,6%, при минимальной обработке –

3,7%. В среднем он не превышает 2,6%. Отсюда можно предположить, что запасы влаги в слоепочвы 0-0,5м влияют на формирование урожайности яровой пшеницы на 6,6%, а в слое 0,5-1,0м-2,6%.

Зависимость урожайности яровой пшеницы (у) от содержания нитратного азота (х) выражалась уравнением вида $y = -0,264 + 0,139x$.

Коэффициент корреляции равнялся 0,951. (рис. 5).

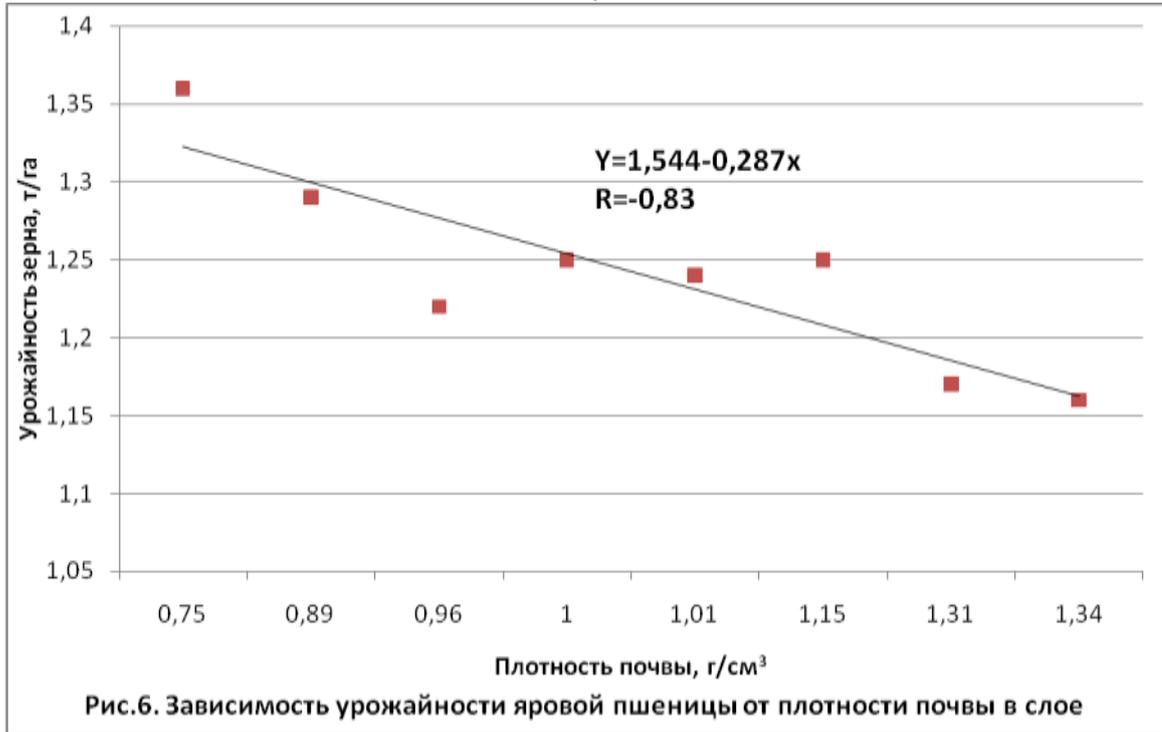


Расчёты показали, что коэффициент вариации урожайности зерна пшеницы после вспашки без внесения удобрений в зависимости от содержания нитратов в почве равнялся 33,5% а при внесении удобрений 25,1%.

На фоне дискования эти показатели составляли соответственно 34,2 и 32,3%, а при нулевой обработке – 19,7 и 21,5%. В среднем коэффициент вариации урожайности пшеницы составлял в зависимости от обеспеченности почвы азотом 27,7%.

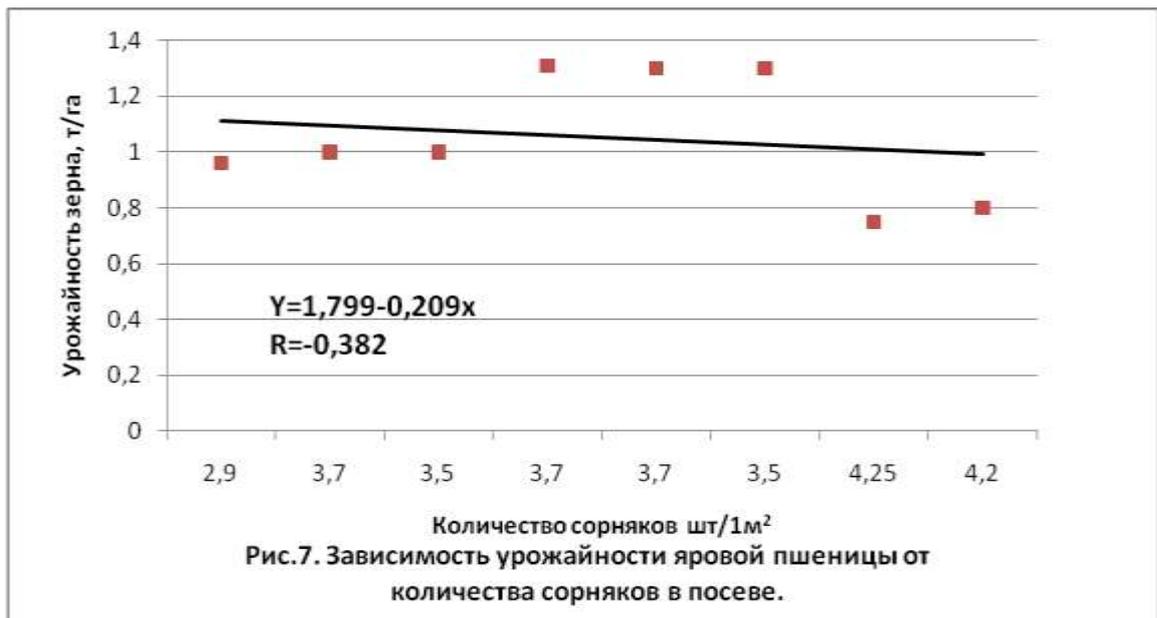
Взаимосвязь урожайности пшеницы от плотности почвы (х) аппроксимировалась уравнением вида $y = 1,544 - 0,287x$ (рис. 6).

Коэффициент корреляции составлял 0,831.



Коэффициент вариации урожайности при плотности на варианте со вспашкой равнялся 5,3%; при дисковании – 8,9%, при нулевой обработке – 8,5%. В среднем коэффициент вариации урожайности пшеницы на фоне различных обработок при разной плотности не превышал 7,6%.

Зависимость урожайности пшеницы (у) от количества сорняков (х) выражалось уравнением вида $y=1,799-0,209x$. Коэффициент корреляции 0,382 (рис. 7).



Коэффициенты вариации урожайности зерна пшеницы на фоне разной засорённости при вспашке составил 16,1%; при дисковании – 31,8%; при нулевой обработке – 27,6%. В среднем по вариантам величина его не превышала 25,2%.

Таким образом, расчёты показывают, что в условиях засушливой части Поволжья на формирование урожайности зерна влияют в первую очередь осадки за вегетационный период этой культуры. От них зависит в средnezасушливые годы на 47,7-57,5% величины урожайности, а в засушливые годы – до 83,7%.

Значительно влияет на урожайность зерна яровой пшеницы количество азота в почве. От этого показателя в условиях проведения опыта урожайность зависит на 27,7%, причём после вспашки – 33,5 %, а при нулевой обработке почвы 19,7-21,5%.

От плотности почвы в пределах оптимального значения последней урожайность зависела на 7,6%. При сильной засухе (экстремальных условиях) доля участия плотности почвы в формировании урожайности яровой пшеницы может возрасти до 15-20%. Засорённость полей может влиять на урожайность яровой пшеницы на 25,2%, от 16,1 до 31,8%.

8 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Расчет энергетической и экономической эффективности проводился расчетно-нормативным методом на основе технологических карт по выращиванию яровой пшеницы.

Определение энергетической эффективности дает возможность дифференцированно объективно показать эффективность энергетических затрат на обработку почвы, на удобрения, гербициды, использование машин, расход топлива, электроэнергии и так далее, а также определенных агроприемов – экологических, мелиоративных, агрохимических, по защите растений.

Энергетическая эффективность наглядно определяет результаты эффективности земледелия.

В отличие от экономических денежных оценок последняя отличается более корректным определением преимуществ того или иного агроприема, так как она не зависит от конъюнктурных цен на топливо, удобрения, ядохимикаты, на сырье и продукцию.

Основным показателем энергетической эффективности технологий и отдельных технологических процессов является полная обменная энергоемкость продукции, отнесенная к единице энергозатрат, которыми считаются суммой прямых и общественных затрат на возделывание той или иной культуры.

Эффективность использования энергоресурсов показывает коэффициент энергетической эффективности, т.е. отношение обменной энергии в урожае к энергозатратам на производство растениеводческой продукции и повышение плодородия почвы (М.М. Севернев, 1991; В.В. Корнец, 1992; В.М. Володин, Р.Ф. Еремина, 1999).

Наибольшие энергозатраты на гектар при выращивании яровой пшеницы на вариантах со вспашкой 9,11-10,87 ГДж., что выше, чем при двойном дисковании – на 20,8-24,3%, а при одном дисковании – на 28,0-33,0% и больше, чем при нулевой обработке – на 37,4-43,9% (таблица 54). Внесение удобрений повысило энергозатраты на 19,3-28,4%.

Энергозатраты существенно влияли на энергетическую эффективность возделывания пшеницы. Самая низкая энергетическая эффективность была после вспашки.

Здесь коэффициент энергетической эффективности не превышал 2,04-2,39 единиц.

При минимальной обработке почвы он колебался от 2,79 до 2,93, а при нулевой обработке – в пределах 2,83 -2,86 единиц.

Таблица 54 – Энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы без учета плодородия почвы.

Обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Показатели эффективности			
		Обменная энергия в урожае, ГДж/га	Энергетические затраты, ГДж/га	Коэфф. энергетич. эффективности	Энергозатраты на 1т зерна, ГДж
1. Вспашка	0,96	18,53	9,11	2,04	9,49
2. Вспашка + удобрения	1,35	26,05	10,87	2,39	8,05
3. Два дискования	1,00	19,30	6,90	2,79	6,90
4. Два дискования + удобрения	1,31	25,28	8,61	2,93	6,57
5. Одно дискование	0,89	17,18	6,10	2,82	6,85
6. Одно дискование + удобрение	1,15	22,20	7,83	2,84	6,81
7. Нулевая обработка	0,75	14,47	5,11	2,83	6,81
8. Нулевая обработка + удобрение	1,01	19,49	6,81	2,86	6,74

Энергозатраты на 1 тонну зерна были так же наибольшие при вспашке. Они составляли 3,05 – 9,49 гДж/га. При минимальной обработке они колебались от 6,90 до 6,57 гДж/т, а при нулевой обработке составляли 6,74 – 6,81 гДж. Внесение удобрений при вспашке снизило затраты на 1 тонну зерна пшеницы на 15,2% а при двойном дисковании на 4,8%. При нулевой обработке внесение удобрений не повлияло на величину энергетической себестоимости 1 т зерна пшеницы.

Расчет энергетической эффективности с учетом увеличения плодородности почвы (повышение гумуса) заметно повысило коэффициент энергетической эффективности (таблица 55).

Таблица 55 – Энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы с учётом плодородия почвы

Обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Показатели эффективности			
		Обменная энергия на 1 га, ГДж	Энергетические затраты, на 1 га, ГДж	Коэфф. энергетич. эффективности	Энергозатраты на 1т, ГДж
1. Вспашка	0,96	19,25	9,11	2,11	9,49
2. Вспашка + удобрения	1,35	26,77	10,87	2,46	8,05
3. Два дискования	1,00	26,86	6,90	3,89	6,90
4. Два дискования + удобрения	1,31	32,84	8,61	3,81	6,57
5. Одно дискование	0,89	24,74	6,10	4,05	6,85
6. Одно дискование + удобрение	1,15	29,76	7,83	3,80	6,81
7. Нулевая отработка	0,75	25,83	5,11	5,05	6,81
8. Нулевая отработка + удобрение	1,01	29,93	6,81	4,40	6,74

При вспашке коэффициент энергетической эффективности возрос незначительно, всего на 2,9- 3,4%. При минимальной обработке он возрос соответственно на 30,0-39,4 и 33,8-43,4% . Нулевая обработка почвы повысила коэффициент энергетической эффективности с учетом повышения плодородия почвы до 4,40-5,05 единиц или на 53,8-78,4%.

Расчет экономической эффективности подтвердил результаты энергетической эффективности (таблица 56).

Таблица 56 – Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы без учёта повышения плодородия почвы

Обработка почвы	Урожайность, т/га	Показатели эффективности				
		Стоимость продукции с гектара, тыс.руб.	Затраты на 1 га, тыс.руб.	Себестоимость 1 тонны зерна, тыс.руб.	Чистый доход с одного гектара, тыс.руб.	Уровень рентабельности, %
1. Вспашка	0,96	4,80	4,34	4,52	0,46	11
2. Вспашка + удобрения	1,35	5,78	5,18	3,84	1,60	31
3. Два дискования	1,00	5,00	3,33	3,33	1,67	50
4. Два дискования + удобрения	1,31	6,55	4,40	3,36	2,15	48
5. Одно дискование	0,89	4,45	2,90	3,25	1,55	53
6. Одно дискование + удобрение	1,15	5,75	3,93	3,24	1,82	46
7. Нулевая обработка	0,75	3,75	2,43	3,24	1,32	54
8. Нулевая обработка + удобрение	1,01	5,05	3,44	3,20	1,61	46

Самые высокие затраты на 1 гектар при возделывании пшеницы были на варианте со вспашкой 4,34-5,18 тыс.руб. на 1 гектар.

При двойном дисковании затраты снизились на 17,7-30,3%, при однократном дисковании до 2,90-3,93 тыс.руб. на 1 гектар или на 31,8-49,6%, при нулевой обработке – на 50,6-78,6 %.

Внесение удобрений повысило затраты при вспашке на 19,4% при минимальной обработке – на 32,1-35,5%; при нулевой обработке на 41,6%. Себестоимость зерна при этом снизилась соответственно по вариантам опыта на 14,2-35,7%; 18,5-39,0 и 20,0-39,5%

Чистый доход при вспашке составлял 0,46-1,60 тыс.руб. с 1 гектара. При минимальной обработке 1,67-2,15 и 1,55-1,82 тыс.руб.; при нулевой обработке -1,32-1,61 тыс.рублей

Наибольший чистый доход получен при минимальной обработке почвы.

При нулевой обработке он возрос на 186,9%. Во всех случаях отмечено увеличение чистого дохода при внесении удобрений. При вспашке он повысился в 3,5 раза, при минимальной обработке на 18,7-28,7%, а при нулевой обработке на 22%.

Если уровень рентабельности при вспашке составил 11-31%, то при минимальной обработке он возрос до 48-50% и 46-53%, а при нулевой обработке до 46-54%.

Внесение удобрений увеличило уровень рентабельности при вспашке на 20%, а на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы снизило на 2-8%.

При вспашке эффективность удобрений была самой высокой.

С учетом повышения плодородия почвы экономические показатели выращивания пшеницы заметно улучшились (таблица 57).

Чистый доход при вспашке возрос с 0,46-1,60 тыс.руб до 0,69-1,83 тыс.руб с 1 гектара, при двойном дисковании с 1,67-2,15 до 3,85-4,33тыс.руб, с 1,55-1,82 до 3,42-3,73 тыс.рублей.

При нулевой обработке чистый доход с гектара увеличился с 1,32-1,61 до 4,8-5,29 тыс.рублей с 1 гектара. На этом варианте прибавка от повышения плодородности почвы была наибольшей.

Таблица 57 – Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы с учётом повышения плодородия почвы

Обработка почвы	Урожайность зерна, т/га	Показатели эффективности				
		Стоимость продукции с гектара, тыс.руб	Затраты на 1 гектар, тыс.руб	Себестоимость 1 тонны зерна, тыс.руб	Чистый доход с 1 гектара, тыс.руб	Уровень рентабельности, %
1. Вспашка	0,96	5,03	4,34	4,52	0,69	16
2. Вспашка + удобрения	1,35	7,01	5,18	3,84	1,83	35
3. Два дискования	1,00	7,18	3,33	3,33	3,85	116
4. Два дискования + удобрения	1,31	8,73	4,40	3,36	4,33	98
5. Одно дискование	0,89	6,63	2,90	3,25	3,73	129
6. Одно дискование + удобрение	1,15	7,85	3,93	3,24	3,42	100
7. Нулевая отработка	0,75	7,23	2,43	3,24	4,80	197
8. Нулевая отработка + удобрение	1,01	8,53	3,24	3,20	5,29	163

Уровень рентабельности увеличился соответственно при вспашке до 16-35%, при минимальной обработке почвы до 98-116% и 100-129%, при нулевой обработке до 163-197%. При энергосберегающих обработках почвы в этом случае уровень рентабельность возрос по сравнению со вспашкой на 63-100%; 75-11% и 128-181%. Энергосберегающие обработки почвы эффективно повышали плодородие слабосмытых черноземов южных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обработка почвы существенно влияла на структурное состояние чернозёма южного. Наилучшая структурность отмечена после минимальной и нулевой обработок почвы. Коэффициент структурности на этих вариантах был наибольшим. При вспашке количество ценных структурных агрегатов составило 69,7 %, при минимальной обработке – 72,7 %, при нулевой – 75,6%.

2. В осенний период основная обработка почвы способствовала заметному разуплотнению верхнего горизонта. Разрыхление почвы происходило главным образом на глубину обработки.

Наибольшее разрыхление верхнего слоя отмечено после вспашки. Плотность почвы в верхнем слое в осенний период составила 0,99–1,03 г/см³. На вариантах с минимальной обработкой этот показатель повысился до 1,13–1,19 г/см³. На варианте с нулевой обработкой плотность почвы равнялась 1,16–1,19 г/см³.

3. Весной плотность почвы по всем вариантам заметно сглаживалась. На варианте со вспашкой она увеличилась на 0,25 г/см³, при минимальных обработках – на 0,12–0,13 г/см³, при нулевой обработке – всего на 0,04 г/см³.

4. В соответствии с плотностью изменялась и пористость почвы. В осенний период наибольшая пористость наблюдалась на варианте со вспашкой – 61,9–63,4 %. При минимальных обработках она снизилась и составила 56,0–58,2 %, а при нулевой обработке она не превышала 51,9–57,1 %. К весне величина пористости сгладилась по всем вариантам и составила при вспашке 53,4 %, при минимальных обработках – 52,2%, при нулевой – 51,2 %.

5. Изменение агрофизических свойств почвы влияло на величину запасов влаги. Наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом пшеницы были после вспашки и нулевой обработке почвы. Различия с минимальной обработкой и со вспашкой составили в метровом слое почвогрунта 13,7–16,9 мм. Снижение

запасов влаги при дисковании объясняется распылением почвы и снижением капиллярной влагоёмкости.

6. При вспашке посевы пшеницы были засорены меньше по сравнению с другими вариантами на 51,6–70,9 %. Самая сильная засорённость отмечена при нулевой обработке. Она превышала по числу сорняков вспашку в 3 раза и более. Применение гербицидов раундап по стерне предшественника (4 л/га) и дифезан (0,2 л/га) в фазу кущения яровой пшеницы уменьшило засорённость при ресурсосберегающей обработке почвы.

7. За шестилетний период на варианте со вспашкой отмечено снижение содержания гумуса на 0,1 %. В среднем за последние 3 года исследований при ежегодной вспашке количество гумуса не превышало 3,17 %. При минимальных обработках оно возросло на 0,15–0,17 %, при нулевой – на 0,30–0,33 %. Снижение интенсивности обработки почвы способствовало сохранению гумуса.

8. На всех вариантах опыта отмечено увеличение содержания нитратного азота в почве. При вспашке за три года его количество возросло на 2,2–2,3 мг на 1 кг почвы, на вариантах с дискованием – на 3,4–4,7 мг/кг, при нулевой обработке – на 2,9–3,5 мг/кг.

9. На шестой год проведения экспериментов количество доступного фосфора возросло при вспашке на 1,5–3,2 мг на 1 кг почвы, при минимальной обработке – на 2,1–2,5 мг/кг, при нулевой обработке – на 1,6 мг/кг. По вариантам различий в содержании доступного фосфора в почвы не выявлено. В среднем его количество составило $25,0 \pm 0,43$ мг/кг. Коэффициент вариации не превышал 1,7 %. Содержание обменного калия по годам и по вариантам опыта было практически одинаковым и равнялось 294–310 мг на 1 кг почвы. Коэффициент вариации – 1,7 %.

10. Наибольшая урожайность зерна в средневлажные годы яровая пшеница сформировала при вспашке – 0,96 т/га без удобрений и 1,45 т/га при внесении удобрений. Применение ресурсосберегающих обработок уменьшало урожайность зерна пшеницы на 7,3–14,8 %, нулевой обработки –

на 21,9–25,9 %. Использование минеральных удобрений увеличивало урожайность зерна соответственно по вариантам на 31,3 %; 29,2; 34,7 %.

11. Производство зерна яровой пшеницы при ресурсосберегающих обработках почвы было энергетически и экономически выгодным. Самая низкая энергетическая эффективность отмечена при вспашке. Коэффициент энергетической эффективности в этом случае составил 2,04–2,39. При минимальной обработке он увеличился до 2,79–2,93 ед., при нулевой – до 2,83–2,86 ед. С учетом повышения плодородия почвы коэффициент энергетической эффективности возрос до 4,40–5,05 ед. Расчёт экономической эффективности подтвердил результаты энергетической эффективности. Уровень рентабельности при ресурсосберегающих обработках увеличился по сравнению со вспашкой на 22–35 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для обеспечения стабильной урожайности зерна яровой пшеницы в засушливых условиях Поволжья на уровне 1,0–1,5 т/га, снижения себестоимости его производства на 24,0–28 % и увеличения рентабельности на 19–35 % следует рекомендовать в качестве основной осенней обработки почвы минимальную (одно или два дискования) и нулевую с послеуборочным внесением соломы предшественника в сочетании с азотными удобрениями 40 кг д.в./га.

Для борьбы с сорняками необходимо применять гербициды: в осенний период – раундап (4 л/га), а в период кущения – дифезан (0,2 л/га). Нулевую обработку необходимо применять после предшественников, оставляющих после себя большое количество органического вещества в виде солоmistых остатков для мульчирования поверхности почвы (люцерна, озимая пшеница и рожь, кукуруза на зерно).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалдов, А.Н. Оптимизация парового клина в засушливой зоне/ А.Н. Абалдов, Л.И. Желнакова // *Зерновое хозяйство*. – 2006. – № 1. – С. 15.
2. Абашеев, В.Д. Сидеральные и занятые пары на осушаемых почвах // *Сельскохозяйственный вестник*. – 2005. – № 1. – С.33.
3. Абдулин, М.М. Улучшение водопроницаемости лесостепных и степных чернозёмов Южного Урала / М.М. Абдулин, Я.З. Каипов // *Земледелие*. – 2011. – №1. – С.10-11.
4. Абрамов, Н. В. Формирование урожайности и показателей качества зерна яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы / Н. В. Абрамов, В. А. Федоткин, А. С. Иваненко // *Аграрный вестник Урала*. – 2012 г. – № 6 (98). – С.8-13.
5. Арипова, С.В. Зависимость урожая зерна яровой пшеницы от площади питания растений // *Зерновое хозяйство*. – 2003. – № 2. –С. 23.
6. Анисимов, Ю.Б. Оптимизация агротехнологии возделывания ярового ячменя в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Урала: автореф. дисс. ... канд.с.-х. наук / Ю.Б. Анисимов. – Оренбург, 2011. -23 с.
7. Багмет, Л.В. Сорные растения во флоре нижнего поволжья: автореф. дис. ... канд. биологических наук / Л.В. Багмет – СПб., 1995. – 26 с.
8. Бакаева, Н.П. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья / Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова// *Успехи современного естествознания*. – 2007. – № 12. – С. 5-10.
9. Балабанов, А.А. Эффективность ресурсосберегающих приемов предпосевной обработки почвы, посева и борьбы с сорняками при возделывании яровой пшеницы в степной зоне Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Балабанов. – Оренбург, 2006. – 183 с.

10. Банькин, В.Б. Будущее за ресурсосбережением / В.Б. Банькин// Агробизнес – Россия. – 2007. – №11. – С. 65-68.
11. Банкрутенко, А.В. Методы борьбы с сорняками в поливидовых посевах в подтаежной зоне Западной Сибири / А.В. Банкрутенко // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2013. – №1 (26). – С. 7-10.
12. Бахтин, П.У. С докладом на Всесоюзном совещании... - 7-10 августа 1954 г. / П.У. Бахтин. – Сельхозгиз. 1954. – С. 60-76.
13. Бибик, Т.С. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы и минеральных удобрений / Т.С. Бибик, В.В. Шаркевич, Е.Ю. Смолева, Р.Д. Петросян // Владимирский земледелец. – 2013. – №2(64). – С. 31-33.
14. Благополучная, О.А. Влияние энергосберегающих обработок почвы и элементов склона на урожай сельскохозяйственных культур / О.А. Благополучная, Н.И. Мамсиров // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 23-24.
15. Блинова, К. Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие/ Под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1990. – С.228-229.
16. Богачук, Н.И. Влияние мульчирования и обработки почвы на фитосанитарное состояние и урожайность яровой пшеницы / Н.И. Богачук, Г.С. Марьин, О.Г. Марьина-Чермных // Вестник Марийского государственного университета. – 2013. – №12. – С. 19-22.
17. Борин, А.А. Обработка почвы в севообороте / А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощинина// Земледелие. – 2013. – №2. – С. 20-22.
18. Брежнев, В.И. Механизированный способ борьбы с сорной растительностью на открытых мелиоративных каналах гербицидом раундап: автореф. дис. ... канд технических наук / В.И. Брежнев. – Новочеркасск, 2004. – 25с.
19. Бурлакова, Л.М. Влияние обработки почвы на плотность, влажность и урожайность зерна яровой пшеницы / Л.М. Бурлакова, А.А. Куфаев, А.Е.

Кудрявцев, В.В. Тонких // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2004. – Т. 16.№4. – С. 20-24.

20. Буянкин, В.И. Земледелие северо-запада Казахстана / В.И. Буянкин, В.С. Кучеров. – М.: Анонс, 1992. – 98 с.

21. Быкова, Л.А. Экологическая оценка влияния фосфорорганического гербицида раундап на фитоценозы агроландшафтов с использованием метода регистрации замедленной флуоресценции: автореф. дис. ... канд. технических наук / Л.А. Быкова. – Казань, 2005. – 24 с.

22. Валеева, З.Б. Защита сои от сорняков в дельте Волги / З. Б. Валеева, Б. С. Даулетов // Земледелие. – 2013. – №7. – С. 44-46.

23. Валеев, Ф.З. Система обработки почвы и сорняки / Ф.З. Валеев // Земледелие. – 1982. – №6. – С. 24-26.

24. Валитов, Р.Р. Препарат для прополки зерновых культур / Р.Р. Валитов, А.М. Колбин, В.К. Капорский, Р.Б. Валитов // Защита и карантин растений. – 2011. – №5. – С. 31.

25. Власова, О.И. Способ обработки почвы - как фактор регулирования потенциальной и реальной засоренности пшеничного агроценоза на светло-каштановых почвах / О.И. Власова, В.М. Передериева, А.В. Ивашенко // Вестник бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – №3. – С. 32-35.

26. Вражнов, А.В. Применение плоскорезной обработки в Челябинской области / В.А. Вражнов // Совершенствование зональных почвозащитных технологий возделывания полевых культур. – Целиноград, 1979. – С. 94-98.

27. Вражнов, А.В. Система обработки почвы и севооборот / В.А. Вражнов // Проблемы уральских чернозёмов: сб. науч. тр. по мат. науч. – практич. конф. – Челябинск, 1995. – 57 с.

28. Воронцов, В.А. Системы основной обработки чернозема в тамбовской области / В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин // Земледелие. – 2012. – №7. – С. 19-21.

29. Галапова, С.В. Агроэкологические аспекты применения гербицидов на зерновых культурах в условиях северо-запада России: дис. ... канд. с-х наук / С.В. Галапова. – Великие луки, 2002. – 169 с.

30. Гаркуша, А. А. Влияние средств интенсификации на урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественника и основной обработки почвы / А. А. Гаркуша, С. В. Усенко // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 6. – С.27-29.

31. Горбачева, Т.В. Эффективность гербицидов при комплексном засорении посевов яровой пшеницы в условиях лесостепи западной сибирей / Т.В. Горбачева, Н.А.Рендов, Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева // Вестник алтайского государственного аграрного университета. –2011. – Т. 85.№11. – С. 5-8.

32. Гончар, М.Т. Экологические проблемы сельскохозяйственного производства / М.Т. Гончар. – Львов: Вища школа, 1986. – 142 с.

33. Губанов, Я.В. Яровая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. – М.: Колос, 1983. – 100 с.

34. Гулидова, В.А. Оптимальная обработка почвы под яровую пшеницу / В.А. Гулидова // Земледелие. – 1998. – № 5. – С.21.

35. Гуреев, И.И. Минимализация обработки почвы и уровень её доступности/ И.И. Гуреев // Земледелие. – 2007. – №4. – С. 25-28.

36. Данилов, Г.Г. Система обработки почв / Г.Г. Данилов – М.: Россельхозиздат, 1982. – 296 с.

37. Данилов, А.Н. Обработка почвы, её плотность и урожайность культур / А.Н. Данилов, В.Ф. Кульков, С.А. Данилова // Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: Сб. науч. Работ ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». –2008. – С. 97-100.

38. Дворянкин, Е.А. Особенности воздействия гербицидов группы бетанала на сорные растения / Е.А.Дворянкин // Сахарная свекла. – 2012. – №4. – С. 30-35.

39. Денисов, Е.П. и др. Сорные растения и меры борьбы с ними: Учебное пособие / Е.П. Денисов и др. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» ФГОУ ДПОС РИППК. Саратов. – 2003. – 80 с.
40. Денисов, Е.П. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Р.К. Биктеев // Нива Поволжья. – 2011. – №3. – С. 21-25.
41. Денисов, Е.П. Энергосберегающие технологии обработки почвы при возделывании ячменя на южных чернозёмах Саратовского Правобережья / Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, Б.З.Шагиев // Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства Поволжья: сб. мат. Междун. науч.-пр. конференции. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – С. 10-14.
42. Денисов, Е.П. Влияние предшественников и способов обработки почвы на плодородие черноземов южных и урожайность овса / Е.П. Денисов, А.Г. Тимкина, Ф.П. Четвериков // Вестник Саратовского Госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – №12. – С. 24 -28.
43. Денисов, Е.П. Влияние приемов минимизации обработки почвы и применения гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Ф.П. Четвериков, Ю.А.Тарбаев // Нива Поволжья. – 2013. –№26. – С. 7-11.
44. Долгополова, Н.В. Засоренность яровой твердой пшеницы в зависимости от предшественников и фонов удобрения / Н.В. Долгополова, Н.Н. Железняков//Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. –№6. – С. 41-42.
45. Долженко, В.И.Сульфонилмочевинные гербициды в условиях саратовской области / В.И. Долженко, В.Г. Чернуха // Защита и карантин растений. – 2010. – №3. – С. 48.
46. Долинский, Н. М. Яровая пшеница / Н.М. Долинский. – М.: Гос. издат с/х литературы, 1959. – 254 с.

47. Дорожко, Г.Р. Прямой посев полевых культур в Ставропольском крае / Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, В.К. Зайцев, А.О. Бородин // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 20-23.
48. Доронин, В.Г. Системы защиты яровой пшеницы от сорняков и болезней в условиях юга Западной Сибири / В.Г. Доронин, Е.Н. Ледовский // Вестник алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 78.№4. – С. 9-13.
49. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 351 с.
50. Дояренко, А.Г. Факторы жизни растений / А.Г. Дояренко. – М.: Колос, 1966. – 277 с.
51. Дружкин, А.Ф. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин Ю.В, Лобачёв, Л.П Шевцова, З.Д. Ляшенко // Саратов СГАУ. – 2013. – 263 с.
52. Дубачинский, С.Н. Экономическая оценка применения гербицидов при производстве яровой пшеницы / С.Н. Дубачинский, Н.Н. Дубачинская // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 3.№27-1. – С. 150-154.
53. Дудкин, И.В. Сорные растения в бессменных посевах сельскохозяйственных культур / И.В.Дудкин // Защита и карантин растений. – 2010. – №6. – С. 17-19.
54. Жидков, В.М. Ресурсосбережение в технологии возделывания яровой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, А.Н. Сарычев// Аграрный вестник Урала. – 2007. – №2. – С. 43-45.
55. Жуковский, П.Н. Пшеница в СССР / П.Н. Жуковский. – Сельхозгиз, 1957. – 100 с.
56. Заикин, В.П. Влияние системы обработки залежи на урожайность зерновых культур в нижегородской области / В.П. Заикин, А.Ю. Лисина, А.В.

Мартьянычев, С.Ю. Коровин // Аграрный вестник Урала. – 2010. – Т. 68.№2. – С. 54-56.

57. Иващенко, А.А. Энергия света и сорные растения / А.А.Иващенко, А.А. Иващенко // Защита и карантин растений. – 2010. –№11. – С. 18-19.

58. Имеев, Е.С. Сравнительная оценка приемов весенней минимальной обработки почвы под яровую пшеницу в лесостепи Предбайкалья / Е.С. Имеев // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №49. – С. 14-20.

59. Имеев, Е.С. Влияние разных уровней минерального питания и обработки почвы на сорный компонент пшеничного агрофитоценоза / Е.С. Имеев, М.С. Горбунова // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – Т. 3.№57-3. – С. 7-14.

60. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста/В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3(23). – С.14-19.

61. Казаков, Г.В. Вредоносность сорных растений и эффективность химического метода борьбы с ними в посевах зерновых культур на южных черноземах нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с-х наук / Г.В. Казаков. – Волгоград, 2007. – 23 с.

62. Казаков, Г.И. Обработка почв в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков. – Самара, 1997. – 200 с.

63. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г.И. Казаков. – Самара: Изд-во Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2008. – 251 с.

64. Казаков, Г.И. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, В.А. Корчагин // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 26-28.

65. Каипов, Я.З. Водный режим чернозема обыкновенного при минимизации вспашки / Я.З. Каипов., Г.К. Зарипова // Земледелие. – 2013. – №2. – С. 17-20.
66. Калининко, И.Г. Усовершенствованная технология возделывания яровой пшеницы / И.Г. Калининко, В.Н. Ковтун // Земледелие. – 2000. – № 1. – С. 15.
67. Каракулев, В.В. Сравнительная оценка паровых звеньев севооборота / В.В. Каракулев, П.Н. Омельченко // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 22.
68. Карпова, Л.В. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от срока сева и предшественников / Л.В. Карпова, О.Н. Байгузов // Земледелие. – 2003. – № 6. – С. 22.
69. Картамышев, Н.И. Влияние способов обработки почвы и способа посева на урожайность зерна яровой твердой пшеницы /Н.И. Картамышев, Н.В. Долгополова, С.С. Балабанов, Н.Н. Железняков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 4.№4. – С. 35-36
70. Касьяненко, В.А. Ключ к решению проблемы однодольных сорняков / В.А.Касьяненко // Защита и карантин растений. –2011. – №8. – С. 13-14.
71. Кафарена, В.И. Справочник агронома-полевода Поволжья / В.И. Кафарена. – Саратов: Приволж. кн. изд. 1980. – 287 с.
72. Качинский, Н.А. Физика почвы / Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1970. – 358с.
73. Квасников, В.В. Речь на всесоюзном совещании ... 7-10 августа 1954 г. / В.В. Квасников. – Сехозгиз, 1954. – С. 198-202.
74. Кирюшин, Б.Д. Методика научной агрономии. Часть 1. Введение в опытное дело и статистическую оценку. М. «Издательство МСХФ», 2004, 167 с.

75. Кирюшин, Б.Д. Методика научной агрономии. Часть 2. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. М. ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2005, 199 с.

76. Кирюшин, В.И. Теория Адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2011. – 443с.

77. Киселева, Е.Н. Возделывание яровой пшеницы в Предбайкалье без применения гербицидов / Е.Н. Киселева, А.А. Разина, Ю.С. Корзинников // Защита и карантин растений. – 2010. – №12. – С. 18-19.

78. Кислов, А.В. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы / А.В. Кислов, Ф.Г. Бакиров, С.А. Федюнин // Земледелие. – 2003. – №5.–С.5-6.

79. Кислов, А.В. Эффективность возделывания Зеровых по чистым парам / А.В. Кислов, Ф.Г. Бакирова, Р.Ф. Ягофаров, Г.А. Жаркова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 14.

80. Ковтун, И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.

81. Козлова, Л.М. Ресурсосберегающие способы основной обработки дерново-подзолистой почвы под яровые зерновые / Л.М. Козлова, Ф.А. Попов// Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №2. – С. 391.

82. Корнилов, И.М. Основная обработка почвы и продуктивность ячменя / И. М. Корнилов, И. В. Пивоваров, З. К.Пашнина // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 15-17.

83. Коротких, Н.А. Влагообеспеченность яровой пшеницы при технологии No-Till в Лесостепи Приобья / Н.А. Коротких, Н.Г. Власенко, С.П. Кастючик // Земледелие. – 2013. – №3. – С.21-23.

84. Корчагин, В.А. Система земледелия степных районов Среднего Заволжья / В.А. Корчагин // Земледелие. – 1984. – 33. – С. 13-16

85. Корчагин, В.А. Почвозащитные и влагосберегающие технологии возделывания яровых зерновых культур в черноземной степи Среднего

Заволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – №2. – С. 43-44.

86. Красножон, С.М. Роль гербицидов в регулировании сорного компонента агрофитоценоза яровой пшеницы в лесостепи Зауралья / С.М. Красножон // Вестник ЧГАА. – 2012. – Т. 61. – С. 110-114.

87. Крючков, А.Г. Водопотребление яровой мягкой пшеницы на фоне различных приемов обработки / А.Г. Крючков, И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов // Земледелие. – 2013. – №5. – С. 20-22.

88. Кукушкина, Т.А. Биохимическая оценка некоторых сорных растений новосибирской области / Т.А.Кукушкина, Г.И. Высочина // Вестник новосибирского государственного университета. Серия: биология, клиническая медицина. – 2009. – Т. 7.№1. – С. 22-28.

89. Куликова, А.Х. Влияние систем основной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность звена севооборота с сидеральным паром / А.Х.Куликова, А.В. Дозоров, Н.Г. Захаров, Н.В. Маркова // Нива Поволжья. – 2010. –№ 2. – С. 23-26.

90. Курлов, А.П. Перспективы нулевой технологии возделывания яровой пшеницы в центральной лесостепи Зауралья / А.П. Курлов, С.Д. Гилев, А.А. Замятин, И.Н. Цымбаленко, Н.В. Степных // Земледелие. – 2013. –№1. – С. 25-28.

91. Кучеров, В.С. Повышение продуктивности агроэкосистем в сухой степи / В.С. Кучеров, С.Г. Чекалин. – М., 2000 – С.96.

92. Лазарев, А.В. Сорные растения семейства мятликовые Белгородской области / А.В. Лазарев // Научные ведомости белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2008. – Т. 3.№6. – С. 28-31.

93. Лаптиева, А.Б. Сорная растительность в севообороте и совершенствование использования гербицидов / А.Б. Лаптиева, А.М. Шпанев // Земледелие. – 2011. – №5. – С. 45-48.

94. Лаптиев, А.Б. Современные гербициды в защите посевов ячменя ярового / А.Б. Лаптиев, О.В. Медведева // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №3. – С. 61-67.

95. Латыпов, Ф.Х. Оптимизация способов основной обработки почвы под яровую пшеницу / Ф.Х. Латыпов, В.Ф. Мареев, И.Г. Манюкова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2011. – №1. – С.41-46.

96. Листопадов, И.Н. Яровое поле в адаптивно-ландшафтном земледелии / И.Н. Листопадов // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 23–25.

97. Лунева, Н.Н. Об эффективности действия гербицидов на сорные растения с растянутым периодом прорастания семян / Н.Н.Лунева, А.И.Анисимов // Защита и карантин растений. – 2008. – №3. – С. 31-33.

98. Лунева, Н.Н. Современная методология фитосанитарного мониторинга сорных растений / Н.Н.Лунева // Защита и карантин растений. – 2009. – № 11. – С. 20-24.

99. Максютлов, Н.А. Эффективность беспаровых севооборотов и бессменных посевов / Н.А. Максютлов // Земледелие. – 1996. – №6. – С.20-21.

100. Манжосов, В.П. Долевое влияние обработки почвы и удобрения на урожайность полевых культур / В.П. Манжосов, М.И. Певнев, В.Н. Маймусов // Земледелие. – 1994. – №1. – С. 9-10.

101. Манторова, Г.Ф. Засоренность посевов культур агробиоценозов в северной лесостепи южного Зауралья / Г.Ф. Манторова, Л.А. Зайкова // Аграрная Россия. – 2013. – №3. – С. 8-11.

102. Матвеев, В.В. Основная обработка светло-серых лесных почв под яровую пшеницу / В.В. Матвеев, С.Н. Северьянов // Аграрная наука Северо-Востока. – 2005. – №7. – С. 60-61.

103. Маханькова, Т.А. Современный ассортимент гербицидов для защиты зерновых культур / Т.А. Маханькова, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 2013. – №10. – С. 46-50.

104. Мехдиев, Т.В. Гербициды на озимых посевах / Т.В. Мехдиев // Защита и карантин растений. – 2012. – №3. – С. 30.
105. Михайлова, С.И. Сорные растения в семенных партиях масличных культур / С.И.Михайлова // Научные ведомости белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2011. – Т. 15.№9-1(104). – С. 270-273.
106. Михайлова, С.И. Видовой состав сорных растений в семенных партиях / С.И. Михайлова // Аграрная наука. – 2012. – №9. – С. 19-20.
107. Морковкин, Г.Г. Влияние способов основной обработки почвы и оптимизированных норм минеральных удобрений на мобилизацию подвижных элементов минерального питания растений и урожайность зерна яровой пшеницы / Г.Г. Морковкин, С.В. Жандарова, И.П. Аверьянова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №7(105). – С. 29-34.
108. Нарушев, В.Б. Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в Степном Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолапов // Плодородие. – 2013. – № 5 (74). – С. 6-8.
109. Немцев, Н.С. Основные направления совершенствования систем земледелия в современных условиях / Н.С. Немцев / Агроэкологические проблемы биогенного загрязнения в современных условиях: сб. науч. Тр. – Ульяновск, 1996. – Т.13. – С. 14-23.
110. Немцев, С.Н. Экономическая и энергетическая оценка мелкой обработки выщелоченного чернозёма под ранние зерновые культуры / С.Н. Немцев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – №4. – С.38-41.
111. Немцев, С.Н. Почвозащитные влаго и ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи ульяновской области / С.Н. Немцева, Е.В. Кузиной // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – №4. – С. 42-44.

112. Орлов, А.Н. Влияние различных агроприёмов на засоренность посевов и формирование урожая яровой пшеницы / А.Н. Орлов, О.А. Ткачук, Е.В.Павликова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 76. № 2. – С. 5-8.

113. Осипов, В.В. Зависимость урожайности яровой пшеницы от засоренности посевов при уменьшении интенсивности механической обработки светло-серой лесной почвы / Осипов В.В. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №1(18). – С. 54-56.

114. Павликова, Е.В. Эффективность систем зяблевой обработки почвы и регуляторов роста растений в технологии возделывания яровой пшеницы / Е.В. Павликова, О.А. Ткачук, А.Н. Орлов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – №2. – С. 34-37.

115. Палкина, Т.А. Сорные растения и их биоморфы в агроценозах кукурузы на территории рязанской области / Т.А.Палкина // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – Т. 2. – С. 31-35.

116. Палкина, Т.А. Метод фитоценотической активности видов в оценке и прогнозировании сорного компонента агроценозов / Т.А. Палкина // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – №2. – С. 22-26.

117. Палкина, Т.А. Сорные растения огородов на территории рязанской области / Т.А. Палкина // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – №3(15). – С. 36-38.

118. Передериева, В.М. Аллелопатические свойства сорных растений и их растительных остатков в процессе минерализации / В.М. Передериева, О.И. Власова, А.П. Шутко // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – №73. – С. 482-492.

119. Перекальский, Ф. М. Яровая пшеница / Ф.М. Перекальский. – М.: Гос. изд. с/х литературы, журналов и плакатов, 1961. – С 7-16.

120. Плескачев, Ю.Н. Особенности обработки каштановых почв в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачев // Сельскохозяйственный вестник. – 2005. – № 1. – С. 32.

121. Плескачев, Ю.Н. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур / Ю.Н. Плескачев, И.А. Кощев, С.С. Кандыбин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №1(99). – С. 23-26.

122. Подсевалов, М.И. Сорные растения в агрофитоценозах с горохом в условиях лесостепи Поволжья / М.И.Подсевалов, Н.А. Хайртдинова// Нива поволжья. – 2008. – №4. – С. 18-22.

123. Попова, В.П. Средозащитная роль сорных растений в экосистеме сада / В.П. Попова, Н.В. Чернявская // Плодоводство и ягодоводство России. – 2010. – Т. 24.№2. – С. 329-337.

124. Проскурина, А.А. Урожайность и засоренность яровой пшеницы по основной обработке почвы / А.А. Проскурина// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – №9. – С. 309-311.

125. Пруцков, Ф.М. Яровая пшеница / Ф.М. Пруцков. – М.: Колос, 1976. –352 с.

126. Ревут, И.Б. Физика почвы / И.Б. Ревут. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 368 с.

127. Рендов, Н.А. Влияние паровых предшественников яровой пшеницы на водный режим почвы // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 27.

128. Рзаева, В.В. Засорённость яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье / В.В. Рзаева // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 25-27

129. Роде А.А. Водные свойства почв и грунтов / А.А. Роде. – М.: 1965. – 165 с.

130. Роктанэн, Л.С. О минимализации основной обработки почвы в зерновом севообороте сухой степи / Л.С. Роктанэн, Ю.А. Лазник // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1977. – №8. – С.15-18.

131. Рыбалкин, П.Н. и др. Адаптивные технологии возделывания озимой пшеницы // Земледелие. – 2001. – № 4. – С. 7–9.

132. Сабитов, М.М. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы / М.М. Сабитов, А.И. Захаров // Земледелие. – 2002.–№ 4. – С. 11.

133. Савчук, С.В. Способы основной обработки чистого пара под озимую пшеницу на чернозёмах южных оренбургского предуралья / С.В. Савчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 2. №26-1. – С. 24-27.

134. Санникова, Н.В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от степени засорения пшеничного агрофитоценоза в условиях северного Зауралья / Н.В.Санникова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – №11. – С. 80-82.

135. Сатаров, В.А. Действие гербицидов на сорные и культурные растения на разных фонах питания: автореф. дис. ... канд. с-х наук / В.А. Сатаров. – Москва, 1968. – 24 с.

136. Сдобников, С.С. О периодическом оборачивании пахотного слоя в системе безотвальной обработки / С.С. Сдобников / Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С. 79-85.

137. Семенов, В.Д. Сульфонилмочевинные гербициды в посевах ячменя и озимой пшеницы / В.Д. Семенов, С.В. Галапова, А.А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2009. –№3. – С. 31.

138. Семынина, Т.В. Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника -как нормализовать его / Т.В. Семынина, М.М. Наумов // Защита и карантин растений. – 2013. – №12. – С. 41-45.

139. Сибикеева, Ю.Е. Сорняки - союзники грибов-фитопатогенов / Ю.Е.Сибикеева, С.Ю. Борисов // Защита и карантин растений. – 2013. – №3. – С. 54-56.

140. Синицина, Н.Е. Трансформация органического вещества почв засушливого Поволжья и его изменение при сельскохозяйственном использовании / Н.Е. Синицина, Т.И. Павлова, Ю.М. Мохонько // Роль почвы в сохранении устойчивости агроландшафтов: Сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – С. 87-89.

141. Сираев, М.Г. Ресурсосберегающие системы обработки почвы под озимую и яровую пшеницу в Башкортостане / М.Г. Сираев, В.С. Сергеев, А.Ш. Уметбаев // Вестник алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 76.№2. – С. 8-12.

142. Слесарев, В.Н. Значение оптимальной и равновесной плотности в теории механической обработки почвы / В.Н.Слесарев, Н.В. Абрамов// Земледелие. – №1. – 1996. – С. 10-11.

143. Слесарев, В.Н. Эффективность полосной минимизации зяблевой обработки черноземов лесостепи западной сибирей / В.Н. Слесарев, В.Е. Синещеков, В.В. Смеловский // Земледелие. – 2012. – №2. – С. 22-24.

144. Смирнов, А.А. Эффективные способы обработки почвы при возделывании голозёрного овса / А.А. Смирнов, З.А. Карасилов, Н.В. Курятникова // Земледелие. – 2008. – №2. – С.26-27.

145. Соколова, Т.В. Влияние новых гербицидов на засоренность посевов и продуктивность продовольственной пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с-х наук / Т.В Соколова. – Елец, 2011. – 173 с.

146. Сорные растения и регулирование засоренности на сельскохозяйственных угодьях среднего Поволжья / Морозов В.И., Куликова А.Х., Злобин Ю.А. – Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. Ульяновск, 1999. – 59 с.

147. Сорные растения зерновых агроценозов в почвозащитном земледелии/Синещенков В.Е., Красноперов А.Г., Красноперова Е.М., Колинко П.В. – Новосибирск, 2006. – 108 с.

148. Столяров, В.И. Энерго-ресурсосберегающие технологии возделывания яровой пшеницы / В.И. Столяров // Земледелие – 2006. – № 1. – С. 9–10.

149. Стрижков, Н.И. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности в полевых севооборотах черноземной степи поволжья: автореф. дис. ... д-ра с-х наук / Н.И. Стрижков. – Саратов, 2007. – 42 с.

150. Стрижков, Н.И. Влияние различных факторов на формирование видового состав сорняков и уровень засоренности культур в севооборотах Поволжья / Н.И.Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко, Ю.И. Долгополов, Л.Д. Якушева, Г.И. Власенко // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №5. – С. 15-17.

151. Телегин, В.А. Ресурсосберегающие системы обработки почвы, их влияние на урожайность пшеницы в центральной лесостепной зоне Зауралья / В.А.Телегин, И.Н. Цымбаленко, О.С. Бастрычкина // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. –№4(28). – С. 24-29.

152. Тимирязев, К.А. Сочинения, том 3 / К.А. Тимирязев. – Сельхозгиз, 1937. – 334 с.

153. Тимкина, А.Г. Приёмы адаптации технологии энергосберегающей обработки почвы под овёс на чернозёмах южных в Поволжье: автореф.- дисс. ... канд. с.-х. наук / А.Г.Тимкина. – Пенза, 2012. – 23 с.

154. Титова, Е.М. Эффективность комплексного применения удобрений и гербицида димесол на посевах ярового ячменя / Е.М. Титова, М.А. Внукова // Вестник орловского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 35.№2. – С. 32-35.

155. Тишков, Н.М. Засоренность посевов масличных культур при различных способах основной обработки почвы в севообороте / Н.М.

Тишков, А.С. Бушнев // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – №1. – С. 100-106.

156. Топорков, В.Н. Технология борьбы с сорной растительностью электрическими импульсами высокого напряжения / В.Н. Топорков // Международный научный журнал "альтернативная энергетика и экология". – 2013. – №7. – С. 65-70.

157. Трофимов, И.С. Посев по минимальной обработке почвы / И.С. Трофимов, Я.П. Орищенко // Зерновое хозяйство. – 1977. – №3. – С.28-29.

158. Тупицын, Н.В. Новый сорт яровой пшеницы Волжская 100 / Н.В. Тупицын // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 7. – С. 11.

159. Турусов, В.И. Фитосанитарное состояние посевов на различных элементах агроландшафта / В.И. Турусов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная // Земледелие. – 2001. – №5. – С.41-42.

160. Турусов, В.И. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от обработки почвы на различных элементах агроландшафта / В.И. Турусов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная // Земледелие. – т 2012. – №8. – С. 40-41.

161. Турусов, В.И. Обработка почвы под ячмень на различных элементах агроландшафта / В.И. Турусов, И.М. Корнилов // Земледелие. – 2013. – №1. – С.19-20.

162. Тухфатуллин, М.Ф. Особенности формирования урожайности сортами яровой твёрдой пшеницы при разных приёмах основной обработки почвы / М.Ф. Тухфатуллин, И.Н. Бесалиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №6(44). – С. 44-46.

163. Фёдоров, Г.Ю. Почвозащитная технология обработки почвы в системе севооборота / Г.Ю. Фёдоров // Земледелие. – 2012. – №1. – С.24-25

164. Фисюнов, А.В. Сорные растения. / А.В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

165. Хадеев, Т.Г. Влияние фонов питания и приемов основной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Т.Г.

Хадеев, И.П. Таланов, П.А. Чекмарев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 21.№ 3. – С. 159-161.

166. Халиуллин, К.З. Минимализация обработки почвы в Республике Башкортостан / К.З. Халлиулин, М.М. Далетшин, Т.И. Хаматшин // Земледелие. – 2007. – № 3 . – С. 18-19.

167. Хохлов, Д.С. Биоэкологическое обоснование защиты яровой пшеницы от сорняков в лесостепи среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биологических наук / Д.С. Хохлов. – Кинель, 2011. – 26 с.

168. Цыбиков, Б.Б. Гербициды и продуктивность яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Бурятии / Б.Б. Цыбиков, А.П. Батудаев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2008. – №3. – С. 38-41.

169. Чекалин, С.Г. Энергоресурсосберегающие способы обработки пласта многолетних трав на выводном поле севооборота в сухостепной зоне Приуралья / С.Г. Чекалин, В.Б. Лиманская, Г.К. Иманбаева, Э.Э. Браун // Наука и образование. – 2009. – №4. – С. 33-38.

170. Черкасов, Г.Н. Плодородие чернозема типичного при минимизации основной обработки / Г.Н. Черкасов., Е.В. Дубовик., Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев // Земледелие. – 2012. – №4. – С. 23-25.

171. Чуданов, И.А. Обработка чернозёмных почв в севооборотах Среднего Поволжья / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаев, Е.А. Борякова. – Ульяновск, 1998. – С. 27-29.

172. Шевлягин, А.И. Реакция сельскохозяйственных культур на различную плотность сложения почвы / А.И. Шевлягин // Теоретические вопросы обработки почвы. – 1968. – С. 32-39.

173. Шевченко, С.Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на чернозёмах Среднего Поволжья // Земледелие. – 2008. – №3. – С. 26-28.

174. Шелухина, Н.В. Приемы основной обработки почвы под зернобобовые культуры / Н.В.Шелухина // Земледелие. – 2012. – №2.– С. 24-26.

175. Шеуджен, А.Х. Органическое вещество почвы и методы его определения: учебное пособие / А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко под ред. В.Т. Куркаева. – Майкоп: ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2007. – с 150. – 344 с.

176. Шикула, Н.К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко. – М.: ВО, Агропромиздат, 1990. – 319 с.

177. Шиповский, А.К. Методические основы измерения модуля упругости сорных растений / А.К.Шиповский, А.В. Пустовалов // Вестник мичуринского государственного аграрного университета. – 2010. – №2. – С. 75-78.

178. Шишлянников, И.Д. Совершенствование минимальной обработки почвы в Нижнем Поволжье на содержание и качество гумуса / И.Д. Шишлянников // Земледелие. – 1996. – №5. – С. 24.

179. Шпанев, А.М. Новые подходы к методике учета сорных растений / А.М. Шпанев, П.В. Лекомцев // Защита и карантин растений. – 2012. – №8. – С. 38-41.

180. Шпанев, А.М. Фитосанитарные аспекты возделывания сои в центральном черноземье / А.М. Шпанев // Защита и карантин растений. – 2012. – №3. – С. 40-42.

181. Шурупов, В.Г. Влияние способов основной обработки почвы и других факторов на засоренность в звене севооборота / В.Г. Шурупов, В.С.Полоус// Земледелие. – 2011. – №1. – С. 28-30.

182. Щукин, В.Б. Физиологически активные вещества и биопрепараты на посевах яровой пшеницы / В.Б. Щукин, А.А. Гранов // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 23–24.

183. Щукин, В.Б. Влияние микроэлементов, физиологически активных веществ и биопрепаратов на продуктивность посевов и качество зерна яровой пшеницы / В.Б. Щукин, А.А. Гранов // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 5. – С. 16–18.

184. Щукин, С.В. Влияние разных по интенсивности систем обработки, удобрений и последствий гербицидов на основные показатели плодородия дерново-подзолистой избыточного увлажнения почвы и фитосанитарное состояние посевов: автореф. дис. ... с-х наук / С.В. Щукин. – Ярославль, 2004. – 25 с.

185. Щукин, С.В. Экологическая роль сорных растений при применении систем энергосберегающей обработки почвы / С.В. Щукин, Р.Е. Казнин, А.М. Труфанов, Е.В. Чебыкина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – №3. – С. 30-33.

186. Юдаев, И.В. Электроимпульсная энергосберегающая технология борьбы с сорной растительностью: автореф. дис. ... д-ра технических наук / И.В. Юдаев. – Москва, 2012. – 41 с.

187. Юшкевич, Л.В. Влияние систем обработки почвы и средств интенсификации на урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, И.А. Корчагина, О.В. Скоморощенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №1 (99). – С. 20-23.

188. Яровая пшеница / А.И. Бараев и др.; под общ. ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1978. – 429 с.

189. Яровая пшеница в Северном Казахстане / под ред. А.И. Бараева. – Алма-Ата: Кайнар, 1976. – 232 с.

190. Canonico, P. et al. An extract derived from *Triticum vulgare* stimulates inositol phospholipid hydrolysis in mouse fibroblasts. // *Acta Therapeutica*. – 1992. – Vol. 18. – P. 171.

191. Canonico, P. et al. Differential activities of *Triticum vulgare* extract and its fractions in mouse fibroblasts. // *Acta Therapeutica*. – 1993. – Vol. 19. – P. 15.

192. Derpsch R., Moria, K. "Implication of no-tillage versus soil preparation on sustainability of agricultural production". *Advances in GeoEcology*. – 1998.31:1179-1186. Reiskirchen, Germany.

193. Ellies, A. «La Degradation Ffsica del Suelo». En Simposio Proyecto Ley de Protection de Suelo. / A. Ellies // Boletin №14. Ed. Sociedad Chilena del Suelo, Comision Nacional del Medio Ambiente. – 2000. – 86-93.
194. Farinella, Z. Morale M. C. Stimulation of cell division in mouse fibroblast line 3T3 by an extract from Triticum vulgare. // Int. J. Tiss. Reac.– 1986.- Vol. 8.- P. 33.
195. Labrador, J. La material orgdnica en los agrosistemas. Eds. Agriculture, Fishing and Food Ministry, Mundi Prensa. Madrid. — 1996. 11-86.
196. Lagos, M. Estimation de perdidas nutricionales por erosion hidrica. Renewable Natural Resources Protection Department. SAG. Santiago-Chile. 1999.
197. Schulz, J. Letreidebestellungentwedereder / J. Schulz. — Diz-Landtechn.- Z. 1979. – 30. – 8. - 1098-103.
198. Scheffler, E. Erkennen von schadverdichtungen in der Krumenbasis und deren Beseitigung in der LPG Pflanzenproduktion Dobbertin / E Scheffler, R. Ehrhardt, K.-H. Morstein, Rogasik H // Feldwirtschaft.– 1982.– №9– P.- 387-390.
199. Vanden Berghe Q. R. et al. Specific stimulation of human endothelial cells by Triticum vulgare extract and its biologically active fractions. // Phytotherapy Research.– 1992. – Vol. 7.– P. 172.
200. Werner, D., Einflub raddruckbedingter Verdichtungen auf Bodenstruktur und Ertarag sowie Hinweise zur Erkennung und Beseitigung von Verdichtungswirkungen auf bindigen Ackerboden / D. Werner, U. Pittelkow, W. Xylander, H. Unger // Feldwirtschaft.–1986. – №5. – P. – 220-223.

Плотность почвы в осенний период в слое 0-0,1 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.88	0.80	0.90	0.86
2	0.96	1.02	1.03	1.00
3	0.99	1.01	1.02	1.01
4	1.27	1.18	1.22	1.22

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 1.023$ $s_x = 0.023$ $p = 2.28 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.215	11				
Блоки	0.003	2	0.002	0.986		
Варианты	0.202	3	0.067	41.288*	4.76	0.081
Остат.	0.010	6	0.002			

Множественные сравнения частных средних :

0.86a 1.00b 1.01b 1.22c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы в осенний период в слое 0,1-0,2 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.01	1.03	1.01	1.02
2	1.15	1.22	1.18	1.18
3	1.20	1.25	1.20	1.22
4	1.30	1.26	1.28	1.28

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 1.174$ $s_x = 0.014p = 1.22 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.119	11				
Блоки	0.002	2	0.001	1.235		
Варианты	0.114	3	0.038	61.715*	4.76	0.050
Остат.	0.004	6	0.001			

Множественные сравнения частных средних :

1.02a 1.18b 1.22b 1.28c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы в осенний период в слое 0,2-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.20	1.15	1.16	1.17
2	1.32	1.34	1.30	1.32
3	1.30	1.35	1.32	1.32
4	1.34	1.36	1.34	1.35

Восстановленные даты :

$$x = 1.290 \quad sx = 0.013p = 0.99 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.063	11				
Блоки	0.001	2	0.000	0.817		
Варианты	0.059	3	0.020	40.097*	4.76	0.044
Остат.	0.003	6	0.000			

Множественные сравнения частных средних :

1.17a 1.32b 1.32b 1.35b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы в осенний период в слое 0-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.03	0.99	1.02	1.01
2	1.13	1.19	1.17	1.16
3	1.16	1.19	1.18	1.18
4	1.30	1.27	1.28	1.28

Восстановленные даты :
 $\bar{x} = 1.159$ $s_x = 0.014$ $p = 1.21 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.115	11				
Блоки	0.000	2	0.000	0.099		
Варианты	0.111	3	0.037	62.511*	4.76	0.049
Остат.	0.004	6	0.001			

Множественные сравнения частных средних :

1.01a 1.16b 1.18b 1.28c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы в осенний период в слое 0,3-0,5 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.35	1.40	1.39	1.38
2	1.37	1.40	1.37	1.38
3	1.38	1.41	1.38	1.39
4	1.38	1.42	1.37	1.39

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 1.385 \quad s_{\bar{x}} = 0.007 \quad p = 0.50 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	0.004	11			
Блоки	0.003	2	0.002	11.092*	
Варианты	0.000	3	0.000	0.700	-
Остат.	0.001	6	0.000		

$$F_{\text{теор}} = 4.76$$

$$F < F_{\text{теор}}$$

Плотность почвы весной перед посевом в слое 0-0,1 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.12	1.19	1.20	1.17
2	1.19	1.19	1.21	1.20
3	1.18	1.20	1.19	1.19
4	1.23	1.26	1.25	1.25

Восстановленные даты :
 $\bar{x} = 1.201$ $s_x = 0.011$ $p = 0.90 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.014	11				
Блоки	0.003	2	0.001	3.706		
Варианты	0.010	3	0.003	9.022*	4.76	0.038
Остат.	0.002	6	0.000			

Множественные сравнения частных средних :

1.17a 1.20a 1.19a 1.25b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы весной перед посевом в слое 0,1-0,2 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.30	1.30	1.26	1.29
2	1.32	1.36	1.29	1.32
3	1.32	1.39	1.33	1.35
4	1.31	1.36	1.36	1.34

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 1.325$ $s_x = 0.014p = 1.05 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	0.015	11			
Блоки	0.005	2	0.002	3.883	
Варианты	0.007	3	0.002	3.889	0.016
Остат.	0.004	6	0.001		

Плотность почвы весной перед посевом в слое 0,2-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.29	1.32	1.33	1.31
2	1.34	1.35	1.36	1.35
3	1.32	1.36	1.36	1.35
4	1.33	1.37	1.38	1.36

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 1.342$ $s_x = 0.005p = 0.34 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.007	11				
Блоки	0.003	2	0.002	24.939*		
Варианты	0.004	3	0.001	19.508*	4.76	0.016
Остат.	0.000	6	0.000			

Множественные сравнения частных средних :

1.31a 1.35b 1.35b 1.36b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы весной перед посевом в слое 0-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.24	1.27	1.26	1.26
2	1.28	1.30	1.29	1.29
3	1.27	1.32	1.29	1.29
4	1.29	1.33	1.33	1.32

Восстановленные даты :
 $\bar{x} = 1.289$ $s_x = 0.005p = 0.40 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.008	11				
Блоки	0.003	2	0.001	15.584*		
Варианты	0.005	3	0.002	22.666*	4.76	0.018
Остат.	0.000	6	0.000			

Множественные сравнения частных средних :

1.26a 1.29b 1.29b 1.32c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Плотность почвы весной перед посевом в слое 0,3-0,5 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.37	1.35	1.40	1.37
2	1.38	1.39	1.41	1.39
3	1.39	1.40	1.42	1.40
4	1.38	1.39	1.38	1.38

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 1.388 \quad s_x = 0.008p = 0.55 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	0.004	11			
Блоки	0.001	2	0.001	3.479	
Варианты	0.002	3	0.001	2.862	-
Остат.	0.001	6	0.000		

$$F_{\text{теор}} = 4.76$$

$$F < F_{\text{теор}}$$

Пористость почвы в осенний период в слое 0-0,1 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	67.50	70.40	66.70	68.20
2	64.40	62.20	61.90	62.83
3	63.40	62.60	62.20	62.73
4	53.00	56.20	54.80	54.67

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 62.108 \quad s_x = 0.849p = 1.37 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	297.409	11				
Блоки	4.212	2	2.106	0.973		
Варианты	280.211	3	93.404	43.153*	4.76	2.939
Остат.	12.987	6	2.164			

Множественные сравнения частных средних :

68.20с62.83b62.73b54.67a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы в осенний период в слое 0,1-0,2 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	62.60	61.80	62.70	62.37
2	57.40	54.90	56.30	56.20
3	55.60	53.70	55.50	54.93
4	51.90	53.30	52.60	52.60

Восстановленные даты :
 $x = 56.525$ $sx = 0.512p = 0.91 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	163.402	11				
Блоки	2.180	2	1.090	1.386		
Варианты	156.504	3	52.168	66.333*	4.76	1.772
Остат.	4.719	6	0.786			

Множественные сравнения частных средних :

62.37c 56.20b 54.93b 52.60a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы в осенний период в слое 0,2-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	55.60	57.40	57.10	56.70
2	51.10	50.40	50.10	50.53
3	51.50	50.10	51.10	50.90
4	50.40	49.60	50.30	50.10

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 52.058 \quad s_x = 0.447p = 0.86 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	90.949	11				
Блоки	0.202	2	0.101	0.168		
Варианты	87.145	3	29.048	48.375*	4.76	1.548
Остат.	3.603	6	0.600			

Множественные сравнения частных средних :

56.70b50.53a50.90a50.10a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы в осенний период в слое 0-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	61.90	63.40	62.20	62.50
2	58.20	56.00	56.70	56.97
3	57.10	56.10	56.80	56.67
4	51.90	53.00	52.60	52.50

Восстановленные даты :
 $x = 57.158$ $sx = 0.519p = 0.91 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	156.469	11				
Блоки	0.087	2	0.043	0.054		
Варианты	151.535	3	50.512	62.519*	4.76	1.796
Остат.	4.848	6	0.808			

Множественные сравнения частных средних :

62.50c56.97b56.67b52.50a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы в осенний период в слое 0,3-0,5 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	50.10	48.20	48.50	48.93
2	49.30	48.10	49.30	48.90
3	49.40	47.80	48.80	48.67
4	48.80	47.60	49.30	48.57

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 48.767 \quad s_x = 0.265p = 0.54 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	6.167	11			
Блоки	4.612	2	2.306	10.982*	
Варианты	0.295	3	0.098	0.469	-
Остат.	1.260	6	0.210		

$$F_{\text{теор}} = 4.76$$

$$F < F_{\text{теор}}$$

Пористость почвы весной перед посевом в слое 0-0,1 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	55.60	56.00	55.50	55.70
2	56.10	56.00	55.20	55.77
3	56.30	55.50	56.00	55.93
4	54.40	53.80	53.80	53.83

Восстановленные даты :
 $\bar{x} = 55.308$ $s_x = 0.240p = 0.43 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	10.349	11			
Блоки	0.522	2	0.261	1.516	
Варианты	8.795	3	2.932	17.035*	0.829
Остат.	1.033	6	0.172		

Множественные сравнения частных средних :

55.70b55.77b 55.93b53.83a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы весной перед посевом в слое 0,1-0,2 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	51.90	51.80	52.20	51.97
2	51.10	49.60	52.20	50.97
3	51.10	48.50	50.80	50.13
4	51.50	49.60	49.70	50.27

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 50.833 \quad s_x = 0.486p = 0.96 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	16.167	11			
Блоки	5.572	2	2.786	3.926	
Варианты	6.337	3	2.112	2.977	-
Остат.	4.258	6	0.710		

$$F_{\text{теор}} = 4.76$$

$$F < F_{\text{теор}}$$

Пористость почвы весной перед посевом в слое 0,2-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	52.20	51.10	50.80	51.37
2	50.40	50.10	49.90	50.13
3	51.20	49.70	49.80	50.23
4	50.80	49.30	48.90	49.67

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 50.350$ $s_x = 0.198p = 0.39 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	9.310	11				
Блоки	3.920	2	1.960	16.664*		
Варианты	4.684	3	1.561	13.275*	4.76	0.685
Остат.	0.706	6	0.118			

Множественные сравнения частных средних :

51.37b 50.13a50.23a49.67a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы весной перед посевом в слое 0-0,3 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	54.10	53.00	53.30	53.47
2	52.60	51.90	52.20	52.23
3	53.00	51.10	52.30	52.13
4	52.20	50.80	50.90	51.30

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 52.283 \quad s_x = 0.189p = 0.36 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	11.137	11				
Блоки	3.322	2	1.661	15.492*		
Варианты	7.172	3	2.391	22.299*	4.76	0.654
Остат.	0.643	6	0.107			

Множественные сравнения частных средних :

53.47c 52.23b52.13b51.30a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Пористость почвы весной перед посевом в слое 0,3-0,5 м

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	49.30	50.10	48.20	49.20
2	48.90	48.50	47.80	48.40
3	48.50	48.10	47.40	48.00
4	48.90	48.50	48.80	48.73

Восстановленные даты :

$$\bar{x} = 48.583 \quad s_x = 0.281p = 0.58 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	НСР
Общее	5.477	11			
Блоки	1.727	2	0.863	3.656	
Варианты	2.333	3	0.778	3.294	-
Остат.	1.417	6	0.236		

$$F_{\text{теор}} = 4.76$$

$$F < F_{\text{теор}}$$

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A – R)

Число градаций фактора A = 4

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	135.20	136.00	141.30	137.50
2	112.80	122.80	126.40	120.67
3	123.50	125.70	122.00	123.73
4	139.00	136.50	138.80	138.10

Восстановленные даты :

$$x = 130.000 \quad sx = 2.251p = 1.73 \%$$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	876.800	11				
Блоки	40.875	2	20.438	1.345		
Варианты	744.732	3	248.244	16.333*	4.76	7.789
Остат.	91.193	6	15.199			

Множественные сравнения частных средних :

137.50bc120.67a123.73a138.10c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Общая засорённость посевов яровой пшеницы

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) – R
(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A = 4

Число градаций фактора B = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.40	3.40	4.50	3.10
2	2.30	3.70	4.90	3.63
3	3.50	4.30	6.30	4.70
4	4.10	4.80	6.80	5.23
5	3.90	5.10	6.90	5.30
6	5.80	6.10	7.50	6.47
7	7.70	8.90	10.30	8.97
8	8.20	8.80	10.70	9.23

Восстановленные даты :

$x = 5.829$ $sx = 0.183p = 3.14 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	137.470	23				
Блоки	28.003	2	14.002	139.026*		
Варианты	108.056	7	15.437	153.274*		0.556
Фактор А	105.055	3	35.018	347.704*	3.34	0.393
Фактор В	2.344	1	2.344	23.272*	4.10	0.278
Взаим. АВ	0.658	3	0.219	2.177	3.34	-
Остат.	1.410	14	0.101			

Множественные сравнения частных средних :

3.10a3.63a4.70bc5.23cd

5.30d 6.47e 8.97fg 9.23g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa = 0.130)

3.37; 4.97; 5.88; 9.10;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

3.37a 4.97b 5.88c 9.10d

Засорённость посевов яровой пшеницы многолетними сорняками

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) – R
(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A = 4

Число градаций фактора B = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.50	2.00	3.10	1.87
2	0.70	1.90	3.00	1.87
3	1.90	2.30	4.10	2.77
4	2.10	2.20	3.90	2.73
5	2.20	3.00	4.50	3.23
6	2.30	3.10	4.40	3.27
7	4.60	3.90	4.90	4.47
8	4.80	3.50	5.00	4.43

Восстановленные даты :

$\bar{x} = 3.079$ $s_x = 0.323$ $p = 10.48 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	38.600	23				
Блоки	13.303	2	6.652	21.309*		
Варианты	20.926	7	2.989	9.577*		0.979
Фактор А	20.921	3	6.974	22.341*	3.34	0.692
Фактор В	0.000	1	0.000	0.001	4.10	-
Взаим. АВ	0.005	3	0.002	0.005	3.34	-
Остат.	4.370	14	0.312			

Множественные сравнения частных средних :

1.87a 1.87a 2.77abc 2.73abc

3.23bc 3.27c 4.47e 4.43de

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a = 0.228)

1.87; 2.75; 3.25; 4.45;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.87a 2.75b 3.25b 4.45c

Засорённость посевов яровой пшеницы зимующими сорняками

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) – R
(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A = 4

Число градаций фактора B = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.20	0.30	0.20	0.23
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.20	0.40	0.50	0.37
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.60	0.70	0.60	0.63
7	0.90	2.70	3.00	2.20
8	1.10	2.90	3.10	2.37

Восстановленные даты :

$x = 0.725$ $sx = 0.292p = 40.31 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	25.545	23				
Блоки	1.480	2	0.740	2.888		
Варианты	20.478	7	2.925	11.419*		0.886
Фактор А	19.552	3	6.517	25.439*	3.34	0.627
Фактор В	0.735	1	0.735	2.869	4.10	-
Взаим. АВ	0.192	3	0.064	0.249	3.34	-
Остат.	3.587	14	0.256			

Множественные сравнения частных средних :

0.00a 0.23a 0.00a 0.37a

0.00a 0.63a 2.20bc 2.37c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a = 0.207)

0.12; 0.18; 0.32; 2.28;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

0.12a 0.18a 0.32a 2.28b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b = 0.146)

0.55; 0.90

Засорённость посевов яровой пшеницы яровыми ранними сорняками

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) – R
(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A = 4

Число градаций фактора B = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.90	1.40	1.40	1.23
2	1.40	1.50	1.70	1.53
3	1.60	2.00	2.20	1.93
4	1.80	2.20	2.40	2.13
5	1.70	2.10	2.40	2.07
6	1.90	2.30	2.50	2.23
7	2.20	2.30	2.40	2.30
8	2.30	2.40	2.60	2.43

Восстановленные даты :

$x = 1.983$ $sx = 0.062p = 3.14 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	4.573	23				
Блоки	0.923	2	0.462	39.564*		
Варианты	3.487	7	0.498	42.686*		0.189
Фактор А	3.223	3	1.074	92.078*	3.34	0.134
Фактор В	0.240	1	0.240	20.566*	4.10	0.095
Взаим. АВ	0.023	3	0.008	0.666	3.34	-
Остат.	0.163	14	0.012			

Множественные сравнения частных средних :

1.23a1.53b1.93c2.13de

2.07cd 2.23de2.30ef 2.43f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a = 0.044)

1.38; 2.03; 2.15; 2.37;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.38a 2.03b2.15b2.37c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b = 0.031)

1.88; 2.08

Содержание гумуса в почве.

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	3.10	3.10	3.10	3.10
2	3.15	3.15	3.20	3.17
3	3.35	3.35	3.40	3.37
4	3.40	3.40	3.45	3.42
5	3.35	3.35	3.45	3.38
6	3.40	3.40	3.45	3.42
7	3.40	3.45	3.55	3.47
8	3.40	3.40	3.60	3.47

Восстановленные данные:

x= 3.348 sx= 0.021 p=0.63%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	HCP
Общее	0.452	23				
Блоки	0.033	2	0.016	12.062		
Варианты	0.401	7	0.057	42.220		0.064
Фактор A	0.389	3	0.130	95.537	3.34	0.046
Фактор B	0.008	1	0.008	6.190	4.10	0.032
Взаим. AB	0.004	3	0.001	0.913	3.34	-
Остат.	0.019	14	0.001			

Множественные сравнения частных средних:

3.10a 3.17b 3.37c 3.42cde

3.38c 3.42cde 3.47e 3.47de

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.015)

3.13; 3.39; 3.40; 3.47;

Множественные сравнения частных средних для фактора A :

3.13a 3.39b 3.40b 3.47c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.011)

3.33; 3.37;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

3.33a 3.37b

Содержание нитратного азота в почве.

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	6.80	9.50	6.60	7.63
2	9.30	10.00	8.00	9.10
3	6.70	10.40	7.10	8.07
4	10.90	11.70	8.80	10.47
5	8.30	11.20	8.20	9.23
6	10.40	12.20	10.40	11.00
7	7.90	12.30	7.70	9.30
8	10.30	13.70	8.70	10.90

Восстановленные данные:

x= 9.462 sx= 0.464 p=4.91%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	87.396	23				
Блоки	45.517	2	22.759	35.212		
Варианты	32.830	7	4.690	7.256		1.408
Фактор А	12.442	3	4.147	6.417	3.34	0.996
Фактор В	19.621	1	19.621	30.357	4.10	0.704
Взаим. АВ	0.768	3	0.256	0.396	3.34	-
Остат.	9.049	14	0.646			

Множественные сравнения частных средних:

7.63a 9.10abc 8.07ab 10.47cde

9.23bc 11.00e 9.30bc 10.90de

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a= 0.328)

8.37; 9.27; 10.12; 10.10;

Множественные сравнения частных средних для фактора А :

8.37a 9.27b 10.12b 10.10b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b= 0.232)

8.56; 10.37;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

8.56a 10.37b

Содержание доступного фосфора в почве.

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	26.90	26.60	21.90	25.13
2	26.80	26.10	22.00	24.97
3	26.00	28.10	20.90	25.00
4	26.10	27.20	21.30	24.87
5	27.00	24.80	20.70	24.17
6	28.70	26.70	21.90	25.77
7	26.60	27.10	21.70	25.13
8	27.70	26.40	22.00	25.37

Восстановленные данные:

x= 25.050 sx= 0.471 p=1.88%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	HCP
Общее	161.160	23				
Блоки	147.490	2	73.745	110.772		
Варианты	4.350	7	0.621	0.933		
Фактор А	0.360	3	0.120	0.180	3.34	-
Фактор В	0.879	1	0.879	1.321	3.10	-
Взаим. АВ	3.111	3	1.037	1.558	3.34	-
Остат.	9.320	14	0.666			

Средние по фактору А: (S_a= 0.333)

25.05; 24.93; 24.97; 25.25;

Средние по фактору В: (S_b= 0.236)

24.86; 25.24;

Содержание обменного калия в почве.

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	308.00	314.00	228.00	283.33
2	310.00	314.00	290.00	304.67
3	309.00	306.00	282.00	299.00
4	312.00	307.00	288.00	302.33
5	305.00	289.00	287.00	293.67
6	309.00	301.00	288.00	299.33
7	299.00	308.00	293.00	300.00
8	312.00	310.00	308.00	310.00

Восстановленные данные:

$\bar{x} = 299.042$

$s_x = 8.646$

$p = 2.89\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	7558.958	23				
Блоки	3102.083	2	1551.042	6.917*		
Варианты	1317.541	7	188.220	0.839		
Фактор А	420.167	3	140.056	0.625	3.34	-
Фактор В	610.000	1	610.000	2.720	3.10	-
Взаим. АВ	287.374	3	95.791	0.427	3.34	-
Остат.	3139.333	14	224.238			

Средние по фактору А: (S_a= 6.113)

294.00; 300.67; 296.50; 305.00;

Средние по фактору В: (S_b= 4.323)

294.00; 304.08;

Количество обменных оснований в почве

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	28.90	30.90	28.50	29.43
2	28.60	30.50	28.60	29.23
3	30.80	30.50	31.00	30.77
4	30.40	30.10	31.00	30.50
5	30.90	30.60	31.10	30.87
6	30.50	30.00	31.20	30.57
7	29.70	30.10	31.20	30.33
8	29.90	30.00	31.40	30.43

Восстановленные данные:

x= 30.267 sx= 0.450 p=1.49%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	HCP
Общее	17.373	23				
Блоки	1.216	2	0.608	1.000		
Варианты	7.643	7	1.092	1.795		
Фактор А	7.326	3	2.442	4.015*	3.34	0.966
Фактор В	0.164	1	0.164	0.270	3.10	-
Взаим. АВ	0.153	3	0.051	0.084	3.34	-
Остат.	8.515	14	0.608			

Средние по фактору А: (S_a= 0.318)

29.33; 30.63; 30.72; 30.38;

Множественные сравнения частных средних для фактора А :

29.33a 30.63b 30.72b 30.38b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются
незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b= 0.225)

30.35; 30.18;

Содержание обменного кальция в почве

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	20.50	19.50	20.00	20.00
2	20.50	19.50	20.50	20.27
3	18.50	20.50	23.50	20.83
4	18.50	20.50	23.00	20.67
5	18.00	17.00	23.10	19.37
6	18.00	17.50	23.20	19.57
7	18.50	20.50	23.20	20.73
8	18.50	20.50	23.20	20.73

Восстановленные данные:

x= 20.258 sx= 0.817 p= 4.03%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	94.478	23				
Блоки	59.566	2	29.783	14.879*		
Варианты	6.889	7	0.984	0.492		
Фактор А	6.747	3	2.249	1.124	3.34	-
Фактор В	0.013	1	0.013	0.007	3.10	-
Взаим. АВ	0.129	3	0.043	0.021	3.34	-
Остат.	28.024	14	2.002			

Средние по фактору А: (Sa= 0.578)

20.08; 20.75; 19.47; 20.73;

Средние по фактору В: (Sb= 0.408)

20.23; 20.28;

Урожайность яровой пшеницы в 2012 году

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.90	1.11	1.11	1.04
2	1.34	1.49	1.49	1.44
3	1.00	1.14	1.16	1.10
4	1.45	1.30	1.31	1.35
5	0.90	1.03	1.05	0.99
6	1.36	1.20	1.22	1.26
7	0.90	0.97	1.14	1.00
8	1.20	1.34	1.33	1.29

Восстановленные данные:

x= 1.185 sx= 0.050 p=4.26%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	0.769	23				
Блоки	0.038	2	0.019	2.488		
Варианты	0.624	7	0.089	11.682*		0.153
Фактор А	0.058	3	0.019	2.525	3.34	-
Фактор В	0.546	1	0.546	71.556*	4.10	0.076
Взаим. АВ	0.020	3	0.007	0.881	3.34	-
Остат.	0.107	14	0.008			

Множественные сравнения частных средних:

1.04a 1.44e 1.10a 1.35de

0.99a 1.26bcd 1.00a 1.29cde

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a= 0.036)

1.24; 1.23; 1.13; 1.15;

Средние по фактору В: (S_b= 0.025)

1.03; 1.34;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.03a 1.34b

Урожайность яровой пшеницы в 2013 году

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.95	0.90	1.00	0.95
2	1.38	1.30	1.46	1.38
3	0.99	0.95	1.04	0.99
4	1.34	1.30	1.38	1.34
5	0.85	0.80	0.90	0.85
6	1.10	1.15	1.16	1.14
7	0.68	0.60	0.76	0.68
8	0.95	0.90	1.00	0.95

Восстановленные данные:

$\bar{x} = 1.035$ $s_x = 0.015$ $p = 1.46\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	HCP
Общее	1.246	23				
Блоки	0.040	2	0.020	29.268*		
Варианты	1.196	7	0.171	248.269*		0.046
Фактор A	0.506	3	1.169	245.102*	3.34	0.032
Фактор B	0.667	1	0.667	968.338*	4.10	0.023
Взаим. AB	0.024	3	0.008	11.413*	3.34	0.046
Остат.	0.010	14	0.001			

Множественные сравнения частных средних:

0.95c1.38f 0.99c 1.34ef

0.85b1.14d0.68a0.95c

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (S_a= 0.011)

1.16; 1.17; 0.99; 0.82;

Множественные сравнения частных средних для фактора A :

1.16c1.17c0.99b0.82a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (S_b= 0.008)

0.87; 1.20;

Урожайность яровой пшеницы в 2014 году

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R
(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	0.90	0.85	0.95	0.90
2	1.22	1.20	1.24	1.22
3	0.92	0.90	0.94	0.92
4	1.24	1.20	1.28	1.24
5	0.82	0.80	0.85	0.82
6	1.08	1.00	1.16	1.08
7	0.60	0.63	0.57	0.60
8	0.82	0.80	0.85	0.82

Восстановленные данные:

$x = 0.951$ $sx = 0.018$ $p = 1.90\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	1.023	23				
Блоки	0.013	2	0.007	6.763*		
Варианты	0.996	7	0.142	145.373*		0.055
Фактор А	0.515	3	0.172	175.391*	3.34	0.039
Фактор В	0.470	1	0.470	480.780*	4.10	0.027
Взаим. АВ	0.010	3	0.003	3.553*	3.34	0.055
Остат.	0.014	14	0.001			

Множественные сравнения частных средних:

0.90cd 1.22fg 0.92d 1.24g

0.82b 1.08e 0.60a 0.82b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a = 0.013)

1.06; 1.08; 0.95; 0.71;

Множественные сравнения частных средних для фактора А :

1.06c 1.08c 0.95b 0.71a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b = 0.009)

0.81; 1.09;

Урожайность яровой пшеницы в среднем за 2012-2014 годы

Двухфакторный дисперсионный анализ (A*B) – R

(A – фикс. B – фикс.)

Число градаций фактора A= 4

Число градаций фактора B= 2

Число блоков R=3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.04	0.95	0.90	0.96
2	1.44	1.38	1.22	1.35
3	1.10	0.99	0.92	1.00
4	1.35	1.34	1.24	1.31
5	0.99	0.85	0.82	0.89
6	1.26	1.10	1.08	1.15
7	0.97	0.98	0.60	0.85
8	1.27	0.95	0.82	1.01

Восстановленные данные:

x= 1.065 sx= 0.046 p= 1.34%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	ss	df	ms	F	F _T	НСР
Общее	1.019	23				
Блоки	0.207	2	0.104	16.160*		
Варианты	0.723	7	0.103	16.110*		0.140
Фактор А	0.220	3	0.073	11.429*	3.34	0.099
Фактор В	0.465	1	0.465	72.541*	4.10	0.070
Взаим. АВ	0.038	3	0.013	1.981	3.34	-
Остат.	0.090	14	0.006			

Множественные сравнения частных средних:

0.96ab 1.35e 1.00bc 1.31de

0.89ab 1.15c 0.85a 1.01bc

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (S_a= 0.033)

1.16; 1.16; 1.02; 0.93;

Множественные сравнения частных средних для фактора А :

1.16c 1.16c 1.02a 0.93a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (S_b= 0.023)

0.93; 1.20;