

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра 1»**

На правах рукописи



Несмеянова Марина Анатольевна

**ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО И УРОЖАЙНОСТЬ
ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЁМАХ БИОЛОГИЗАЦИИ И
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР**

Специальность 06.01.01. – общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
А.В. Дедов

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Влияние приёмов биологизации и основной обработки почвы на формирование плодородия почвы (обзор литературы)	9
1.1. Влияние приёмов биологизации на показатели плодородия почвы и урожайность культур	10
1.2. Влияние приёмов основной обработки почвы на агрофизические и биологические показатели почвенного плодородия и урожайность культур	18
2. Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований	25
2.1. Характеристика почвенно-климатических условий ЦЧР, Воронежской области и места проведения исследований	25
2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований (2011-2013 гг.)	29
2.3. Объекты, методика и техника выполнения исследований	33
2.4. Агротехнические условия опыта	35
3. Влияние комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы на водно-физические и биологические свойства почвы под подсолнечником	38
3.1. Содержание в почве доступной влаги	38
3.2. Плотность почвы	52
3.3. Структурно-агрегатный состав почвы	57
3.4. Водопрочность почвенных агрегатов	62
3.5. Динамика детрита	65
3.6. Содержание гумуса	68
4. Влияние комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник на содержание в ней основных элементов питания	72

4.1.	Динамика подвижного фосфора	72
4.2.	Динамика обменного калия	77
4.3.	Содержание в почве нитратного азота	82
4.4.	Содержание в почве аммиачного азота	86
5.	Урожайность, экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы	91
5.1.	Урожайность подсолнечника	91
5.2.	Экономическая эффективность	95
5.3.	Биоэнергетическая эффективность	99
5.4.	Экономическая и энергетическая эффективность возделывания подсолнечника с учётом воспроизводства плодородия почвы	104
	Выводы	110
	Предложения производству	113
	Список литературы	114
	Приложения	135

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного ведения сельского хозяйства практически повсеместно отмечается снижение плодородия почв, которое особенно сильно проявляется на чернозёмах. Остановить снижение данного негативного процесса можно путём введения научно обоснованных севооборотов, рационального применения органических и минеральных удобрений и широкого использования биологических приёмов повышения плодородия почвы. Сохранение и поддержание запасов органического вещества в почвах – один из наиболее актуальных вопросов современного земледелия.

Наиболее перспективным направлением, обеспечивающим сохранение плодородия чернозёмов, является биологизация земледелия, то есть включение в полевые севообороты растительных остатков, сидератов, бобовых трав, а также их сочетание. Переход к биологизированным системам земледелия на ландшафтной основе позволит в определенной мере смоделировать природные фитоценозы, в которых культуры севооборотов и бобовые компоненты не угнетают, а дополняют друг друга.

В ЦЧР широкое распространение может получить такой новый агроприём, как бинарный посев подсолнечника с бобовыми травами на фоне совместного использования на удобрение злаковой соломы и пожнивной сидерации. Однако расширению использования этого нового агроприёма в ЦЧР препятствует недостаточная изученность технологии возделывания подсолнечника в бинарных посевах.

Поэтому наши исследования по разработке приёмов сохранения и повышения плодородия чернозёма и технологии возделывания подсолнечника в совместных посевах с бобовыми травами имеют важное научное и практическое значение.

Цель исследований. Изучить влияние комплекса приёмов биологизации (совместное использование на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации, бинарные посевы подсолнечника с многолетними бобовыми травами) и ос-

новой обработки почвы на показатели плодородия чернозёма типичного и на урожайность подсолнечника.

Задачи исследований

1. Определить изменения биологических и агрофизических свойств почвы под подсолнечником в зависимости от приёмов биологизации (совместное использование на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации, бинарные посевы подсолнечника с многолетними бобовыми травами) и основной обработки почвы под подсолнечник.

2. Установить влияние совместного использования на удобрение соломы ячменя и пожливной сидерации (горчицы и редьки), многолетних бобовых трав (донника и люцерны) и основной обработки почвы на урожайность подсолнечника.

3. Выявить эффективность использования комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы на плодородие чернозёма типичного.

4. Дать экономическую и энергетическую оценку использования комплекса приёмов биологизации (использование на удобрение соломы ячменя совместно с пожливной сидерацией: горчицей и редькой; посев многолетних бобовых трав – донника и люцерны – в качестве бинарных компонентов посевов подсолнечника) и основной обработки почвы под подсолнечник.

Научная новизна состоит в следующем:

– получены новые экспериментальные данные по влиянию бобовых трав (донника жёлтого и люцерны синей) на фоне совместного использования на удобрение соломы ячменя с пожливными сидератами (горчицей и редькой) на улучшение агрофизических свойств в пахотном слое почвы под подсолнечником;

– разработаны теоретические и практические основы биологизированной технологии возделывания подсолнечника, обеспечивающей сохранение плодородия чернозёма типичного;

– даны рекомендации по использованию комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник;

– теоретически в зоне недостаточного увлажнения обоснована целесообразность возделывания подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами с целью повышения его урожайности и воспроизводства плодородия чернозёма типичного;

– расчётами экономической и энергетической эффективности доказана возможность возделывания подсолнечника в бинарных посевах с многолетними бобовыми травами на фоне совместного использования на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации (горчицы и редьки), обеспечивающих повышение урожайности семян подсолнечника на 2-5 ц/га и поддержание бездефицитного баланса гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработанное направление возделывания кондитерского сорта подсолнечника «Посейдон» в бинарных посевах с многолетними бобовыми травами в комплексе с другими приёмами биологизации (солома + пожнивный сидерат) и приёмами основной обработки почвы способствует улучшению основных агрофизических и биологических показателей почвенного плодородия и увеличению урожая семян подсолнечника на 2-5 ц/га.

Показана важная роль разработанного комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник в воспроизводстве плодородия чернозёма типичного.

Установлена высокая экономическая (рентабельность 450-604%) и биоэнергетическая (коэффициент достигает 6) эффективность новой технологии возделывания подсолнечника, включающей использование комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы.

Результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе в курсах общего земледелия, растениеводства и агропочвоведения студентами агрономических специальностей.

Производственная проверка основных положений диссертации, проведённая в КФХ «ИП Палихов А. А.» Хохольского района Воронежской области

ти на площади 57 га и в КФХ «ИП Облов В.А.» Эртильского района Воронежской области на площади 48 га, показала, что возделывание кондитерского сорта подсолнечника «Посейдон» в бинарных посевах с люцерной синей по фону пожнивной сидерации способствует увеличению урожайности семян подсолнечника (на 3,7 ц/га) и достижению высокой (450%) рентабельности производства.

Основные положения, выносимые на защиту

1. В условиях ЦЧР возделывание подсолнечника в бинарных посевах с многолетними бобовыми травами на фоне совместного использования на удобрение соломы ячменя с пожнивными сидератами и основной обработки почвы обеспечивает улучшение основных агрофизических свойств чернозёма типичного: более рациональный расход доступной влаги, меньшее уплотнение почвы, сохранение структуры почвы пахотного слоя и улучшение её водопрочности.

2. Возделывание подсолнечника в бинарных посевах с люцерной синей на фоне совместного использования на удобрение соломы ячменя с пожнивными сидератами и основной обработки почвы обеспечивает улучшение биологических свойств (увеличение содержания в почве детрита, гумуса) и питательного режима чернозёма типичного.

3. Разработанный комплекс приёмов биологизации и основной обработки почвы при возделывании подсолнечника обеспечивает достоверную прибавку урожая на 2-5 ц/га и высокую рентабельность производства семян подсолнечника (450-604%).

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается значительным объёмом полученных экспериментальных данных, накопленных в результате трехлётних полевых опытов, выполненных с применением современных методик полевого опыта, стандартных методов математического анализа и положительными результатами апробаций, проведённых в производственных условиях КФХ «ИП Палихов А.А.» Хо-

хольского района и КФХ «ИП Облов В.А.» Эртильского района Воронежской области.

Результаты научных исследований были доложены и получили положительную оценку на международных (Воронеж, 2012-2014; Пловдив, 2013; Киев, 2013; Харьков, 2013, Белгород, 2012, 2014; Самара, 2014; Санкт-Петербург, 2014; Орёл, 2013) и всероссийских (Воронеж, 2011-2014, Астрахань, 2013) научно-практических конференциях.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 научных статей, в т.ч. 7 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа изложена на 134 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, пяти глав, выводов, рекомендаций производству и списка литературы. Список литературы включает 195 наименований, из них 15 на иностранных языках. Работа содержит 37 таблиц, 4 рисунка и 24 приложения.

1. ВЛИЯНИЕ ПРИЁМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ (обзор литературы)

Особое место в разнообразии почв Российской Федерации занимают чернозёмы, характеризующиеся высокой способностью удовлетворять потребность культурных растений в элементах питания, воде, тепле, достаточном количестве воздуха и благоприятной для нормальной жизнедеятельности физико-химической среде.

Длительное нерациональное сельскохозяйственное использование чернозёмов с нарушением рекомендованной для ЦЧР структуры посевных площадей, несоблюдением севооборотов, неграмотным переходом к минимализации обработки почвы, недостаточным возвратом в почву основных элементов питания с органическими и минеральными удобрениями привело к ухудшению основных показателей плодородия почвы. Поэтому проблема рационального использования чернозёмов, сохранение и повышение их плодородия многие годы остаётся довольно острой.

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства имеет место необоснованное насыщение севооборотов высокорентабельными культурами – подсолнечником и сахарной свеклой, возделывание которых сопровождается огромным выносом основных элементов питания, уменьшением содержания в почве гумуса и усилением деградации чернозёма. В таких условиях особое значение приобретает возделывание сельскохозяйственных культур на основе биологизированного земледелия, одной из основ которого является обогащение почвы органическим веществом [25, 74, 87, 88, 89, 102, 106, 128, 130, 191].

Для увеличения поступления в почву органического вещества и достижения бездефицитного баланса гумуса используют различные источники органических удобрений. Ими может быть солома зерновых культур, посевы многолетних бобовых трав, пожнивные и промежуточные культуры на корм

и зелёное удобрение. Эти источники органического вещества доступны для многих сельхозпроизводителей. В комплексе с остальными звеньями системы земледелия они способны обеспечить получение высокого урожая и повышение плодородия почвы при минимальном экологическом риске [47, 66, 72, 137-138, 177, 183, 184, 186-188, 190, 192].

1.1. Влияние приёмов биологизации на показатели плодородия почвы и урожайность культур

В настоящее время в аграрном секторе отмечается усложнение экономической ситуации, которое связано со слабым развитием отрасли животноводства, а также с недостаточным финансированием хозяйств различной формы собственности. Многие годы не осуществляется возврат в почву основных элементов питания с минеральными и органическими удобрениями в полном объёме [7]. В результате в большинстве хозяйств не обеспечено даже простое воспроизводство гумуса в почве [155]. Вместе с тем многие хозяйства не используют такие эффективные источники органического вещества, как солома злаковых культур, посевы многолетних трав и пожнивная сидерация.

В условиях дороговизны минеральных удобрений и дефицита навоза особо актуальным становится поиск дополнительных источников воспроизводства почвенного плодородия.

Важным источником органического вещества является солома, но многие хозяйства отказываются использовать её на удобрение, предпочитая её сжигание. Солома даже в большей степени, чем другие органические удобрения, богата ценным для повышения плодородия почвы органическим веществом, которое является энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов. Она представляет собой основной строительный материал при гумусообразовании [32].

Опыты по использованию соломы в качестве органического удобрения проводятся многими исследователями уже длительный период времени [2,

15, 24, 28, 32, 51, 96, 107, 109, 142, 145, 149, 170]. В Центрально-Чернозёмном регионе исследованиями в данном направлении занимались в научно-исследовательском институте сельского хозяйства ЦЧП им. В.В. Докучаева [24, 170], в Воронежском ГАУ им. императора Петра I [32, 58, 145], во Всероссийском научно-исследовательском институте земледелия и защиты почв от эрозии [96], во Всероссийском научно-исследовательском институте агрохимии им. Д.Н. Прянишникова [109].

В результате исследований было установлено, что заплата соломы положительно воздействует на водно-физические свойства почвы, способствуя увеличению её эрозионной устойчивости [2, 58, 96, 107, 111, 117, 122, 165], увеличению запасов органического вещества почвы [58, 117, 170]. Благодаря применению данного приёма биологизации обеспечивается снижение потерь азота из удобрений [28, 57, 58, 117, 122], увеличение численности микроорганизмов, обладающих азотфиксирующей способностью [58, 107, 115, 117, 140], наблюдается положительное влияние данного фактора на развитие и азотфиксирующую деятельность клубеньковых бактерий [2, 15, 58, 117, 178], усиление биологической активности почвы [15, 33, 46, 52, 58, 107, 117, 122, 135, 165].

Исследования, проведенные на кафедре земледелия Воронежского ГАУ, показали, что заплата 7-8 т/га соломы способствует увеличению содержания в почве негумифицированного органического вещества [31-41]. Благодаря этому приёму в пахотном и подпахотном слоях почвы увеличивается содержание детрита. Так, в опыте с внесением в почву соломы озимой пшеницы (занятый пар – озимая пшеница – пропашные – ячмень) на фоне минеральных удобрений было отмечено уменьшение потерь гумуса по сравнению как с контролем (на 17-37%), так и с внесением минеральных удобрений (на 37-45%). Эти данные согласуются с выводами других исследователей [122].

При использовании соломы как источника органического вещества в почве наблюдается увеличение количества структурных агрегатов, повыша-

ется количество водопрочных агрегатов, почвенная структура становится более устойчивой к механическим обработкам [28, 122], снижается плотность пахотного слоя [52, 119, 172], увеличивается накопление в почве влаги [59, 171], в то время как на варианте сжигания стерни её потери увеличивались.

Накопление влаги при использовании соломы как органического удобрения отмечает А.П. Пичугин [119]: её запас в слое 0-50 см увеличился на 3,6 мм. Увеличение накопления и сохранения влаги при запашке соломы подтверждают и другие исследователи, отмечая повышение водоудерживающей и поглотительной способности почвы [28, 52]. Солома не хуже навоза улучшает водопроницаемость почвы [8].

Противоречивостью обладают данные по влиянию применения соломы в качестве органического удобрения на урожайность возделываемых культур: одни авторы отмечают повышение урожайности последующих культур в течение 2-3 лет [28], а другие утверждают, что она снижается в результате депрессивного действия соломы на возделываемую культуру [113]. По мнению некоторых исследователей, положительное влияние соломы на урожайность культур более чётко проявляется только на почвах с небольшим содержанием гумуса [8].

Неоднозначны и высказывания исследователей по отрицательному действию соломы, которое проявляется в повышении токсичности почвы, вызываемой продуктами разложения растительных остатков [46, 52, 113, 117, 174]. Ряд же исследователей, наблюдая тормозящий эффект свежесобранной соломы на растения, отмечают его временный характер [162].

Еще один недостаток соломы как удобрения заключается в том, что она медленно разлагается. Известно, что солома является эффективным удобрением только при наличии в почве благоприятных для её разложения условий, а интенсивность этого процесса зависит от её химического состава [32].

В первый год после заделки соломы в почву происходит закрепление большей части азота в органической форме, причина – иммобилизация минерального азота [58, 117, 122]. Использование такого связанного азота куль-

турными растениями происходит только после его минерализации. Некоторые исследователи считают, что благодаря этим протекающим в почве процессам потери азота из почвы снижаются [3].

Несмотря на многочисленные работы по изучению ценности соломы как органического удобрения, наблюдаются существенные противоречия в полученных результатах, что говорит о недостаточной изученности данного приёма обогащения почвы органическим веществом. Большинство исследований было проведено на чернозёмах выщелоченных. Практически нет данных о влиянии заделанной в почву соломы на основные агрофизические, агрохимические и биологические показатели плодородия чернозёма типичного и урожайность подсолнечника в условиях юго-восточной части Центрально-Чернозёмного региона. В связи с этим возникла необходимость дополнительного изучения этого приёма биологизации, что и было нами сделано в рамках данной исследовательской работы.

Хорошим источником органического вещества могут быть сидераты. Изучением влияния сидеральных культур на показатели плодородия почвы занимались многие исследователи [11, 27, 39, 42-44, 50-60, 73, 75, 85, 89, 92, 93, 94, 98, 100, 101, 103, 104, 108, 114, 117, 120, 125, 127, 131, 134, 147, 149, 158].

Пожнивные сидераты пополняют почву органическим веществом [58, 77, 117, 125, 131], обогащают её питательными веществами [58, 117, 125, 131], уменьшают потери влаги в результате снижения температуры поверхности почвы и инфильтрации влаги из корнеобитаемого слоя [58, 125, 131], улучшают агрофизические и агрохимические свойства почвы [58, 114, 117, 120, 125], стимулируют развитие почвенной микрофлоры [78, 117, 120, 125], защищают почву от эрозии [58, 77, 117, 125].

Положительное влияние поживной сидерации на основные показатели почвенного плодородия обусловило повышение урожайности последующей культуры [84, 120, 131].

Исследовательские работы по изучению влияния поживной сидерации

на основные показатели почвенного плодородия при возделывании подсолнечника проводились только в Ростовской области учёными Донского ГАУ [100]. Согласно полученным данным, применение бобового сидерата способствовало обогащению почвы органическим веществом, что в дальнейшем обеспечило предотвращение её уплотнения и улучшение основных агрофизических показателей (увеличение водопропускности и водопроницаемости почвы, улучшение структуры), а это увеличивало урожайность подсолнечника до 3,26-3,40 т/га [100].

Многочисленные исследования по изучению совместного использования биологического урожая соломы и пожнивных сидератов доказывают высокую эффективность данного приёма [9, 10, 32, 51, 80, 113]. При оценке соломы как органического удобрения большое значение имеет соотношение углерода к азоту. Злаковая солома характеризуется соотношением $C : N = 60-90:1$, в результате чего происходит закрепление азота почвы микроорганизмами до тех пор, пока это соотношение не снизится до $20:1$. Для компенсации иммобилизованного почвенного азота необходимо вносить 10-12 кг д.в. азота на каждую тонну соломы. Здесь-то и сыграют свою важную роль в ускорении процесса разложения растительных остатков пожнивными сидератами, которые способны увеличить скорость разложения в 1,4-1,5 раза [39].

Исследования кафедры земледелия Воронежского ГАУ показали, что запашка соломы озимой пшеницы совместно с биомассой поживной горчицы сарептской на фоне внесения минеральных удобрений уменьшает минерализацию гумуса в первые 4 года на 0,07-0,13%, что способствует стабилизации его запасов [32, 38].

Подобные результаты были получены и другими исследователями [113], которые установили, что при ежегодном использовании в качестве органических удобрений соломы злаковых культур и зелёной массы поживных посевов в почву дополнительно поступает до 8 т/га органического вещества, при этом содержание гумуса в конце ротации увеличивается на 4,9% по отношению к исходным показателям.

Более быстрое при совместном внесении соломы и зелёных удобрений освоение органических веществ почвенными микроорганизмами и повышение скорости их минерализации отмечает в своих исследованиях С.И. Коржов, утверждая, что к моменту посева поздних яровых культур солома на варианте с пожнивным посевом разложилась в 2 раза быстрее, чем солома в чистом виде [80].

Полученные ранее результаты исследований показывают важную роль в сохранении плодородия почвы применения в качестве органических удобрений и соломы, и поживной сидерации, и их совместного использования. Однако в литературе практически отсутствуют сведения о применении данных приёмов биологизации при возделывании подсолнечника. Проведенная Донским ГАУ [100] работа по использованию поживных сидератов под подсолнечник была осуществлена в агроклиматических условиях Ростовской области.

Отсутствие сведений об изменениях основных свойств чернозёма типичного под влиянием совместного применения соломы ячменя и поживных сидератов при возделывании подсолнечника в условиях ЦЧР, а также влиянии данного приёма биологизации на урожайность этой масличной культуры вызвало необходимость в проведении исследований в данных почвенно-климатических условиях, что и было сделано нами.

Одним из основных путей воспроизводства почвенного плодородия является использование многолетних и однолетних бобовых культур. Общеизвестна положительная роль бобовых трав в повышении плодородия почвы [67, 90, 143], в увеличении накопления биологического азота и интенсивности его дальнейшего использования последующими культурами [58, 86, 95, 105].

Включение в севообороты бобовых трав обеспечивает улучшение структуры почвы [14, 40, 63, 65, 76, 121], увеличение её водопрочности [63, 65, 76], обогащение почвы органическим веществом [14, 40, 58], снижение потерь азота [179], лучшее разложение растительных остатков [14, 40].

Кроме самостоятельных посевов бобовых трав особого внимания заслуживают совместные, бинарные посевы сельскохозяйственных культур. Изучением и освоением таких посевов в нашей стране занимаются уже давно – например, всем известны смеси бобовых и злаковых культур на кормовые цели (вико-овёс, горох-овёс и др.). Особенностью таких посевов является компенсация почвоистощения одной группой культур бобовыми растениями, обеспечивающими повышение плодородия почвы.

В настоящее время подобными исследованиями по изучению продуктивности гетерогенных посевов люпина и злаковых культур (ячменя и яровой пшеницы) занимаются во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина [150, 151, 156].

Многолетние исследования Донского ГАУ, в частности Н.А. Зеленского и А.П. Луганцева [1, 61, 62, 99, 100] показали, что путём грамотного подбора культур можно в значительной степени восполнить нехватку в почве элементов питания растений. По их мнению, бинарные посевы культур позволяют более выгодно использовать посевные площади и улучшают баланс питательных веществ. Особенный интерес у исследователей Ростовской области вызвало изучение и освоение бинарных посевов подсолнечника и озимой пшеницы с бобовыми травами.

В Центрально-Чернозёмном регионе также занимались изучением бинарных посевов озимой пшеницы с озимой викой. На кафедре растениеводства Воронежского ГАУ [79, 118] была изучена технология возделывания таких посевов на чернозёме выщелоченном, которая предусматривала замену минерального азота на биологический.

Было установлено, что озимая пшеница на 10-40% эффективнее усваивала питательные вещества. При этом увеличивались запасы доступной влаги в метровом слое почвы, отмечался более экономный её расход. Озимая вика оказывала благоприятное воздействие на рост и развитие растений озимой пшеницы. Данная технология позволяла повысить урожайность озимой пшеницы при одновременном снижении химической нагрузки в виде минераль-

ных удобрений.

Таким образом, бинарные посевы культур с бобовыми травами представляют собой важный объект для исследовательских работ.

Отсутствие данных по возделыванию подсолнечника в совместных посевах с бобовыми травами на чернозёме типичном в условиях Центрально-Чернозёмного региона вызвало необходимость в проведении научных исследований по изучению влияния данного приёма биологизации при возделывании подсолнечника на основные показатели плодородия почвы и урожайность культуры, поэтому нами были проведены такие исследования.

Анализ литературы показал, что плодородие почвы во многом зависит от применения органических удобрений – соломы, пожнивной сидерации, многолетних бобовых трав. При оценке влияния этих источников органического вещества на плодородие чернозёмных почв и урожайность подсолнечника данные или отсутствуют, или мнения исследователей расходятся, что обусловлено как недостаточной изученностью данного вопроса, так и разнообразием почвенно-климатических условий.

В настоящее время становится актуальным вопрос по изучению влияния на плодородие почвы и урожайность подсолнечника не каждого отдельного приёма биологизации, а их комплексного использования.

Только изучив совместное применение в севообороте бинарных посевов подсолнечника с многолетними бобовыми травами, соломы и пожнивной сидерации в качестве дополнительных источников органического вещества, выявив их комплексное влияние на фитосанитарную ситуацию, продуктивность культур и плодородие почвы, можно сделать вывод об эффективности технологии возделывания подсолнечника в условиях ЦЧР на чернозёме типичном с использованием комплекса приёмов биологизации. Таких исследований еще не было, что послужило поводом для проведения данных исследований в условиях ЦЧР.

1.2. Влияние приёмов основной обработки почвы на агрофизические и биологические показатели почвенного плодородия и урожайность культур

Одним из основных и достаточно важных звеньев системы земледелия является обработка почвы. Изучением различных приёмов и способов её обработки начали заниматься ещё в XIX в. основоположниками и продолжателями развития учения об обработке почвы были такие учёные и исследователи как И.Е. Овсинский, П.А. Костычев (XIX в.), В.Р. Вильямс, Н.М. Тулайков (XX в.), Т.С. Мальцев, А.И. Бараев (Всесоюзный НИИ зернового хозяйства).

В Центрально-Чернозёмном регионе большой вклад в решение вопросов по разработке рациональных приёмов обработки почвы внесли М.И. Сидоров и Н.И. Зезюков (ВГАУ), А.Ф. Витер (НИИСХ им. В.В. Докучаева). Большая работа по изучению и обоснованию приёмов обработки почвы была проведена Г.Н. Черкасовым, И.Г. Пыхтиным (ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии), С.С. Сдобниковым (Сев. Кавказ, Нечернозёмная зона) [83].

Основными целями обработки почвы являются повышение её плодородия и создание оптимальных условий, обеспечивающих эффективный рост и развитие культурных растений. Но интенсивная обработка почвы обычно сопровождается большими затратами энергии, развитием эрозионных и дефляционных процессов, уплотнением почвы, разрушением структуры, ускоренной минерализацией гумуса и т. д. Поэтому в настоящее время актуален поиск таких приёмов обработки почвы, которые бы максимально снизили эти негативные явления [83].

Уже многие годы исследователи занимаются изучением и сравнением различных приёмов обработки почвы под сельскохозяйственные культуры, выявляя их влияние на агрофизические и биологические свойства почв и урожайность культур не только в России и Украине [4, 6, 12, 16-21, 23, 26, 30, 45-49, 64, 69-71, 81-83, 91, 97, 112, 122, 129, 132, 133, 139, 141, 144, 146, 153, 154, 157, 160, 164, 167, 168, 173, 178, 180], но и в других странах [181, 182,

185, 189, 193-195].

Опыты, проведённые в условиях Воронежского СХИ [110], НИИСХ им. В.В. Докучаева [17-20, 166], Белгородской ГСХА [68, 175], показали, что проведение безотвальных обработок почвы сопровождается ухудшением основных агрофизических показателей почвенного плодородия.

В исследованиях Т.А. Трофимовой в условиях Каменной степи при замене отвальной вспашки на плоскорез наблюдалось уплотнение слоя почвы 0-40 см [161]. В других работах данного автора указывается, что различные способы основной обработки почвы не вызывали существенных изменений плотности и твёрдости почвы в слое 0-40 и 0-25 см [160, 162]. Ряд авторов установили, что в плотности слоя почвы 0-30 см под пропашными культурами между вариантами вспашки и плоскорезной обработки существенных различий не отмечалось [5].

Изучив влияние обработки почвы под подсолнечник на её структурное состояние, Е.А. Родионов [132] и С.Д. Ильин [69] отметили, что при различных приёмах основной обработки почвы существенного влияния на её структурное состояние зафиксировано не было. Также и исследования, проведённые в Пензенской [4] и Белгородской областях [153], показали, что долевое участие содержащихся в почве агрономически ценных агрегатов не зависит от изучаемых приёмов основной обработки почвы.

По влиянию основной обработки почвы на водопрочность почвенных агрегатов мнения учёных противоречивы. Одни (Родионов Е.А.) отмечают увеличение количества водопрочных агрегатов при применении вспашки [132], другие (Гармашов В.М. и Смуров С.И.) утверждают, что содержание данных агрегатов в почве под подсолнечником практически не зависит от способа основной обработки [23, 154].

Полученные ранее результаты исследований в этом направлении не позволяют дать однозначного заключения о существенности изменений данных показателей почвенного плодородия. Также не было проведено исследований по изучению влияния основной обработки почвы на её структуру и водо-

прочность при условии использования под подсолнечник в качестве органического удобрения соломы ячменя и пожнивных сидератов.

Сравнительное изучение различных приёмов основной обработки почвы, в частности безотвальных обработок и вспашки, показало, что в условиях Ростовской области (Белевцев Д.Н.) безотвальная обработка не имела преимуществ в накоплении и расходовании влаги в период вегетации перед отвальной.

Проведённые в данном направлении исследовательские работы в Воронежской и Курской областях [48, 160] также показывают, что режим влажности почвы и влагообеспеченность растений в течение вегетации по различным способам обработки почвы не имеют существенных различий.

В то же время С.И. Смуров в условиях Белгородского СХИ [153] и П.Г. Аленин в Пензенской области [4] в своих опытах, напротив, отмечают, что запасы продуктивной влаги как в начале вегетационного периода, так и в конце, как в пахотном слое (0-30 см), так и в слое 0-100 см, были больше именно при бесплужной обработке почвы. То есть при безотвальной обработке почвы накопление и сохранение влаги было лучше, чем при отвальной, а расход продуктивной влаги являлся более экономным.

Исследования по сравнению различных способов основной обработки почвы под подсолнечник, проведенные Е.А. Родионовым [132], В.И. Турусовым [168], кафедрой земледелия ВГАУ [129, 132] в Воронежской области, С.Д. Ильиным [69] в степи Центрального Черноземья и другими исследователями (29) показали, что запасы доступной влаги к началу вегетации подсолнечника по вспашке превышали эти же показатели по вариантам с безотвальной обработкой.

В то же время опыты, проведенные В.М. Гармашовым (НИИСХ им. В.В. Докучаева), Луганским НПО «Элита» и С.И. Смуровым (Белгородская область) [23, 91, 154], дали несколько иные результаты – запасы доступной влаги при применении отвальных и безотвальных обработок практически не отличались друг от друга [23]; запас доступной влаги в слое 0-50 см [91] и 0-

150 см [154] был больше именно при безотвальной обработке.

Большой запас продуктивной влаги по безотвальным обработкам А.Н. Краевский объясняет тем, что на вариантах со вспашкой формируется более рыхлое сложение почвы [91]. В дополнение к этому отсутствие растительных остатков на поверхности поля способствовало более интенсивной потере влаги из метрового слоя почвы. Эти же исследования показали, что в течение всего вегетационного периода на вариантах с безотвальной обработкой влагообеспеченность растений подсолнечника была выше, чем на вариантах со вспашкой.

Е.А. Родионов же, отмечая меньший запас доступной влаги именно при обработке плоскорезом, связывает это, наоборот, с неудовлетворительным усвоением почвой осенне-зимних осадков [132].

Что касается расхода влаги в течение вегетации подсолнечника, то следует отметить, что согласно исследованиям, проведенным Воронежским ГАУ, расход влаги растениями подсолнечника при возделывании его по вспашке превышал её расход по плоскорезной обработке, хотя авторы и отмечают, что в среднем за 3 года исследований расход влаги на формирование 1 т семян по вспашке был наименьшим [129].

Е.А. Родионов в своей работе [132] отмечает, что наименьший расход влаги в течение вегетации подсолнечника наблюдался именно по плоскорезу (10-21 мм), а С.И. Смуров [154] указывает на то, что способы основной обработки почвы ни на содержание, ни на расход влаги в течение вегетации практически не влияли. Все авторы считают, что безотвальные обработки почвы снижают её водопроницаемость [12, 69, 132].

Изучение влияния способов основной обработки почвы под подсолнечник на её агрофизические свойства показало, что замена отвальной обработки почвы на безотвальную привела к увеличению плотности почвы [12, 69, 132], но при этом она находилась в пределах оптимума. А.Ф. Витер [16] указывает, что при сравнении различных способов основной обработки почвы под подсолнечник существенных различий плотности почвы не обнару-

жено. В.М. Гармашов же отмечает нарастание плотности почвы после дискования в слое 0-40 см в начале вегетации, к середине вегетации плотность по дисковой обработке и вспашке примерно одинаковая, только в слое 0-10 см она чуть выше, чем по вспашке, а вот к концу вегетации плотность почвы по дискованию становится наибольшей [23].

Ярко выраженная противоречивость научных данных по влиянию основной обработки почвы под подсолнечник на её влажность и плотность, связанная, главным образом, с различными почвенно-климатическими условиями проведения исследований, указывает на необходимость продолжения исследований в данном направлении.

Изучение влияния применяемых при возделывании подсолнечника приёмов основной обработки почвы на её влажность и плотность, а также на рациональность расхода доступной влаги при условии возделывания этой масличной культуры с элементами биологизации позволит получить более широкое представление о динамике основных агрофизических показателей в зависимости от изучаемых факторов, что и было нами осуществлено в рамках данной исследовательской работы.

Запасы питательных элементов (доступных форм азота, фосфора и калия) и их распределение по горизонтам почвы также зависят от способа основной обработки почвы. Так, в ряде исследовательских работ на вариантах со вспашкой отмечаются несколько большие запасы азота [23, 49, 91, 132], калия [21, 91] и фосфора [21, 91]. Другие же авторы, напротив, указывают на то, что запасы калия и фосфора под подсолнечником не зависят от обработки почвы [23, 49, 132, 136]. Причём, Б.А. Рыбалкин отмечает, что содержание калия в почве регулировать обработками невозможно [136].

Содержание доступных форм азота, фосфора и калия в слое 0-40 см в зависимости от приёма обработки почвы существенно не изменяется и в опытах других исследователей [160, 168, 169]. Только в одной из работ [162] отмечено, что содержание нитратного азота в слое 0-40 см больше на варианте со вспашкой. Кроме того, существует утверждение, что применение в ка-

честве основной обработки вспашки сопровождается меньшими потерями гумуса [162, 173]. П.Г. Аленин же утверждает, что содержание нитратного азота при различных способах основной обработки почвы в течение вегетации выравнивается [4].

Ввиду противоречивости результатов различных исследователей возникла необходимость в изучении совместного действия приёмов биологизации при возделывании подсолнечника (солома, пожнивная сидерация, многолетние травы в качестве бинарного компонента) и основной обработки почвы под подсолнечник на динамику в почве основных элементов питания, на содержание гумуса и детрита.

При изучении влияния приёмов основной обработки почвы на урожайность культур практически все авторы утверждают, что замена отвальных обработок безотвальными приводит к снижению урожайности [4, 48, 160, 162]. С.И. Смуров при проведении опытов получил иные результаты: урожайность культур при использовании различных способов основной обработки почвы не различалась, причём ячмень дал наибольшую урожайность по обработке дисковыми орудиями, а горох – по обработке стойками СиБИ-МЭ [153].

Согласно многочисленным исследованиям по изучению влияния приёмов обработки почвы на урожайность подсолнечника отмечено, что на фоне безотвальных обработок снижается урожайность подсолнечника [12, 16, 23, 69, 129, 132, 136, 163]. В то же время в исследованиях, проведённых Луганским НПО «Элита» [91] и С.И. Смуровым [154], отмечается, что урожайность подсолнечника не зависит от способа основной обработки почвы и является равноценной по всем вариантам. Ю.Н. Плескачëв [123] установил, что по сравнению со вспашкой более высокая урожайность подсолнечника была получена при чизельной обработке.

Кроме того, наблюдения за растениями подсолнечника показали, что на вариантах со вспашкой по сравнению с безотвальными обработками биометрические показатели подсолнечника, его рост и развитие были лучше [16,

69]. Другие же авторы утверждают, что приёмы основной обработки почвы на рост и развитие подсолнечника не влияют [154].

Как видим, полученные в ходе исследований результаты по влиянию изучаемых приёмов основной обработки почвы на урожайность подсолнечника весьма противоречивы, что может быть связано с влиянием почвенно-климатических условий, уровнем агротехники, сроками посева культуры, нормой высева, сортовыми особенностями культуры и т.д. В то же время нет данных об урожайности подсолнечника при его возделывании с элементами биологизации, что говорит о слабой изученности этого вопроса в условиях ЦЧР.

Таким образом, анализ литературы показал, что в настоящее время в условиях юго-востока ЦЧР на чернозёме типичном не было проведено исследований по изучению комплексного влияния способов основной обработки почвы под подсолнечник и приёмов биологизации (солома ячменя, пожнивная сидерация, бинарные посева подсолнечника с бобовыми травами) на плодородие чернозёма типичного и урожайность семян подсолнечника.

Большинство исследований было проведено на других почвах при возделывании подсолнечника на масло. Не проводилось исследований по возделыванию кондитерского сорта подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами при его размещении после яровых зерновых культур с заделкой соломы и биомассы пожнивных сидератов на фоне различных способов основной обработки почвы. Поэтому этот пробел был восполнен нашими исследованиями.

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика почвенно-климатических условий ЦЧР, Воронежской области и места проведения исследований

Центрально-Чернозёмный регион включает в себя Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую, Орловскую и Тамбовскую области. Занимаемая регионом площадь составляет 192,4 тыс. км² [152]. Умеренно континентальный климат региона характеризуется тёплым летом и холодной зимой. Абсолютная амплитуда температур воздуха достигает 72-80 °С: абсолютный минимум -40 °С, абсолютный максимум +44 °С. Годовая амплитуда среднемесячных температур находится в пределах 27-30°С. Сумма солнечной радиации в год на территории ЦЧР увеличивается с северо-запада (85 ккал/см²) на юго-восток (100 ккал/см²).

Северо-западные районы региона характеризуются большим количеством выпадающих атмосферных осадков (до 750 мм) и незначительной величиной среднегодовой температуры (+4,5 °С). В юго-восточной части региона осадков выпадет меньше – до 500 мм, а среднегодовая температура выше: +7 °С. С повышением температуры отмечается и возрастание испарения – с 350 мм на северо-западе до 700 мм на юго-востоке. Неравномерное распределение осадков по территории региона объясняется особенностями рельефа местности.

По влагообеспеченности основная часть Центрально-Чернозёмного региона относится к зоне умеренного увлажнения. Это Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская, северные районы Белгородской и Воронежской областей. Южная же часть Белгородской и Воронежской областей характеризуется как зона недостаточного увлажнения. Гидротермический коэффициент в среднем по Центрально-Чернозёмному региону составляет 0,9-1,1.

Центрально-Чернозёмный регион делится на две рельефные части. Западная часть представлена Среднерусской возвышенностью, которая глубоко

расчленена овражно-балочной сетью и имеет водоразделы. Восточная часть – Окско-Донская низменность, плоская, слабоизрезанная.

Почвенный покров ЦЧР характеризуется явно выраженной пестротой, что объясняется особенностями рельефа и условиями почвообразования. Пашня представлена в основном двумя типами почв: серыми лесными и чернозёмами. Наибольший удельный вес серые лесные почвы занимают в Курской области (22%), в Липецкой и Белгородской областях их значительно меньше (6-7%).

Из чернозёмов наибольшее распространение в пределах ЦЧР имеют выщелоченные (37%) и типичные (35,8%) чернозёмы. Наибольшие площади пашни выщелоченные чернозёмы занимают в Липецкой (75,7%), Курской и Тамбовской областях (48-49,6%). В Воронежской области пашня представлена в основном чернозёмами типичными (51,5%) и обыкновенными (33,3%). По гранулометрическому составу подавляющее большинство почв глинистые и тяжелосуглинистые [39].

Воронежская область, являясь одной из территориальных единиц Центрально-Чернозёмного региона, характеризуется умеренно континентальным климатом средних широт, который определяется, прежде всего, её положением на равном удалении от экватора и Северного полюса (50-52°с.ш.).

Умеренно континентальный тип климата характеризуется сухим жарким летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом. Нарастание континентальности (увеличение амплитуды температур зимы и лета, снижение годового количества осадков) идёт в направлении с северо-северо-запада на юго-юго-восток.

Ветры западных румбов, приносящие морской умеренный, а изредка и морской тропический воздух, наиболее характерны в летнее время. С ними связаны циклональная деятельность и выпадение осадков. Из годового количества осадков примерно 60-70% приходится на тёплый период – с мая по сентябрь. При господстве западно-восточного переноса для области отмечается аномально влажный год, когда показатель осадков достигает 800 мм, т.е.

превышает среднегодовое значение на 300 мм. Однако осадки эти выпадают чаще в виде ливней, не успевают просачиваться в почвенные горизонты и стекают, многократно повышая скорость эрозийных процессов.

При доминировании в тёплый период юго-восточных ветров наблюдаются аномально низкие показатели осадков (до 250 мм) и аномально высокие температуры воздуха (+43°C). В целом же тёплый период характеризуется крайней неустойчивостью циркуляционных процессов и частой сменой северо-западных потоков юго-восточными.

В зимнее время над Воронежской областью господствуют юго-восточные и юго-западные ветры, приносящие умеренный морской воздух. Устанавливается сухая морозная погода. В направлении ослабления действия циклонов с северо-запада на юго-восток уменьшается и мощность снежного покрова – от 25 до 11 см.

Наиболее характерными и распространёнными почвами Воронежской области являются чернозёмы. Часть площади занята лесостепными и аллювиальными луговыми почвами. В составе почвенного покрова также есть солонды, солонцы, заболоченные и песчаные почвы в долинах рек.

Отдельными островами в Воронежской области встречаются почвы серые лесостепные под дубравами и смешанными лесами и дерново-лесные оподзоленные под сосновыми лесами на надпойменных террасах рек. Появлению их содействуют азональные причины: сильнопересечённый рельеф и песчаные материнские породы, которые вместе усиливают вынос органических и минеральных веществ [22].

Хохольский район, где проводились исследования, расположен в северо-западной микроне северной (лесостепной) природно-сельскохозяйственной зоны Воронежской области.

Рельеф – волнистое плато, расчленённое оврагами и балками. Поверхность в значительной степени изрезана овражно-балочными системами; район имеет слаборазвитую речную сеть. Расчленённость территории увеличивается к реке Россошка. Наиболее крупные овражно-балочные системы: лог

Платовский, Петров, Кореевский, Большой, Вязовый и Калевский. Ширина балок от 40 до 300 м, глубина 15-25 м. Крутизна склонов 12-25°.

Преобладающими почвенными разностями Хохольского района являются чернозёмы типичные среднемошнные и мощные глинистого механического состава, а также чернозёмы выщелоченные среднемошнные. На этих почвах в основном расположены пахотные земли. По степени эродированности пашня представлена следующим образом: слабосмытые земли – 8%, среднесмытые – 3% и сильносмытые – около 1%.

Пойменные земли представлены слоистыми, слоисто-зернистыми и иловато-болотными и карбонатными почвами. Слоисто-зернистые почвы характеризуются чередованием белёсоватых прослоек супесчаного механического состава с тёмными зернистыми перегнойными слоями глинистого и тяжелосуглинистого механического состава.

Климат Хохольского района можно охарактеризовать как умеренно континентальный средних широт. Для него, по среднемноголетним данным [124], характерны климатические показатели, представленные в таблице 1.

Согласно среднемноголетним данным, район проведения исследований расположен в слабозасушливой зоне (ГТК – 1,2). Засушливыми месяцами обычно были май и август, июнь и июль характеризовались как слабозасушливые, а сентябрь чаще всего был влажным.

Таблица 1 – Характеристика метеорологических условий Хохольского района Воронежской области (среднемноголетние данные: 1918-2009 гг.)

Показатели	Месяцы												Сред. за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ср.- мес. t, °С	-7,4	-7,0	-1,7	8,1	14,7	18,6	19,7	18,4	12,8	6,1	-0,8	-5,1	+6,4
Осадки, мм	37	33	30	38	44	74	70	52	57	49	47	48	579
ГТК					1,0	1,3	1,2	0,9	1,5				1,2

Среднегодовое количество осадков (средне многолетние данные) достигает 579 мм. За вегетационный период, т.е. за период со среднесуточной температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$, выпадает 297 мм осадков. За последние несколько лет максимальное количество выпавших за год осадков составило 625 мм, а минимальное – 329 мм.

По многолетним данным высота снежного покрова составляет 19 см, хотя в конце февраля она часто бывает более 30 см; продолжительность безморозного периода – 153 дня; дата последних весенних заморозков – 30 апреля; дата первых осенних заморозков – 10 октября; сумма активных температур – 2324°C .

Распределение температур по месяцам в общем благоприятное, однако случаются значительные отклонения от средних данных и резкие колебания температур по годам, сезонам, месяцам и декадам.

Резкие колебания температуры, сухость воздуха, потоки сильных восточных ветров временами приводят к почвенной и атмосферной засухе. При этом относительная влажность воздуха в отдельные дни может падать до 10-12%.

2.2. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований (2011-2013 гг.)

Годы исследований (2011-2013 гг.), а также год закладки опыта (2010 г.) резко отличались друг от друга метеорологическими условиями. Так, сумма выпавших осадков в 2010, 2012 и 2013 годах превышала норму соответственно на 5, 45 и 39%, а в 2011 году она была практически равна средне многолетней норме (табл. 2).

Среднемесячная температура воздуха в среднем за год (табл. 3) во все годы исследований была выше нормы: в 2010 году – на $1,4^{\circ}\text{C}$, в 2011 году – на $0,8^{\circ}\text{C}$, в 2012 году – на $1,4^{\circ}\text{C}$, а в 2013 году – на $1,7^{\circ}\text{C}$. По увлажнению вегетационного периода 2010 и 2011 годы (ГТК – 1,0) были слабозасушливыми

(табл. 4), а 2012 и 2013 годы признаны избыточно влажными (ГТК – соответственно 1,6 и 2,3).

Таблица 2 – Среднемноголетняя норма, ежемесячное и годовое количество осадков (мм) [www.pogoda.ru.net]

Годы	В предыдущем году			В данном году									Сумма за		
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X-III	IV-IX	с.-х. год
Ср.мн. норма	49	47	48	37	33	30	38	44	74	70	52	57	244	335	579
2010	49	47	48	57	34	34	38	60	37	38	90	75	269	338	607
2011	59	58	102	46	21	15	27	27	66	48	96	16	301	280	581
2012	18	34	93	45	47	47	72	19	216	27	179	43	284	556	840
2013	138	26	15	36	10	75	12	41	18	83	86	266	300	506	806

Таблица 3 – Среднемноголетняя норма, месячная и среднегодовая температура воздуха (°C) [www.pogoda.ru.net]

Годы	В предыдущем году			В данном году									Среднее за		
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X-III	IV-IX	с.-х. год
Норма	6,1	-0,8	-5,1	-7,4	-7,0	-1,7	8,1	14,7	18,6	19,7	18,4	12,8	-2,6	15,4	6,4
2010	6,1	-0,8	-5,1	-14,8	-6,4	-1,2	9,4	17,3	22,5	26,4	25,4	15,0	-3,7	19,3	7,8
2011	5,1	5,9	-3,3	-8,7	-11,9	-3,3	7,3	17,2	20,6	23,7	20,2	14,0	-2,7	17,2	7,2
2012	7,0	0,4	0,2	-6,9	-12,1	-2,5	11,9	18,4	20,2	22,1	20,3	14,3	-2,3	17,9	7,8
2013	9,8	2,7	-5,9	-5,6	-3,3	-3,3	9,7	19,5	21,2	20,1	20,4	11,6	-0,9	17,1	8,1

Таблица 4 – Гидротермический коэффициент по месяцам тёплого периода

Годы	Месяцы					Среднее
	V	VI	VII	VIII	IX	
Ср. мног.	1,0	1,3	1,2	0,9	1,5	1,2
2010	1,1	0,6	0,5	1,1	1,7	1,0
2011	0,5	1,1	0,7	2,5	0,4	1,0
2012	0,3	3,6	0,4	2,9	1,0	1,6
2013	0,7	0,3	1,3	1,4	7,6	2,3

Остановимся немного подробнее на характеристике метеорологических условий отдельных лет исследования (табл. 2-4).

Вегетационный период 2010 года характеризовался аномально жарким летом – с аномально высокой температурой и критически низким количест-

вом выпавших осадков. Среднегодовая температура воздуха была выше нормы на 1,4 °С.

Несмотря на то, что в целом за год осадков выпало на 28 мм (на 5%) больше нормы, согласно значениям ГТК, 2010 год был признан слабозасушливым. Очень засушливыми были июнь и июль, май и август – слабозасушливыми, а вот сентябрь – избыточно влажным.

Согласно значениям ГТК и 2011 год был слабозасушливым. Среднемесячная годовая температура воздуха составила 7,2 °С, что на 0,8 °С выше нормы. При этом сумма выпавших за год осадков была выше среднемноголетних показателей только на 2 мм, что можно считать несущественным превышением. В связи с этим в 2011 году очень засушливыми были май и сентябрь, июнь был слабозасушливым, июль – засушливым, а август – избыточно влажным.

Среднемесячная температура воздуха с января по апрель включительно была ниже нормы на 1,3; 4,9; 1,6 и 0,8 °С. Все остальные месяцы характеризовались превышением показателей температуры над нормой (табл. 3).

Наибольшее превышение нормы отмечено в июле – на 5,1 °С. В мае и июле этот показатель составил 2,5 и 2,0 °С, в августе – 1,8, в октябре – 0,9, в сентябре и ноябре – 1,2, а в декабре – 5,3 °С.

Количество выпавших в 2011 году осадков превышало норму только в январе и августе – соответственно на 24 и 85%. Все остальные месяцы характеризовались недостаточным количеством выпавших осадков (табл. 2).

Сумма осадков за тёплый период в 2010 и 2011 годах составила соответственно 338 и 280 мм, сумма осадков за холодный период – 269 и 301 мм.

Анализ метеорологических данных 2012 года (табл. 2-4) показал, что с апреля по ноябрь среднемесячная температура воздуха была выше нормы.

В апреле, мае, октябре и ноябре среднемесячная температура воздуха превышала норму на 3,5-3,8 °С. Несколько меньше было превышение среднемесячной температуры над нормой в июле – 2,4 °С. Июнь же, август и сен-

тябрь характеризовались превышением данного показателя над нормой соответственно на 1,6, 1,9 и 1,5 °С. Теплее оказался и январь – на 0,5 °С.

Что касается суммы выпавших осадков, то за 8 месяцев 2012 года выпало осадков больше, чем за весь 2011 год. Общее же количество выпавших за год осадков составило 840 мм, что больше нормы на 261 мм.

Осадки выпадали неравномерно. Основное их количество выпало в июне и августе, что превысило норму соответственно на 192 и 244%. Также превышение нормы в сумме выпавших осадков зарегистрировано в январе (на 22%), феврале (на 42%) и марте (на 57%). Май, июнь и сентябрь характеризовались достаточно низкими суммами выпавших осадков. Так, в мае выпало осадков только 43% от нормы, в июле – 38%, в сентябре – 83%.

Как мы видим, в течение вегетационного периода основных яровых культур происходило чередование избыточно влажных и сухих месяцев, что неблагоприятно сказывалось на росте и развитии культурных растений. Согласно значениям ГТК, май можно считать сухим, июль – очень засушливым, а сентябрь – засушливым. Июнь и август были избыточно влажными. В общей же сложности 2012 год согласно значениям ГТК (1,6) признан избыточно влажным.

В 2013 году (табл. 2-4) в течение вегетационного периода подсолнечника среднемесячная температура воздуха превышала норму на 0,4-4,7% в апреле, мае, июне, августе и октябре. Рекордное превышение нормы отмечено в мае – 4,7%. Июль и сентябрь характеризовались несколько меньшими среднемесячными температурами.

За 2013 год выпало большое количество осадков – 806 мм, что больше среднемноголетних данных на 227 мм (или на 39%). Так же, как и в 2012 году, осадки выпадали неравномерно. Основное их количество выпало в июле, августе и сентябре, что превысило норму соответственно на 18, 65 и 367%. Превышение нормы в сумме выпавших осадков зарегистрировано и в марте (на 150%). Январь же, февраль, апрель, май и июнь характеризовались достаточно низкими суммами выпавших осадков. Так, в апреле выпало осадков

31% от нормы, в мае – 93%, в июне – 24%, а в январе и феврале – 97 и 30% соответственно.

Согласно значениям ГТК, май и июнь были очень засушливыми, июль и август – влажными, а сентябрь – избыточно влажным. В общей же сложности 2013 год (ГТК – 2,3) признан избыточно влажным.

Таким образом, в целом в районе исследований сложились недостаточно благоприятные погодные условия. Засушливые месяцы сменялись избыточно влажными, что неблагоприятно сказывалось на росте и развитии растений. Всё это позволило нам более полно изучить влияние приёмов биологизации и основной обработки почвы на плодородие чернозёма типичного и урожайность подсолнечника.

2.3. Объекты, методика и техника выполнения исследований

Исследования проводились в стационарном опыте, заложенном в крестьянско-фермерском хозяйстве «ИП Палихов А.А.», расположенном в Хохольском районе Воронежской области.

Поле опытного участка расположено на ровной поверхности с уклоном до 1°. Почва опытного участка – чернозём типичный, среднесплодный, глинистого механического состава, имеющий агрохимическую характеристику, представленную в таблице 5.

Таблица 5 – Агрохимические показатели почвы опытного участка

Слой почвы	Гумус, %	Гидролиз. азот, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Сумма обменных оснований	Гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г	pH _{сол.}
0-10	5,3	65,1	115	186	33,0	4,33	5,39
10-20	5,3	63,2	117	189	34,6	4,28	5,39
20-30	5,2	60,5	108	178	34,8	4,36	5,31
0-30	5,3	62,9	113	184	34,1	4,32	5,36
0-100	4,2		86	169	33,4	2,76	5,87

Максимальная гигроскопичность метрового слоя почвы и количество недоступной для растений влаги приведены в приложении 1 и 2.

Схема опыта представлена следующими вариантами:

1. Одновидовой посев подсолнечника.
2. Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по пожнив-ной сидерации редьки масличной.
3. Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по пожнив-ной сидерации горчицы белой.
4. Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по пожнивной сидерации редьки масличной.
5. Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по пожнивной сидерации горчицы белой.

Каждый из вариантов подразделяется ещё по вариантам основной обработки почвы под подсолнечник:

1. Вспашка – глубина 20-22 см.
2. Дисковая обработка – глубина 10-12 см.
3. Плоскорезная обработка – глубина 20-22 см.

На всех вариантах солома зерновых культур использовалась в качестве органического удобрения путём заделки её в почву дисковыми орудиями на глубину 10-12 см сразу после уборки культуры.

Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта. Возделывание подсолнечника осуществлялось в севообороте: пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза. Размещение культур севооборотов систематическое, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве.

Площадь одной делянки составляет 658 м². Размер делянки – 37,8x17,4 м. Учётная площадь делянки – 525 м². Общее число делянок в опыте – 45.

Исследования проводились согласно общепринятым методикам.

1. Содержание в почве нитратного азота – колориметрическим методом (ГОСТ 26488-85), аммиачного азота – колориметрическим методом с приме-

нением реактива Неслера в мод. ЦИНАО, подвижного (P_2O_5) фосфора и обменного (K_2O) калия – по Чирикову (ГОСТ 26204-91) в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см в фазы: всходы, цветение, полная спелость.

2. Содержание в почве общего гумуса – по Тюрину (модификация Симанова: окисление по Никитину) по слоям почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см в трёхкратной повторности.

3. Влажность почвы – термостатно-весовым методом в метровом слое почвы через каждые 10 см в фазы: всходы, цветение и полная спелость.

4. Плотность почвы – буровым методом (Н.А. Качинский) по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см в фазы всходов, цветения и полной спелости.

5. Структурно-агрегатный состав почвы – методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову в фазу всходов и полной спелости в трёхкратной повторности: слои почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см.

6. Водопрочность почвенных агрегатов – методом мокрого просеивания по Н.И. Саввинову в фазу всходов и полной спелости в трёхкратной повторности: слои почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см.

7. Содержание детрита – по методике Н.Ф. Ганжары по слоям почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см в трёхкратной повторности. Фазы: всходы, полная спелость.

8. Учёт урожайности подсолнечника – путём уборки урожая вручную с учётной метровки каждой учётной делянки отдельно с последующим пересчетом на 100% чистоту и стандартную 7% влажность.

9. Урожайные данные, энергетическая и экономическая эффективность, а также основные сопутствующие исследования подвержены статистической обработке методами дисперсионного анализа.

2.4. Агротехнические условия опыта

В наших исследованиях подсолнечник возделывался в севообороте: пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза. Возделывание культур

осуществлялось по общепринятой для лесостепной зоны Воронежской области технологии.

В рамках исследовательской работы были использованы следующие культуры: подсолнечник (*Helianthus annuus*), горчица белая (*Sinapis alba*), редька масличная (*Raphanus sativus*), люцерна синяя (*Medicago sativa*), донник жёлтый (*Melilotus officinalis*).

Подсолнечник был представлен кондитерским сортом Посейдон 625 (Богучарская сельскохозяйственная селекционно-семеноводческая фирма ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта). Данный сорт относится к группе очень ранних, созревает за 90-92 суток. Высота растений до 165 см, масличность абсолютно сухих семян – 48-49%, содержание лузги не более 26%.

В качестве бинарных компонентов подсолнечника применяли бобовые травы – люцерну синюю и донник жёлтый. Оба эти растения обладают высокой засухоустойчивостью благодаря наличию мощной, глубоко проникающей корневой системе [105, 176]. В исследованиях при посеве люцерны синей использовали сорт Диана, а донника жёлтого – сорт Сибирский 2.

Выбор редьки масличной и горчицы белой в качестве пожнивных сидератов был обусловлен их способностью за короткий период вегетации формировать высокий урожай биомассы. Для посева использовали сорт редьки масличной Тамбовчанка и горчицы белой – Радуга.

Технология возделывания подсолнечника с учётом изучаемых приёмов биологизации и обработки почвы была следующей.

После уборки предшественника подсолнечника (ярового ячменя) проводилась заделка в почву стерни и распределённой по поверхности почвы измельчённой соломы (БДМ 4х4) на глубину 10-12 см, а затем – посев пожнивных сидератов: редьки масличной и горчицы белой (норма высева – 20 кг/га, глубина посева – 3-4 см).

При вступлении пожнивных сидератов в фазу массового цветения провели заделку их зелёной массы в почву при помощи дискового орудия (БДМ

4×4) на глубину 10-12 см. Через две-три недели при массовом появлении сорной растительности, согласно изучаемым вариантам, – основная обработка почвы под подсолнечник.

Весной при наступлении физической спелости почвы проводили ранневесеннее боронование почвы с целью закрытия влаги (БЗСТ – 1,0). Перед посевом – предпосевная культивация на глубину 5-6 см (КПС–5У).

Посев подсолнечника осуществляли сеялкой УПС-8 с нормой высева 50 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Ширина междурядий – 70 см. Посев бинарного компонента проводили в день посева подсолнечника также сеялкой УПС-8, но укомплектованной специальными высевающими дисками. Посев бинарного компонента проводили в один ряд с семенами подсолнечника.

При глубине заделки семян подсолнечника 5-6 см семена бобовых трав размещали на глубину 2-3 см. Норма высева донника жёлтого и люцерны синей составила соответственно 5 и 2 кг/га.

В течение вегетации подсолнечника и бобового компонента проводилась одна междурядная обработка (КРН-5,6 со стрельчатými лапами и бритвами) и окучивание (КРН-5,6 с окучниками).

Уборка подсолнечника осуществлялась в фазу его полной спелости комбайном АКРОС (после учёта урожайности подсолнечника вручную по делянкам). После уборки оставшиеся в поле стебли подсолнечника и вегетирующая масса бобовых трав оставались в поле до следующей весны.

3. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ПРИЁМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИКОМ

3.1. Содержание в почве доступной влаги

Жизненной основой всех растений, в том числе и подсолнечника, является влага. От её содержания в почве зависят важнейшие показатели почвенного плодородия. Необходимым условием для нормального роста и развития культурных растений является постоянное присутствие влаги в почве в оптимальном её количестве.

Подсолнечник – относительно засухоустойчивая культура, но формирование его урожая и качество семян во многом зависит от влагообеспеченности растений в период вегетации. Образуя мощную корневую систему, он способен потреблять влагу из глубоких слоёв почвы. В то же время подсолнечник не обладает специальными приспособлениями для экономного её расходования, в результате чего на формирование урожая эта культура расходует большое количество доступной влаги. Поэтому для получения высоких и стабильных урожаев семян подсолнечника с высокой масличностью проводимые агротехнические мероприятия необходимо ориентировать на максимальное накопление доступной влаги в почве и рациональное её расходование в течение всего вегетационного периода [116].

Нашими исследованиями было установлено, что возделывание подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами при комплексном использовании на удобрение ячменной соломы и пожнивной сидерации позволило обеспечить формирование высокого запаса доступной влаги к моменту всходов основной культуры и её рациональный расход в течение вегетационного периода (приложения 3-11).

Период формирования запасов доступной влаги к моменту посева подсолнечника начинается сразу после уборки предшественника – ячменя, а заканчивается весной, непосредственно перед посевом основной культуры. За

это время выпадает основная часть годовых осадков, более половины которых в течение осенне-весеннего периода могут теряться. Причинами таких потерь, согласно данным А.М. Бялого (1971), являются осенние потери осадков (18,4%), потери со стоком талых вод (9%), испарение (35%). В связи с этим накопление влаги в почве и сохранение её от испарения в этот период является важным условием создания благоприятных условий для роста и развития культурного растения.

Наши исследования показали, что применение приёмов биологизации (ячменной соломы и пожнивных сидератов – редьки масличной и горчицы белой) и основной обработки почвы под подсолнечник оказало существенное влияние на запасы доступной влаги весной и позволило обеспечить формирование в слое почвы 0-50 см высокого запаса доступной влаги (табл. 6).

В среднем за три года исследований в слоях почвы 0-30 и 0-50 см по всем изучаемым вариантам наблюдали более высокий запас доступной влаги по сравнению с контролем. Если на варианте одновидового контрольного посева при проведении вспашки содержание доступной влаги в слое почвы 0-30 см составило 39,5 мм, а в слое 0-50 см – 75,4 мм, то на вариантах дисковой и плоскорезной обработки оно превысило контроль соответственно на 5,9-4,8 и 6,6-9,8 мм. Также и все варианты с использованием приёмов биологизации характеризовались заметно большим запасом доступной влаги к моменту всходов подсолнечника по сравнению с контролем.

Большой запас доступной влаги в слое почвы как 0-30, так и 0-50 см в этот период был сформирован при использовании пожнивного сидерата горчицы белой при плоскорезной обработке почвы на 20-22 см. Он составил соответственно 46,2 и 85,4 мм, что на 6,7 и 10,0 мм больше, чем на контроле.

Аналогичное наблюдали и при использовании пожнивных сидератов (горчицы белой и редьки масличной) по дисковой обработке почвы на 10-12 см. На этих вариантах содержание влаги было больше, чем на контроле, соответственно на 4,5-7,3 и 7,7-10,4 мм. При этом необходимо отметить, что запасы доступной влаги в почве в начале вегетации подсолнечника на вари-

антах с пожнивными сидератами были ежегодно более высокими, чем на контроле (табл. 6).

Таблица 6 – Запасы доступной влаги в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Слой почвы, см	Запас доступной влаги, мм			
			2011 г.	2012 г.	2013 г.	сред.
Солома ячменя (контроль)	вспашка, 20-22 см	0-30	35,7	46,4	36,4	39,5
		0-50	61,2	93,1	71,8	75,4
		0-100	190,0	212,4	181,0	194,5
Солома ячменя + редька пожнивно		0-30	37,8	48,1	45,3	43,8
		0-50	69,2	88,5	83,8	80,5
		0-100	143,1	211,1	180,8	178,3
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-30	40,0	44,6	39,8	41,5
		0-50	71,5	79,9	80,9	77,4
		0-100	141,3	195,7	191,1	176,0
Солома ячменя	дисковая обработка, 10-12 см	0-30	44,7	42,9	48,5	45,4
		0-50	78,3	80,1	87,5	82,0
		0-100	210,8	175,0	184,5	190,1
Солома ячменя + редька пожнивно		0-30	44,0	47,6	48,8	46,8
		0-50	76,4	88,4	90,8	85,2
		0-100	146,9	206,3	181,1	178,1
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-30	38,7	47,1	46,2	44,0
		0-50	69,7	91,3	88,3	83,1
		0-100	141,5	213,7	194,1	183,2
Солома ячменя	плоскорезная обработка, 20-22 см	0-30	41,2	51,0	40,8	44,3
		0-50	78,2	94,3	83,0	85,2
		0-100	198,7	208,1	183,1	196,6
Солома ячменя + редька пожнивно		0-30	40,7	50,1	42,9	44,6
		0-50	75,0	96,2	86,3	85,8
		0-100	189,4	220,8	194,0	201,4
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-30	45,4	54,9	38,5	46,2
		0-50	79,9	102,3	74,0	85,4
		0-100	170,2	226,7	166,9	188,0

Последствие приёмов биологизации (соломы ячменя и сидеральной массы горчицы белой) по фону плоскорезной обработки в засушливых условиях 2011 года ко времени всходов растений подсолнечника обеспечило

формирование доступной влаги в количестве 45,4 мм в слое 0-30 см и 79,9 мм в слое 0-50 см, что превышало контроль соответственно на 9,7 и 18,7 мм. Замена горчицы редькой масличной по варианту дисковой обработки повышало содержание доступной влаги на 8,3 мм в слое 0-30 см и на 15,2 мм в слое 0-50 см по сравнению с контролем.

В избыточно влажные годы последствие приёмов биологизации при проведении плоскорезной и дисковой обработки ко времени всходов подсолнечника обеспечивало высокий запас доступной влаги, который был больше, чем на контроле, на 4,8-6,8 мм в слое 0-30 см и на 5,7-8,8 мм – в слое 0-50 см.

Однако в слое 0-100 см в фазе всходов подсолнечника по всем вариантам пожнивной сидерации и обработки почвы наблюдался меньший запас доступной влаги по сравнению с контролем.

Меньшее содержание доступной влаги в метровом слое почвы было на вариантах вспашки. При дисковой обработке этот показатель несколько выше, чем при вспашке, но всё же на 16,4-11,3 мм меньше, чем на контроле. Лучшие показатели запаса доступной влаги в слое почвы 0-100 см к началу вегетации подсолнечника отмечены при плоскорезной обработке – 201,4 мм на варианте с редькой масличной и 180 мм на варианте с горчицей белой. Но если на данном варианте с горчицей белой запас доступной влаги всё же на 6,5 мм ниже запаса контрольного варианта, то на варианте с редькой масличной он превышает контрольные значения на 6,9 мм.

Следует отметить, что на вариантах с редькой масличной и горчицей белой при проведении плоскорезной обработки в засушливые годы запас доступной влаги в слое почвы 0-100 см был меньше, чем на контроле, а во влажные годы – существенно больше.

Таким образом, применение пожнивной сидерации в комплексе с использованием соломы ячменя способствует формированию к моменту всходов подсолнечника хорошего запаса доступной влаги как в слое почвы 0-30, так и в слое 0-50 см. Применение в качестве пожнивного сидерата редьки масличной по фону плоскорезной обработки способствует формированию

в этот период более высокого запаса доступной влаги и в метровом слое почвы.

При заделке в почву соломы ячменя при помощи дисковых орудий формируется рыхлый мульчирующий слой, что обеспечивает снижение непродуктивного испарения влаги из верхних слоёв почвы. Дальнейшее произрастание на участке пожнивного сидерата обеспечивает снижение температуры поверхности почвы, лучшее проникновение влаги осадков осеннего периода в более глубокие слои почвы, что сопровождается снижением потерь влаги данного периода.

Кроме того, при проведении дисковой и плоскорезной обработок, после заделки в почву зелёной массы сидерата, в верхнем слое почвы и на её поверхности скапливается достаточное количество растительных остатков. Это способствует более эффективному накоплению снега, что, в свою очередь, снижает глубину промерзания почвы, в результате происходит сокращение потерь влаги весной на сток и испарение.

За время вегетации подсолнечник расходует доступную влагу очень неравномерно. Расход влаги зависит от периодов и фаз роста и развития подсолнечника. Так, за межфазный период всходы – образование корзинки растения подсолнечника расходуют около 23% влаги (Павлюк Н.Т., 2006). Наибольшее количество влаги (около 45%) расходуется в течение периода от образования корзинки до цветения, так как в это время отмечается интенсивный рост надземных и подземных органов. Остальные 32% влаги растения подсолнечника потребляют в период вегетации от цветения до созревания семян.

По отношению к влаге критической для подсолнечника является фаза роста семян подсолнечника, так как именно в этот период формируется количество выполненных семян в корзинке, определяются их крупность и размер. Именно от влагообеспеченности растений подсолнечника зависит урожайность этой масличной культуры.

В течение всего периода вегетации подсолнечник расходовал влагу для формирования урожая, поэтому на всех вариантах опыта происходило её уменьшение.

В наших исследованиях возделывание подсолнечника с применением приёмов биологизации сопровождалось рациональным расходом доступной влаги в почве, что позволило обеспечить формирование достаточно высокого её запаса в основные фазы роста и развития культуры.

К фазе цветения основной культуры (табл. 7) наибольший показатель этих запасов был на варианте одновидового посева подсолнечника при проведении вспашки – 180,6 мм.

Таблица 7 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание доступной влаги под подсолнечником в фазе его цветения, слой почвы 0-100 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Запас доступной влаги, мм			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	сред.
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	165,4	181,7	194,6	180,6
Бинарный посев с донником		<u>147,0</u> 131,3	<u>114,9</u> 139,1	<u>183,5</u> 192,9	<u>148,5</u> 154,4
Бинарный посев с люцерной		<u>103,9</u> 114,6	<u>119,3</u> 124,5	<u>207,9</u> 184,3	<u>143,7</u> 141,1
Одновидовой посев	дисковая обработка, 10-12 см	173,5	136,8	184,7	165,0
Бинарный посев с донником		<u>119,8</u> 116,7	<u>112,8</u> 126,6	<u>172,8</u> 185,3	<u>147,1</u> 142,9
Бинарный посев с люцерной		<u>137,0</u> 141,8	<u>163,2</u> 132,3	<u>206,9</u> 186,7	<u>169,0</u> 153,6
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	175,9	163,6	199,9	179,8
Бинарный посев с донником		<u>166,5</u> 149,5	<u>127,3</u> 153,0	<u>193,2</u> 195,4	<u>162,3</u> 166,0
Бинарный посев с люцерной		<u>176,1</u> 161,4	<u>127,9</u> 112,6	<u>187,0</u> 189,1	<u>163,7</u> 154,4

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Аналогичные результаты, но на эродированных чернозёмах в Ростовской области, были получены в бинарных посевах подсолнечника с бобовы-

ми травами (Авдеенко А. П., 2009 г.), где в фазе цветения подсолнечника в бинарных посевах отмечали меньший по сравнению с одновидовым посевом запас доступной влаги.

Более рациональный расход доступной влаги в целом за период вегетации подсолнечника, то есть от фазы всходов до его полной спелости, был на вариантах бинарных посевов с применением пожнивной сидерации (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание доступной влаги под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой почвы 0-100 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Запас доступной влаги, мм							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев – контроль	вспашка, 20-22 см	190,0	121,2	212,4	58,4	181,0	208,9	194,5	129,5
		<u>171,5</u>	<u>98,3</u>	<u>226,4</u>	<u>92,4</u>	<u>157,5</u>	<u>174,2</u>	<u>185,1</u>	<u>121,6</u>
		159,5	86,5	210,5	88,1	196,8	212,5	188,9	129,0
Бинарный посев с донником	вспашка, 20-22 см	<u>114,7</u>	<u>75,1</u>	<u>195,9</u>	<u>101,2</u>	<u>204,1</u>	<u>248,6</u>	<u>171,6</u>	<u>141,6</u>
		123,2	81,1	181,0	83,0	185,5	209,9	163,2	124,7
		114,7	75,1	195,9	101,2	204,1	248,6	171,6	141,6
Бинарный посев с люцерной	вспашка, 20-22 см	<u>114,7</u>	<u>75,1</u>	<u>195,9</u>	<u>101,2</u>	<u>204,1</u>	<u>248,6</u>	<u>171,6</u>	<u>141,6</u>
		123,2	81,1	181,0	83,0	185,5	209,9	163,2	124,7
		114,7	75,1	195,9	101,2	204,1	248,6	171,6	141,6
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	210,8	127,6	175,0	62,0	184,5	201,1	190,1	130,2
		<u>140,5</u>	<u>78,6</u>	<u>187,6</u>	<u>64,7</u>	<u>174,2</u>	<u>199,2</u>	<u>167,4</u>	<u>114,2</u>
		127,6	81,3	221,6	73,2	201,2	215,8	183,5	123,4
Бинарный посев с донником	дисковая обр., 10-12 см	<u>153,4</u>	<u>104,8</u>	<u>225,0</u>	<u>108,7</u>	<u>188,1</u>	<u>230,6</u>	<u>188,8</u>	<u>148,0</u>
		155,5	106,8	205,8	107,1	187,0	206,4	182,8	140,1
		153,4	104,8	225,0	108,7	188,1	230,6	188,8	148,0
Бинарный посев с люцерной	дисковая обр., 10-12 см	<u>153,4</u>	<u>104,8</u>	<u>225,0</u>	<u>108,7</u>	<u>188,1</u>	<u>230,6</u>	<u>188,8</u>	<u>148,0</u>
		155,5	106,8	205,8	107,1	187,0	206,4	182,8	140,1
		153,4	104,8	225,0	108,7	188,1	230,6	188,8	148,0
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	198,7	136,6	208,1	66,3	183,1	200,2	196,6	134,4
		<u>195,9</u>	<u>128,0</u>	<u>225,1</u>	<u>110,6</u>	<u>199,0</u>	<u>210,4</u>	<u>206,7</u>	<u>149,7</u>
		158,9	119,5	242,9	98,0	183,0	205,2	194,9	140,9
Бинарный посев с донником	плоскорезная обр., 20-22 см	<u>182,9</u>	<u>143,2</u>	<u>216,5</u>	<u>96,0</u>	<u>189,0</u>	<u>216,3</u>	<u>196,1</u>	<u>151,8</u>
		181,6	126,3	210,6	66,5	150,9	165,5	181,0	119,4
		182,9	143,2	216,5	96,0	189,0	216,3	196,1	151,8
Бинарный посев с люцерной	плоскорезная обр., 20-22 см	<u>182,9</u>	<u>143,2</u>	<u>216,5</u>	<u>96,0</u>	<u>189,0</u>	<u>216,3</u>	<u>196,1</u>	<u>151,8</u>
		181,6	126,3	210,6	66,5	150,9	165,5	181,0	119,4
		182,9	143,2	216,5	96,0	189,0	216,3	196,1	151,8

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Если в среднем за годы исследований расход доступной влаги на контрольном варианте одновидового посева составил 33,4%, то на варианте «подсолнечник + донник» – 27,6-34,3% в зависимости от вариантов пожнивных сидератов и приёмов обработки почвы. На варианте же бинарного посе-

ва с люцерной уменьшение запаса доступной влаги колебалось от 17,5 до 34%, что в большинстве случаев было значительно меньше расхода контрольного варианта.

Следует отметить, что при размещении этого бинарного посева по редьке масличной, по сравнению с горчицей белой, расход доступной влаги был рациональнее. По горчице белой запас доступной влаги уменьшился на 23,3-34%, а по редьке масличной – на 22,6%.

В различные по агроклиматическим показателям годы исследований было установлено, что в условиях 2011 года (ГТК – 1,0) к моменту наступления у подсолнечника фазы полной спелости по всем изучаемым вариантам отмечали уменьшение влажности почвы в слое 0-100 см (см. табл. 8).

Рациональнее расход доступной влаги был на вариантах «подсолнечник + люцерна», размещенных по пожнивным сидератам (редьке масличной и горчице белой), по всем приёмам основной обработки почвы. Уменьшение данного показателя на рассматриваемом варианте колебалось от 21,7 до 34,5%, в то время как на контроле оно составило 36,2%.

На бинарных посевах подсолнечника с донником по вспашке и дискованию уменьшение запаса доступной влаги варьировало от 42,7 до 45,8% от весенних запасов, что было больше, чем на контроле, на 6-10%.

В условиях избыточно влажного 2012 года (ГТК – 1,6) на контрольном варианте одновидового посева подсолнечника содержание доступной влаги уменьшилось в большей степени, чем на других вариантах (на 72,5% по сравнению с весенними запасами). Варианты бинарных посевов, размещённых по редьке и горчице, характеризовались более рациональным расходом доступной влаги в течение всего вегетационного периода.

В посевах подсолнечника с донником уменьшение запаса доступной влаги в метровом слое почвы было в пределах от 50,9 до 67%, при этом наименьший расход зафиксирован при размещении данного бинарного посева по поживной редьке масличной при проведении плоскорезной обработки почвы – 50,9%, что меньше контроля на 21,6%.

Вариант «подсолнечник + люцерна» по сравнению не только с контролем, но и с посевом «подсолнечник + донник» характеризовался более рациональным расходом запаса доступной влаги при размещении его по редьке масличной и горчице белой как при вспашке, так и по минимальной обработке почвы дисками. Так, снижение запаса доступной влаги в метровом слое почвы на этих вариантах колебалось от 47,9 до 54,1%, что было меньше контроля на 24,6-18,4%.

В 2013 году при большом количестве выпавших осадков в течение вегетационного периода подсолнечника к моменту его полной спелости отмечали увеличение запаса доступной влаги в слое почвы 0-100 см. При этом на вариантах бинарного посева подсолнечника накопление доступной влаги в почве было более заметным, чем на одновидовых.

В бинарном посеве подсолнечника с люцерной наблюдался более рациональный расход доступной влаги в метровом слое почвы. Это обеспечило её накопление к концу вегетации подсолнечника. Увеличение содержания доступной влаги в метровом слое почвы в этом посеве составило в зависимости от приёма основной обработки почвы от 14,4 до 22,6% при размещении посева по редьке масличной и от 9,7 до 13,1% – по горчице белой. На вариантах же «подсолнечник + донник» увеличение количества доступной влаги в слое 0-100 см было 5,7-14,3% по редьке масличной и 7,2-12,1% – по горчице белой.

При сравнении динамики доступной влаги метрового слоя почвы на бинарных посевах с контрольными значениями было выявлено более существенное превышение данного показателя на вариантах бинарного посева подсолнечника с люцерной, размещённого по редьке масличной по таким вариантам обработки почвы, как вспашка (21,8%) и дискование (22,6%), где превышение показателей контроля составило соответственно 6,4 и 7,2%.

Аналогичные тенденции проявились и в динамике доступной влаги под подсолнечником в слоях почвы 0-30 и 0-50 см.

В среднем за годы исследований практически по всем изучаемым вариантам наблюдается уменьшение содержания доступной влаги в слое почвы 0-30 см, за исключением варианта «подсолнечник + люцерна», размещённого по пожнивному горчичному сидерату при проведении в качестве основной обработки вспашки и дискования (табл. 9). Здесь наблюдается увеличение содержания доступной влаги к концу вегетационного периода соответственно на 3,4 и 5,5%.

Таблица 9 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание доступной влаги под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой почвы 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Запас доступной влаги, мм							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	35,7	45,9	46,4	25,6	36,4	40,7	39,5	37,4
		<u>45,9</u>	<u>37,3</u>	<u>48,2</u>	<u>30,7</u>	<u>32,7</u>	<u>36,0</u>	<u>42,3</u>	<u>34,7</u>
Бинарный посев с донником	вспашка, 20-22 см	45,9	35,1	43,8	32,8	44,4	47,6	44,7	38,5
		<u>29,8</u>	<u>36,0</u>	<u>48,1</u>	<u>34,9</u>	<u>58,0</u>	<u>64,3</u>	<u>45,3</u>	<u>45,1</u>
Бинарный посев с люцерной	вспашка, 20-22 см	34,2	39,3	45,4	40,6	35,2	38,8	38,3	39,6
		<u>44,7</u>	<u>40,9</u>	<u>42,9</u>	<u>25,1</u>	<u>48,5</u>	<u>52,4</u>	<u>45,4</u>	<u>39,5</u>
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	44,7	40,9	42,9	25,1	48,5	52,4	45,4	39,5
		<u>44,8</u>	<u>38,7</u>	<u>44,6</u>	<u>28,8</u>	<u>40,7</u>	<u>45,9</u>	<u>43,4</u>	<u>37,8</u>
Бинарный посев с донником	дисковая обр., 10-12 см	34,6	42,1	50,5	35,2	49,1	51,6	44,7	43,0
		<u>43,3</u>	<u>45,5</u>	<u>50,7</u>	<u>36,3</u>	<u>56,9</u>	<u>67,3</u>	<u>50,3</u>	<u>49,7</u>
Бинарный посев с люцерной	дисковая обр., 10-12 см	42,8	47,5	43,8	43,0	43,3	46,6	43,3	45,7
		<u>41,2</u>	<u>39,5</u>	<u>51,0</u>	<u>19,1</u>	<u>40,8</u>	<u>44,3</u>	<u>44,3</u>	<u>34,3</u>
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	41,2	39,5	51,0	19,1	40,8	44,3	44,3	34,3
		<u>41,5</u>	<u>36,0</u>	<u>49,8</u>	<u>33,8</u>	<u>49,5</u>	<u>51,5</u>	<u>46,9</u>	<u>40,4</u>
Бинарный посев с донником	плоскорезная обр., 20-22 см	45,0	55,6	57,8	41,6	43,7	48,1	48,8	48,4
		<u>40,0</u>	<u>49,3</u>	<u>50,5</u>	<u>36,4</u>	<u>36,3</u>	<u>40,6</u>	<u>42,3</u>	<u>42,1</u>
Бинарный посев с люцерной	плоскорезная обр., 20-22 см	45,8	48,9	52,0	23,5	33,3	34,9	43,7	35,8
		<u>45,8</u>	<u>48,9</u>	<u>52,0</u>	<u>23,5</u>	<u>33,3</u>	<u>34,9</u>	<u>43,7</u>	<u>35,8</u>

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

На варианте же бинарного посева подсолнечника с люцерной, размещённого по редьке масличной, по всем вариантам обработки почвы отмеча-

ется уменьшение содержания доступной влаги на 0,4-1,2%, что значительно меньше, чем в контроле (5,3%).

Вариант «подсолнечник + люцерна» отличался наименьшим процентом расхода доступной влаги в слое почвы 0-50 см к моменту полной спелости основной культуры (табл. 10) – 0,6-0,7% при вспашке, 7,5-6,4% – при дисковании и 10,9% – при плоскорезной обработке. При этом уменьшение данного показателя на варианте одновидового контрольного посева составило 17,1%.

Таблица 10 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание доступной влаги под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой почвы 0-50 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Запас доступной влаги, мм							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспаха, 20-22 см	61,2	70,0	93,1	35,7	71,8	81,7	75,4	62,5
		<u>81,0</u>	<u>57,7</u>	<u>90,2</u>	<u>50,8</u>	<u>61,2</u>	<u>66,3</u>	<u>77,5</u>	<u>58,3</u>
		78,8	54,5	82,1	52,8	85,3	90,9	82,1	66,1
Бинарный посев с донником	вспаха, 20-22 см	<u>57,5</u>	<u>61,1</u>	<u>86,9</u>	<u>60,4</u>	<u>106,4</u>	<u>127,8</u>	<u>83,6</u>	<u>83,1</u>
		64,2	64,7	77,8	66,3	76,5	86,0	72,8	72,3
		57,5	61,1	86,9	60,4	106,4	127,8	83,6	83,1
Бинарный посев с люцерной	вспаха, 20-22 см	<u>76,4</u>	<u>58,3</u>	<u>79,7</u>	<u>46,1</u>	<u>77,4</u>	<u>87,4</u>	<u>77,8</u>	<u>63,9</u>
		62,5	60,8	96,2	49,7	92,4	99,7	83,7	70,1
		76,5	72,8	97,2	58,6	104,3	125,6	92,7	85,7
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	77,0	75,2	86,5	67,3	84,2	89,4	82,6	77,3
		<u>76,5</u>	<u>72,8</u>	<u>97,2</u>	<u>58,6</u>	<u>104,3</u>	<u>125,6</u>	<u>92,7</u>	<u>85,7</u>
		77,0	75,2	86,5	67,3	84,2	89,4	82,6	77,3
Бинарный посев с донником	дисковая обр., 10-12 см	78,2	67,0	94,3	31,8	83,0	89,0	85,2	62,6
		<u>76,5</u>	<u>58,6</u>	<u>93,4</u>	<u>54,5</u>	<u>92,5</u>	<u>95,5</u>	<u>87,5</u>	<u>69,5</u>
		78,6	85,0	107,1	61,5	84,8	93,4	90,2	80,0
Бинарный посев с люцерной	плоскорезная обр., 20-22 см	<u>73,6</u>	<u>79,4</u>	<u>99,0</u>	<u>56,5</u>	<u>80,1</u>	<u>89,2</u>	<u>84,2</u>	<u>75,0</u>
		81,3	73,7	97,5	35,9	63,3	68,0	80,7	59,2
		73,6	79,4	99,0	56,5	80,1	89,2	84,2	75,0

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Бинарный же посев подсолнечника с донником не отличался рациональным расходом доступной влаги. На этом варианте по сравнению с контролем расход влаги был значительно больше и в слое 0-30 см, и в слое 0-50

см. Так, значительно больше, чем в контроле (5,3% в слое 0-30 см и 17,1% в слое 0-50 см), уменьшение содержания доступной влаги было при размещении бинарного посева с донником по редьке масличной: 12,9-18% в слое 0-30 см и 17,9-24,8% в слое 0-50 см. Несколько меньше контрольных значений было уменьшение содержания доступной влаги на вариантах размещения этого бинарного посева по горчице белой – 3,8% при дисковой и 0,8% при плоскорезной обработках почвы.

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарном посеве с люцерной синей при размещении по горчице белой способствует накоплению доступной влаги в слое почвы 0-30 см при проведении вспашки и дисковой обработки, а при размещении посева по редьке масличной – более рациональному расходу доступной влаги во всех слоях почвы.

Полученные нами в ходе исследовательской работы данные существенно отличаются от результатов исследований, проведённых А.Т. Авдеенко в условиях Ростовской области. Согласно полученной им информации, наименьшим расходом доступной влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см к моменту полной спелости культуры из вариантов с бобовыми травами характеризовался именно вариант бинарного посева с донником жёлтым.

Наиболее полное представление о потреблении и эффективности использования воды растениями даёт коэффициент водопотребления – расход влаги на формирование единицы сухого вещества.

Коэффициент водопотребления равен отношению суммарного испарения воды растениями и физического испарения её с поверхности поля к созданной биомассе растений. Он представляет собой то количество воды, которое расходуется не только на транспирацию, но и на испарение воды почвой (эвапорацию) для образования 1 т товарной продукции.

Коэффициент водопотребления подсолнечника (K_b , мм/т) рассчитывается по формуле

$$K_b = P/V,$$

где P – суммарное водопотребление, мм/га;

V – урожайность семян подсолнечника при стандартной влажности, т/га.

Для определения суммарного водопотребления используют формулу

$$P = Q_1 + Q - Q_2,$$

где P – суммарное водопотребление, мм/га,

Q_1 – запасы доступной влаги весной, мм/га,

Q_2 – запасы доступной влаги перед уборкой, мм/га,

Q – осадки вегетационного периода, мм.

Согласно представленным в таблице 11 расчётам, в среднем за три года при возделывании подсолнечника в бинарном посеве с люцерной по пожнив-ной сидерации (редьке и горчице) на всех вариантах обработки почвы отме-чался наименьший расход доступной влаги на единицу продукции – 1228-1387 м³/т, что было меньше, чем на контроле, на 14-3%.

При использовании в качестве бинарного компонента донника жёлтого расход доступной влаги на единицу продукции увеличился и составил 1419-1476 м³/т, что было меньше контроля только по фону вспашки (на 1,6-0,5%) и дисковой обработки с применением в качестве пожнивного сидерата редь-ки масличной (на 0,8%).

Как следует из проведённых расчётов, величина коэффициента водопо-требления подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и обра-ботки почвы колеблется в больших пределах. Благоприятное сочетание всех факторов жизни на варианте бинарного посева подсолнечника с люцерной синей обеспечивает эффективное использование влаги на формирование единицы продукции. То есть при повышении плодородия почвы, уровня аг-ротехники возделывания культуры и получении более высоких урожаев под-солнечника обеспечивался рациональный расход доступной влаги.

Включение в посевы подсолнечника бобовых трав в качестве бинарных компонентов способствовало снижению непродуктивных потерь доступной влаги и наиболее рациональному её расходу из метрового слоя почвы.

Таблица 11 – Водопотребление посевов подсолнечника при различных приёмах биологизации и основной обработки почвы, 0-100 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Запасы доступной влаги, мм		Осадки за вегетацию, мм	Общий расход влаги, мм	Сухое вещество (зерно), т/га	Коэф. водопотребления, м ³ /т
		всходы	полная спелость				
Одновидовой посев (контр.)	вспашка, 20-22 см	194,5	129,5	374	439,0	3,07	1430
Бинарный посев с донником		<u>185,1</u>	<u>121,6</u>	374	<u>437,5</u>	<u>3,11</u>	<u>1407</u>
		188,9	129,0		433,9	3,05	1423
Бинарный посев с люцерной	<u>171,6</u>	<u>141,6</u>	374	<u>404,0</u>	<u>3,29</u>	<u>1228</u>	
	163,2	124,7		412,5	3,13	1318	
Одновидовой посев	дисквая обр., 10-12 см	190,1	130,2	374	433,9	2,84	1019
Бинарный посев с донником		<u>167,4</u>	<u>114,2</u>	374	<u>427,2</u>	<u>3,01</u>	<u>1419</u>
		183,5	123,4		434,1	2,98	1457
Бинарный посев с люцерной	<u>188,8</u>	<u>148,0</u>	374	<u>414,8</u>	<u>3,19</u>	<u>1325</u>	
	182,8	140,1		416,7	3,13	1331	
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	196,6	134,4	374	436,2	2,81	1552
Бинарный посев с донником		<u>206,7</u>	<u>149,7</u>	374	<u>431,0</u>	<u>2,92</u>	<u>1476</u>
		194,9	140,9		428,0	2,94	1456
Бинарный посев с люцерной	<u>196,1</u>	<u>151,8</u>	374	<u>418,3</u>	<u>3,24</u>	<u>1291</u>	
		181,0	119,4		435,6	3,14	1387

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

В первый год своего развития бобовые травы формируют мощную, глубоко проникающую корневую систему. В совокупности с заделанной в почву ячменной соломой и зелёной массой пожнивных сидератов корневая система бобовых трав принимает активное участие в создании рыхлого пахотного слоя почвы. Благодаря этому влага выпадающих летних осадков хорошо впитывается в почву и проникает в более глубокие слои, что обеспечивает снижение её потерь на поверхностный сток и непродуктивное испарение.

Кроме того, прекрасно развиваясь под покровом подсолнечника, бобовые травы быстро формируют вегетативную массу и в скором времени обес-

печивают дополнительное затенение поверхности почвы как в рядах, так и в междурядьях посевов подсолнечника. В результате такого затенения температура поверхности почвы снижается, а потери влаги на непродуктивное испарение уменьшаются.

3.2. Плотность почвы

Важное агрономическое значение имеет плотность сложения почвы, так как она сильно влияет на условия жизни растительных и почвенных организмов. При сильном уплотнении почвы корневая система полевых культур в процессе вегетации встречает большое сопротивление, что негативно сказывается на росте и развитии растения. В почве ухудшается газообмен, снижается водопроницаемость, что сопровождается непродуктивным испарением влаги или, при наличии уклона, поверхностным стоком и развитием эрозии. Поэтому разработка приёмов по регулированию плотности почвы в пределах оптимальных параметров для каждой культуры является важным фактором оптимизации условий произрастания культур севооборота.

Каждому виду культурных растений свойственна определённая оптимальная плотность почвы, при которой формируются наиболее благоприятные условия для роста и развития растения. Оптимальная плотность зависит от типа и механического состава почвы, а также от биологических особенностей возделываемой культуры.

При отклонении показателя плотности почвы в сторону уменьшения отмечается снижение полевой всхожести семян и содержания в почве влаги и элементов питания. При увеличении плотности почвы выше оптимальной происходит ограничение роста корневой системы растений, отмечается снижение доступности влаги и обеспеченности воздухом [130].

Подсолнечник сильно реагирует на изменение плотности почвы. Оптимальная плотность почвы при его возделывании находится в пределах 1,0-1,1 г/см³, поэтому очень важно на начальных этапах развития культуры сформировать оптимальные условия для энергичного роста и развития растений.

Наши исследования показали, что изучаемые приёмы биологизации и обработки почвы не оказали существенного влияния на плотность почвы на момент всходов основной культуры (табл. 12).

Таблица 12 – Плотность почвы в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³			
			2011 г.	2012 г.	2013 г.	сред.
Солома ячменя (контроль)	впашка, 20-22 см	0-10	1,01	0,90	1,06	0,99
		10-20	1,11	0,97	1,11	1,06
		20-30	1,19	1,04	1,12	1,12
Солома ячменя + редька пожнивно		0-10	0,96	0,91	1,07	0,98
		10-20	1,16	0,96	1,09	1,07
		20-30	1,21	1,08	1,13	1,14
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-10	1,21	0,95	1,06	1,07
		10-20	1,17	1,00	1,10	1,09
		20-30	1,22	1,08	1,14	1,15
Солома ячменя	дисковая обработка, 10-12 см	0-10	1,08	0,98	1,10	1,05
		10-20	1,12	1,07	1,12	1,10
		20-30	1,16	1,11	1,17	1,15
Солома ячменя + редька пожнивно		0-10	1,13	0,91	1,11	1,05
		10-20	1,18	1,00	1,13	1,10
		20-30	1,20	1,08	1,15	1,14
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-10	1,06	0,96	1,11	1,04
		10-20	1,09	0,99	1,13	1,07
		20-30	1,15	1,07	1,17	1,13
Солома ячменя	плоскорезная обработка, 20-22 см	0-10	1,12	1,01	1,11	1,08
		10-20	1,17	1,07	1,14	1,13
		20-30	1,20	1,11	1,18	1,16
Солома ячменя + редька пожнивно		0-10	1,07	0,92	1,13	1,04
		10-20	1,14	0,97	1,15	1,09
		20-30	1,15	1,12	1,18	1,15
Солома ячменя + горчица пожнивно		0-10	1,17	0,97	1,13	1,09
		10-20	1,20	1,04	1,15	1,13
		20-30	1,14	1,10	1,18	1,14
НСР ₀₅ :	0-10				0,16	
	10-20				0,14	
	20-30				0,09	

Плотность почвы в слое 0-30 см в фазе всходов подсолнечника также не имела существенных отклонений по изучаемым вариантам пожнивной сидерации и приёмам основной обработки почвы и находилась в пределах оптимальных значений (рис. 1).

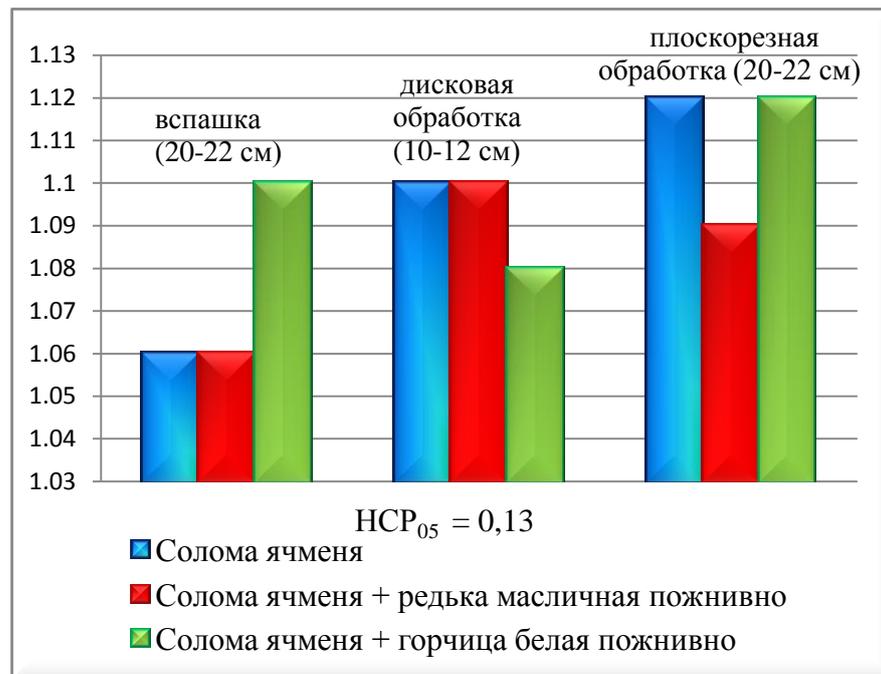


Рисунок 1 – Плотность почвы (г/см^3) в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, слой 0-30 см, ср. за 2011-2013 гг.

Динамика плотности почвы в различные по гидротермическим условиям годы (табл. 13) показала, что в относительно засушливый 2011 год бинарный посев подсолнечника с люцерной в комплексе с внесением соломы и сидерата (редька масличная и горчица белая) под основную обработку почвы сопровождался снижением плотности почвы к концу вегетации подсолнечника на 1,7-10,7%, тогда как на контроле отмечено её увеличение на 5,4% (приложение 13).

В избыточно влажные годы плотность почвы на вариантах бинарных посевов увеличивалась, но менее интенсивно, чем в контроле. В фазе всходов подсолнечника в 2012 году по всем вариантам опыта была отмечена оптимальная плотность почвы слоя 0-30 – от 0,97 до 1,02 г/см^3 . Применение пожнивной сидерации не оказало существенного влияния на плотность почвы. В процессе вегетации подсолнечника с бобовыми травами происходило небольшое увеличение плотности почвы, которая к фазе полной спелости достигла величины 1,12-1,19 г/см^3 .

Таблица 13 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на её плотность под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой почвы 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Плотность почвы, г/см ³							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспапка, 20-22 см	1,10	1,16	0,97	1,12	1,10	1,13	1,06	1,14
		<u>1,10</u>	<u>1,15</u>	<u>0,97</u>	<u>1,13</u>	<u>1,10</u>	<u>1,13</u>	<u>1,06</u>	<u>1,14</u>
		1,21	1,14	1,01	1,14	1,10	1,13	1,11	1,14
Бинарный посев с донником	вспапка, 20-22 см	<u>1,13</u>	<u>1,08</u>	<u>1,01</u>	<u>1,13</u>	<u>1,10</u>	<u>1,12</u>	<u>1,07</u>	<u>1,11</u>
		1,19	1,09	1,01	1,15	1,11	1,13	1,10	1,12
		1,13	1,08	1,01	1,13	1,10	1,12	1,07	1,11
Бинарный посев с люцерной	вспапка, 20-22 см	1,19	1,09	1,01	1,15	1,11	1,13	1,10	1,12
		<u>1,13</u>	<u>1,08</u>	<u>1,01</u>	<u>1,13</u>	<u>1,10</u>	<u>1,12</u>	<u>1,07</u>	<u>1,11</u>
		1,19	1,09	1,01	1,15	1,11	1,13	1,10	1,12
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	1,12	1,17	1,05	1,15	1,13	1,13	1,10	1,15
		<u>1,17</u>	<u>1,16</u>	<u>0,99</u>	<u>1,15</u>	<u>1,13</u>	<u>1,15</u>	<u>1,10</u>	<u>1,15</u>
		1,08	1,15	1,02	1,15	1,13	1,14	1,08	1,15
Бинарный посев с донником	дисковая обр., 10-12 см	<u>1,18</u>	<u>1,03</u>	<u>1,00</u>	<u>1,15</u>	<u>1,14</u>	<u>1,15</u>	<u>1,11</u>	<u>1,11</u>
		1,12	1,08	1,01	1,17	1,15	1,14	1,09	1,13
		1,18	1,03	1,00	1,15	1,14	1,15	1,11	1,11
Бинарный посев с люцерной	дисковая обр., 10-12 см	1,12	1,08	1,01	1,17	1,15	1,14	1,09	1,13
		<u>1,18</u>	<u>1,03</u>	<u>1,00</u>	<u>1,15</u>	<u>1,14</u>	<u>1,15</u>	<u>1,11</u>	<u>1,11</u>
		1,12	1,08	1,01	1,17	1,15	1,14	1,09	1,13
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	1,16	1,23	1,06	1,19	1,14	1,15	1,12	1,19
		<u>1,14</u>	<u>1,15</u>	<u>0,98</u>	<u>1,19</u>	<u>1,15</u>	<u>1,16</u>	<u>1,09</u>	<u>1,17</u>
		1,17	1,18	1,02	1,15	1,15	1,15	1,11	1,16
Бинарный посев с донником	плоскорезная обр., 20-22 см	<u>1,11</u>	<u>1,15</u>	<u>1,00</u>	<u>1,15</u>	<u>1,17</u>	<u>1,17</u>	<u>1,09</u>	<u>1,16</u>
		1,18	1,14	1,01	1,17	1,16	1,17	1,12	1,16
		1,11	1,15	1,00	1,15	1,17	1,17	1,09	1,16
Бинарный посев с люцерной	плоскорезная обр., 20-22 см	1,18	1,14	1,01	1,17	1,16	1,17	1,12	1,16
		<u>1,11</u>	<u>1,15</u>	<u>1,00</u>	<u>1,15</u>	<u>1,17</u>	<u>1,17</u>	<u>1,09</u>	<u>1,16</u>
		1,18	1,14	1,01	1,17	1,16	1,17	1,12	1,16
НСР ₀₅		0,07	0,03	0,07	0,03	0,02	0,04	0,13	0,05

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Но если за этот период плотность почвы на контроле увеличилась на 0,15 г/см³ (или на 15,5%), то в бинарных посевах увеличение данного показателя было меньше по всем вариантам обработки почвы и варьировало от 11,9 до 15,0% в посевах подсолнечника с люцерной по сидеральной редьке и от 12,7 до 12,9 % в бинарном посевах с донником по сидеральной горчице.

Таким образом, бинарные посева подсолнечника к концу вегетации способны обеспечить меньшее уплотнение почвы по сравнению с его одновидовым посевом. Эта тенденция проявилась во все годы исследований.

В среднем за 2011-2013 годы по всем вариантам опыта к концу вегетации подсолнечника отмечали увеличение плотности во всех изучаемых слоях

почвы. При возделывании подсолнечника в бинарных посевах плотность пахотного слоя почвы была меньшей.

По сравнению с одновидовым контрольным посевом, где увеличение плотности слоя почвы 0-30 см к концу вегетации подсолнечника составило 7,5%, в посевах с донником жёлтым (см. табл. 13) это увеличение в зависимости от вида пожнивного сидерата и обработки почвы колебалось от 3,6 до 7,5%, при этом наименьшее уплотнение отмечено на варианте размещения данного посева по горчице белой на фоне вспашки (5,5%) и дисковой обработки (3,6%).

Ещё меньше увеличивалась плотность почвы в совместном посевах подсолнечника с люцерной. Так же как и на варианте с донником, менее значительное увеличение плотности почвы слоя 0-30 см было при использовании сидеральной горчицы. Здесь показатель плотности к моменту формирования у подсолнечника фазы полной спелости по вариантам обработки почвы увеличился на 1,8-3,7%, что меньше контрольных значений на 5,7-3,8%.

Наименьшее увеличение плотности пахотного слоя почвы (на 1,8%) отмечено в посевах подсолнечника с люцерной при заправке горчичного сидерата. При использовании же речного сидерата плотность почвы осталась на уровне весенних значений.

Таким образом, бинарные посева подсолнечника по сравнению с его одновидовым посевом способствуют меньшему уплотнению почвы, что благоприятно отражается на его росте и развитии.

Связано это как с более высоким содержанием в почве органического вещества благодаря совместной заделке в почву соломы ячменя и зелёной массы пожнивного сидерата, так и с разрыхляющим действием корневой системы бобовых трав – бинарных компонентов посева подсолнечника.

3.3. Структурно-агрегатный состав почвы

Структура почвы имеет важное агрономическое значение. От неё во многом зависят водный, воздушный и тепловой режимы почв. Структура оказывает влияние на такие физические и физико-механические свойства почв, как плотность, пористость, связность, удельное сопротивление. В структурной почве создаются благоприятные условия для интенсивного роста и развития растений. Благодаря высокой водопроницаемости и влагоёмкости на структурной почве почти полностью отсутствует поверхностный сток, что предотвращает развитие эрозии. Кроме того, благодаря низкой водоподъёмной способности снижается испарение влаги с поверхности почвы. Поэтому разработка методов по созданию агрономически ценной структуры почвы является актуальным моментом в исследовательской работе.

Наши исследования показали, что применение приёмов биологизации (пожнивной сидерации и соломы) в фазе всходов подсолнечника ни при одном изучаемом приёме основной обработки почвы не оказало существенного влияния на содержание в слое почвы 0-30 см агрономически ценных агрегатов (рис. 2, табл. 14-15).

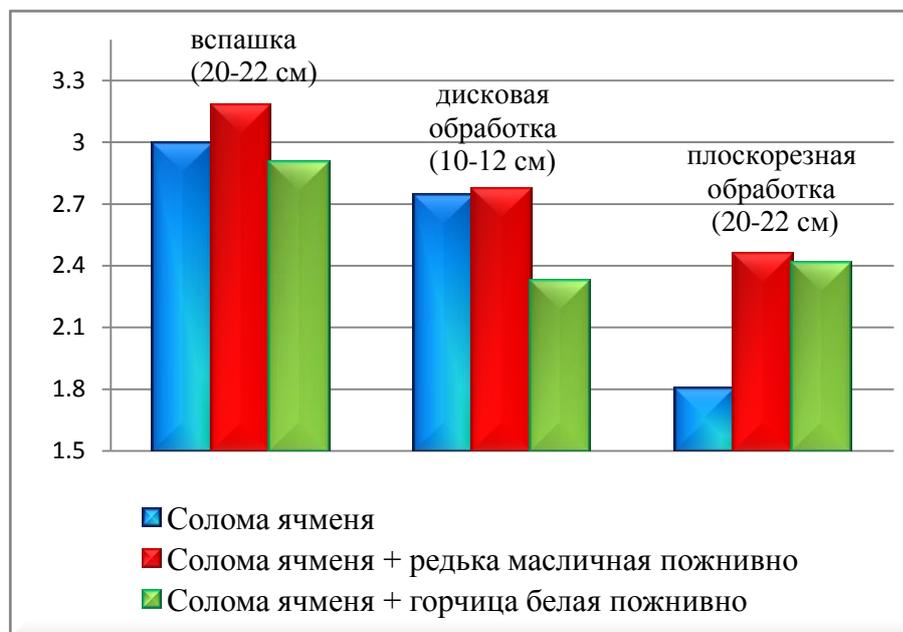


Рисунок 2 – Коэффициент структурности почвы в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, слой 0-30 см, среднее за 2011-2013 гг.

Таблица 14 – Структурно-агрегатный состав почвы в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёма биологизации и основной обработки почвы, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Количество агрегатов (%) размером (мм)		
		0,25-10	<0,25	>10
Солома ячменя (контроль)	вспашка, 20-22 см	74,1	2,9	23,0
Солома ячменя + редька пожнивно		74,4	3,1	22,5
Солома ячменя + горчица пожнивно		72,9	2,8	24,3
Солома ячменя	дисковая обработка, 10-12 см	72,5	2,6	24,9
Солома ячменя + редька пожнивно		71,8	3,1	25,1
Солома ячменя + горчица пожнивно		68,5	3,6	27,9
Солома ячменя	плоскорезная обработка, 20-22 см	62,4	2,1	35,5
Солома ячменя + редька пожнивно		70,3	2,7	27,0
Солома ячменя + горчица пожнивно		70,2	3,0	26,8
НСР ₀₅		11,59	0,72	11,59

К концу вегетации подсолнечника во все годы исследований по всем изучаемым вариантам контроля наблюдалось снижение коэффициента структурности, но на вариантах с применением комплекса приёмов биологизации оно протекало менее интенсивно (табл. 15).

Как в засушливые, так и в избыточно влажные годы коэффициент структурности сильнее уменьшался в одновидовом посеве подсолнечника – в 2011, 2012 и 2013 годах уменьшение данного показателя составило соответственно 19,7; 31,8 и 24,0%.

В варианте посева подсолнечника с люцерной во все годы исследований наименьшее снижение коэффициента структурности было при использовании сидеральной редьки по фону дисковой обработки.

Так, в 2011 году это снижение составило 7,8% (контроль – 19,7%), в 2012 году – 3,4% (контроль – 31,8%), а в 2013 году – 11,5% (контроль – 24,0%). В общей сложности в среднем за 3 года на данном варианте снижение рассматриваемого показателя составило 8,8%, что было на 16,3% меньше, чем снижение коэффициента структурности на контрольном варианте.

Таблица 15 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на величину коэффициента её структурности в начале и конце вегетации подсолнечника, слой почвы 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Коэффициент структурности							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	2,38	1,91	2,64	1,80	3,95	3,00	2,99	2,24
		<u>2,77</u>	<u>2,28</u>	<u>2,52</u>	<u>2,05</u>	<u>5,10</u>	<u>4,24</u>	<u>3,46</u>	<u>2,86</u>
		2,42	2,24	2,20	1,92	4,81	4,02	3,14	2,73
Бинарный посев с донником		<u>2,16</u>	<u>1,89</u>	<u>2,06</u>	<u>1,59</u>	<u>4,52</u>	<u>4,02</u>	<u>2,91</u>	<u>2,50</u>
		1,98	1,85	2,31	1,90	3,69	2,98	2,66	2,24
Бинарный посев с люцерной									
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	2,46	2,04	2,11	1,74	3,65	2,80	2,74	2,19
Бинарный посев с донником		<u>2,48</u>	<u>2,03</u>	<u>2,32</u>	<u>1,94</u>	<u>4,02</u>	<u>3,37</u>	<u>2,94</u>	<u>2,45</u>
1,98		1,81	1,86	1,72	3,61	2,98	2,48	2,17	
Бинарный посев с люцерной		<u>1,91</u>	<u>1,76</u>	<u>1,74</u>	<u>1,68</u>	<u>4,18</u>	<u>3,70</u>	<u>2,61</u>	<u>2,38</u>
		1,62	1,41	1,78	1,39	3,08	2,60	2,16	1,80
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	1,17	1,06	1,47	1,08	2,77	2,10	1,80	1,41
Бинарный посев с донником		<u>2,06</u>	<u>1,78</u>	<u>1,79</u>	<u>1,69</u>	<u>3,37</u>	<u>2,98</u>	<u>2,41</u>	<u>2,15</u>
2,32		1,89	2,09	1,87	2,97	2,46	2,46	2,07	
Бинарный посев с люцерной		<u>2,44</u>	<u>2,14</u>	<u>2,03</u>	<u>1,78</u>	<u>3,03</u>	<u>2,58</u>	<u>2,50</u>	<u>2,17</u>
		2,09	1,99	1,92	1,74	3,06	2,65	2,36	2,13
НСР ₀₅		0,35	0,14	0,24	0,20	0,51	0,27		

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

При возделывании подсолнечника как в одновидовом, так и в бинарных посевах с бобовыми травами к концу вегетации наблюдалось уменьшение количества агрономически ценных структурных агрегатов (0,25-10 мм) в слое почвы 0-30 см (табл. 16).

В относительно засушливом 2011 году ко времени уборки подсолнечника по всем вариантам увеличилось долевое участие глыбистой фракции (>10 мм) и фракции пыли (<0,25 мм).

Таблица 16. Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав почвы под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Количество агрегатов (%) различных фракций								
		2011 г.			2012 г.			2013 г.		
		0,25 -10	< 0,25	>10	0,25 -10	< 0,25	>10	0,25 -10	< 0,25	>10
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	<u>70,1</u>	<u>2,6</u>	<u>27,3</u>	<u>72,5</u>	<u>2,8</u>	<u>24,7</u>	<u>79,8</u>	<u>3,1</u>	<u>17,1</u>
		65,7	2,6	31,7	64,3	2,9	32,8	75,0	3,7	21,3
		<u>73,5</u>	<u>2,5</u>	<u>24,0</u>	<u>71,6</u>	<u>3,5</u>	<u>24,9</u>	<u>83,6</u>	<u>3,3</u>	<u>13,1</u>
		69,5	3,1	27,4	67,2	3,1	29,7	80,9	3,4	15,7
		<u>70,8</u>	<u>2,5</u>	<u>26,7</u>	<u>68,8</u>	<u>3,1</u>	<u>28,1</u>	<u>82,8</u>	<u>2,9</u>	<u>14,3</u>
Бинарный посев с донником по редьке	вспашка, 20-22 см	69,1	2,7	28,2	65,8	2,8	31,4	80,1	3,3	16,6
Бинарный посев с донником по горчице		<u>68,4</u>	<u>2,5</u>	<u>29,1</u>	<u>67,3</u>	<u>2,6</u>	<u>30,1</u>	<u>81,9</u>	<u>4,4</u>	<u>13,7</u>
Бинарный посев с люцерной по редьке		65,4	3,0	31,6	61,4	3,0	35,6	80,1	4,3	15,6
Бинарный посев с люцерной по горчице		<u>66,4</u>	<u>2,7</u>	<u>30,9</u>	<u>69,8</u>	<u>2,5</u>	<u>27,7</u>	<u>78,7</u>	<u>3,3</u>	<u>18,0</u>
		64,9	2,3	32,8	65,5	2,1	32,4	74,9	4,0	21,1
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	<u>71,1</u>	<u>2,0</u>	<u>26,9</u>	<u>67,9</u>	<u>3,2</u>	<u>28,9</u>	<u>78,5</u>	<u>2,6</u>	<u>18,9</u>
Бинарный посев с донником по редьке.		67,1	2,9	30,0	63,5	3,2	33,3	73,7	3,1	23,2
Бинарный посев с донником по горчице		<u>71,3</u>	<u>1,9</u>	<u>26,8</u>	<u>69,9</u>	<u>1,9</u>	<u>28,2</u>	<u>80,1</u>	<u>3,0</u>	<u>16,9</u>
Бинарный посев с люцерной по редьке		67,0	1,9	31,1	66,0	2,1	31,9	77,1	3,4	19,5
Бинарный посев с синей по горчице		<u>66,4</u>	<u>2,5</u>	<u>31,1</u>	<u>65,0</u>	<u>2,9</u>	<u>32,1</u>	<u>78,3</u>	<u>2,7</u>	<u>19,0</u>
	64,4	2,6	33,0	63,3	2,3	34,4	74,9	2,5	22,6	
Одновидовой посев	плоскорез. обр., 20-22см	<u>65,6</u>	<u>4,2</u>	<u>30,2</u>	<u>63,5</u>	<u>3,7</u>	<u>32,8</u>	<u>80,7</u>	<u>3,3</u>	<u>16,0</u>
Бинарный посев с донником по редьке		63,8	3,5	32,7	62,7	3,5	33,8	78,7	3,5	17,8
Бинарный посев с донником по горчице		<u>61,9</u>	<u>4,8</u>	<u>33,3</u>	<u>64,0</u>	<u>4,8</u>	<u>31,2</u>	<u>75,5</u>	<u>3,9</u>	<u>20,6</u>
Бинарный посев с люцерной по редьке		58,5	5,1	36,4	58,1	4,7	37,2	72,2	4,1	23,7
Бинарный посев с люцерной по горчице		<u>54,0</u>	<u>2,1</u>	<u>43,9</u>	<u>59,6</u>	<u>2,6</u>	<u>37,8</u>	<u>73,5</u>	<u>1,8</u>	<u>24,7</u>
	51,4	2,3	46,3	51,9	2,9	45,2	67,7	2,6	29,7	
Одновидовой посев	плоскорез. обр., 20-22см	<u>67,3</u>	<u>2,8</u>	<u>29,9</u>	<u>64,2</u>	<u>3,4</u>	<u>32,4</u>	<u>77,1</u>	<u>2,8</u>	<u>20,1</u>
Бинарный посев с донником по редьке		64,0	2,9	33,1	62,9	2,9	34,2	74,9	2,7	22,4
Бинарный посев с донником по горчице		<u>69,9</u>	<u>3,0</u>	<u>27,1</u>	<u>67,6</u>	<u>3,3</u>	<u>29,1</u>	<u>74,8</u>	<u>2,0</u>	<u>23,2</u>
Бинарный посев с люцерной по редьке		65,4	3,6	31,0	65,2	3,4	31,4	71,1	2,5	26,4
Бинарный посев с люцерной по горчице		<u>70,9</u>	<u>2,7</u>	<u>26,4</u>	<u>67,0</u>	<u>2,8</u>	<u>30,2</u>	<u>75,2</u>	<u>1,7</u>	<u>23,1</u>
	68,2	2,8	29,0	64,0	2,8	33,2	72,1	2,4	25,5	
Одновидовой посев	плоскорез. обр., 20-22см	<u>67,7</u>	<u>3,2</u>	<u>29,1</u>	<u>65,8</u>	<u>3,6</u>	<u>30,6</u>	<u>75,4</u>	<u>3,1</u>	<u>21,5</u>
Бинарный посев с люцерной по горчице		66,5	3,0	30,5	63,5	3,3	33,2	72,6	3,6	23,8

Примечание: над чертой – всходы, под чертой – полная спелость

На контроле увеличение доли глыбистой фракции составило 16,1%, на варианте бинарного посева подсолнечника с донником по редьке масличной при проведении вспашки – 14,2%, по фону дисковой обработки – 16,0%, а при размещении этого варианта по горчице белой при проведении плоско-резной обработки – 14,4%.

Бинарные посева подсолнечника с люцерной синей, размещённые как по редьке, так и по горчице по всем вариантам обработки почвы, характеризуются меньшим процентом увеличения доли глыбистой фракции – на 4,8 - 9,8%, что меньше, чем на контроле, на 6,3-11,3%.

На контроле уменьшение доли пылеватой фракции не наблюдалось, тогда как в посевах подсолнечника с люцерной при использовании сидерата из горчицы белой оно составило 14,8% на фоне вспашки и 6,2% – при плоско-резной обработке, а при использовании редечного сидерата при дисковании – 16,7%.

В избыточно увлажнённые годы по всем изучаемым вариантам наблюдается увеличение доли глыбистой фракции ко времени созревания подсолнечника, так же как и при засушливых условиях, но при этом доля глыбистой фракции в слое почвы 0-30 см увеличивалась в меньшей степени по сравнению с контрольным вариантом. Так, если в среднем за 2012-2013 годы на контрольном варианте одновидового посева по сравнению с весенними показателями увеличение доли фракции >10 мм составило 28,7%, то на вариантах бинарных посевов оно колебалось от 3,0 до 19,8%, что в среднем по всем вариантам составило 13,1%.

Доля пылеватой фракции в избыточно влажные годы на контроле увеличивалась в среднем на 11,4%, что и обеспечило в конечном итоге более сильное уменьшение количества агрономически ценных агрегатов (в среднем за 2 года на 8,6%). В бинарных посевах к концу вегетации подсолнечника снижение количества агрегатов размером менее 0,25 мм наблюдалось на варианте с донником по горчице белой при дисковании (в среднем за два года

на 14,0%) и по редьке масличной при плоскорезной обработке (в среднем за два года на 9,2%).

При проведении структурно-агрегатного анализа было также установлено, что с глубиной почвы содержание глыбистой фракции увеличивается, а доля фракции пыли понижается (приложения 13-15).

Таким образом, в течение вегетации подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами по фону пожнивной сидерации (по сравнению с одновидовым посевом) существующая структура почвы слоя 0-30 см сохраняется лучше. Это выражается в незначительном уменьшении коэффициента структурности за счёт меньшего распыления почвы и меньшего образования глыбистой фракции. В бинарных посевах подсолнечника с бобовыми травами выявилось их преимущество по сравнению с одновидовым посевом в отношении лучшего сохранения агрономически ценных структурных агрегатов почвы.

3.4. Водопрочность почвенных агрегатов

Агрономически ценной считается почва, обладающая не только механической прочностью, но и водопрочностью, то есть способностью почвенных агрегатов длительное время противостоять размывающему действию воды. Такие агрегаты имеют высокую пористость (более 45%), в них легко впитывается вода, а так же легко проникают корневые волоски растений. Благодаря наличию в почве таких водопрочных агрегатов в ней обеспечивается благоприятный водно-воздушный режим.

Анализ водопрочности почвенных агрегатов показал, что в среднем за три года исследований варианты бинарных посевов подсолнечника способствовали увеличению количества водопрочных агрегатов к концу вегетационного периода культуры (табл. 17).

Исключение составляют варианты бинарных посевов подсолнечника, размещённые по редьке масличной при проведении дисковой обработки.

Здесь в среднем за рассматриваемый период отмечали снижение количества водопрочных агрегатов на 0,61% при посеве подсолнечника с донником и на 2,03% – при посеве с люцерной. Однако это снижение было значительно меньше, чем на контроле (3,00%). Более заметным уменьшение количества водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы (на 2,95%) было в бинарном посеве подсолнечника и люцерны с использованием горчичного сидерата при проведении плоскорезной обработки.

Таблица 17 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на водопрочность почвенных агрегатов под подсолнечником в начале и конце вегетации, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Количество водопрочных агрегатов, %							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	79,66	78,04	81,53	80,20	81,63	79,01	80,94	79,08
		<u>76,57</u>	<u>78,34</u>	<u>74,27</u>	<u>74,22</u>	<u>79,59</u>	<u>82,11</u>	<u>76,81</u>	<u>78,22</u>
		74,07	71,88	76,23	75,64	79,60	84,48	76,63	77,33
Бинарный посев с донником		<u>75,80</u>	<u>77,65</u>	<u>78,50</u>	<u>77,47</u>	<u>79,61</u>	<u>81,14</u>	<u>77,97</u>	<u>78,75</u>
		77,07	79,92	78,00	76,40	73,04	77,79	76,04	78,04
Бинарный посев с люцерной		<u>77,00</u>	<u>75,79</u>	<u>82,00</u>	<u>79,08</u>	<u>83,01</u>	<u>82,21</u>	<u>80,67</u>	<u>79,03</u>
		80,06	80,26	81,31	81,43	79,75	81,52	80,37	81,07
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	82,96	80,45	84,23	83,21	84,18	77,08	83,79	80,25
Бинарный посев с донником		<u>75,09</u>	<u>76,12</u>	<u>83,30</u>	<u>80,19</u>	<u>84,13</u>	<u>84,74</u>	<u>80,84</u>	<u>80,35</u>
		76,68	77,87	76,39	76,13	81,13	82,82	78,07	78,94
Бинарный посев с люцерной		<u>77,00</u>	<u>75,79</u>	<u>82,00</u>	<u>79,08</u>	<u>83,01</u>	<u>82,21</u>	<u>80,67</u>	<u>79,03</u>
		80,06	80,26	81,31	81,43	79,75	81,52	80,37	81,07
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	78,22	78,19	80,59	79,74	81,99	78,99	80,27	78,97
Бинарный посев с донником		<u>80,55</u>	<u>80,52</u>	<u>81,64</u>	<u>81,64</u>	<u>81,83</u>	<u>83,65</u>	<u>81,34</u>	<u>81,94</u>
		77,95	77,98	78,74	78,28	80,86	83,70	79,18	79,99
Бинарный посев с люцерной		<u>79,08</u>	<u>78,02</u>	<u>81,23</u>	<u>82,93</u>	<u>78,68</u>	<u>81,70</u>	<u>79,66</u>	<u>80,88</u>
		85,59	79,44	79,52	79,25	80,49	79,65	81,87	79,45
НСР ₀₅		2,05	1,21	4,03	2,95	4,83	2,78		

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Увеличение водопрочности почвы на всех изучаемых вариантах применения приёмов биологизации наблюдалось при проведении вспашки. К

к концу вегетационного периода подсолнечника количество водопрочных агрегатов в слое почвы 0-30 см увеличилось здесь на 0,91-2,63%. По дисковой обработке увеличение количества водопрочных агрегатов в данном слое было только по вариантам размещения посева по горчице белой – на 0,87-1,11%. При плоскорезной обработке уменьшение количества водопрочных агрегатов было только в бинарном посеве подсолнечника и люцерны при использовании в качестве пожнивного сидерата горчицы белой. На остальных вариантах бинарных посевов было увеличение данного показателя на 0,74-1,53%.

Изменение водопрочности структурных агрегатов по годам неоднородно, но можно выделить несколько закономерностей. Во все годы исследования при различных климатических условиях все варианты одновидового посева подсолнечника уменьшали количество водопрочных агрегатов почвы в слое 0-30 см к концу вегетационного периода. Стабильно уменьшение водопрочности почвы наблюдалось в бинарных посевах подсолнечника с люцерной, размещённых по редьке масличной при дисковании и по горчице белой при плоскорезной обработке. Так, в первом случае уменьшение количества водопрочных агрегатов в слое почвы 0-30 см колебалось по годам от 0,96 до 3,56%, а во втором случае – от 0,34 до 7,18%.

Можно отметить, что в более глубоких слоях почвы количество водопрочных агрегатов увеличивается (приложения 16-18). Так, в слое почвы 20-30 см по всем изучаемым вариантам водопрочных агрегатов содержалось больше, чем в слоях 10-20 и 0-10 см. Наименьшее количество водопрочных агрегатов отмечено в верхнем посевном слое почвы (0-10 см).

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарных посевах при их размещении по пожнивным сидератам способствует увеличению водопрочности почвенных агрегатов в слое почвы 0-30 см.

3.5. Динамика детрита

Детрит является одним из компонентов органического вещества почвы, который относительно легко минерализуется и служит непосредственным источником элементов питания, энергетического материала, физиологически активных веществ, а также участвует в образовании агрономически ценной структуры. Важным условием сохранения основной части гумуса почвы и предотвращения развития различных негативных явлений является систематическое пополнение фонда лабильных органических веществ, что в данной исследовательской работе было осуществлено посредством оставления в поле нетоварной части урожая ячменя, применения пожнивной сидерации и посева многолетних трав в качестве бинарных компонентов посева подсолнечника.

В среднем за годы исследований существенно большее содержание детрита в слое почвы 0-30 см в период всходов подсолнечника было отмечено в одновидовых посевах подсолнечника (рис. 3).

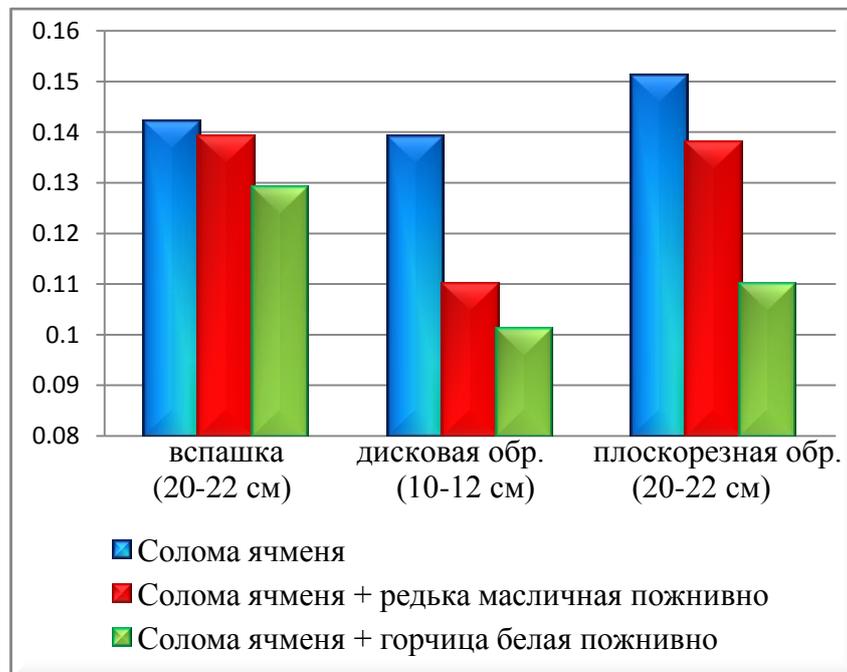


Рисунок 3 – Содержание детрита (%) в слое почвы 0-30 см в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, ср. за 2011-2013 гг.

Существенно же большее содержание детрита на вариантах с применением приёмов биологизации наблюдалось только в 2013 году при размещении бинарного посева подсолнечника по сидеральной редьке масличной на фоне вспашки. Оно составило 0,140%, что было на 25% больше, чем на контроле. В 2011 и 2012 годах содержание детрита на момент всходов подсолнечника на вариантах с пожнивными сидератами не превышало контрольные показатели.

В среднем за годы исследований в процессе вегетации подсолнечника на вариантах его одновидовых посевов в слое почвы 0-30 см наблюдалось уменьшение содержания детрита, которое по вариантам обработки почвы колебалось от 22,3 до 30,3% (табл. 18). При этом на контрольном варианте данное снижение было максимальным и составило 30,3%.

Все варианты бинарных посевов характеризовались увеличением содержания в почве детрита к моменту уборки подсолнечника, причём данная тенденция проявлялась во все годы исследования (приложение 19).

Существенные различия в увеличении количества детрита к концу вегетационного периода подсолнечника проявились на изучаемых вариантах при различных приёмах основной обработки почвы.

При проведении вспашки после предварительной заделки сидеральной массы в почву наиболее высокая прибавка детрита была отмечена на варианте применения в качестве пожнивного сидерата редьки масличной – 36,7-45,0% (в зависимости от бинарного компонента). Использование же для поживной сидерации горчицы белой не обеспечило такого же большого увеличения содержания детрита в почве, оно составило только 11,0-11,4%.

При дисковой основной обработке почвы наибольшим процентом увеличения содержания в слое почвы 0-30 см детрита отличился бинарный посев подсолнечника и донника при использовании в качестве сидерата редьки масличной (51,5%), а также посев подсолнечника с люцерной по сидеральной горчице (74,7%).

Таблица 18 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание в ней детрита в начале и конце вегетации подсолнечника, слой почвы 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание детрита, %							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		сред.	
		всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспапка, 20-22 см	0,155	0,103	0,160	0,113	0,112	0,082	0,142	0,099
Бинарный посев с донником		<u>0,185</u>	<u>0,185</u>	<u>0,120</u>	<u>0,275</u>	<u>0,144</u>	<u>0,155</u>	<u>0,150</u>	<u>0,205</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>0,128</u>	<u>0,183</u>	<u>0,122</u>	<u>0,232</u>	<u>0,137</u>	<u>0,145</u>	<u>0,129</u>	<u>0,187</u>
		0,123	0,160	0,137	0,135	0,122	0,129	0,127	0,141
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	0,157	0,113	0,148	0,125	0,112	0,086	0,139	0,108
Бинарный посев с донником		<u>0,077</u>	<u>0,220</u>	<u>0,123</u>	<u>0,133</u>	<u>0,109</u>	<u>0,114</u>	<u>0,103</u>	<u>0,156</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>0,122</u>	<u>0,232</u>	<u>0,122</u>	<u>0,143</u>	<u>0,109</u>	<u>0,117</u>	<u>0,118</u>	<u>0,164</u>
		0,053	0,228	0,118	0,150	0,102	0,098	0,091	0,159
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см,	0,180	0,133	0,165	0,105	0,107	0,089	0,151	0,109
Бинарный посев с донником		<u>0,140</u>	<u>0,198</u>	<u>0,160</u>	<u>0,188</u>	<u>0,119</u>	<u>0,126</u>	<u>0,140</u>	<u>0,171</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>0,095</u>	<u>0,178</u>	<u>0,152</u>	<u>0,172</u>	<u>0,091</u>	<u>0,095</u>	<u>0,113</u>	<u>0,148</u>
		0,095	0,332	0,127	0,162	0,099	0,102	0,107	0,199
НСР ₀₅		0,010	0,020	0,010	0,010	0,031	0,034		

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

При плоскорезной обработке почвы наибольшие показатели увеличения содержания детрита в слое почвы 0-30 см отмечены в бинарных посевах подсолнечника по горчице белой – на 31% при совместном посеве с донником и на 86% – с люцерной. Бинарный посев подсолнечника и люцерны синей по редьке масличной тоже характеризуется довольно большим (53,3%) процентом увеличения детрита ко времени созревания подсолнечника.

При рассмотрении динамики детрита в отдельные годы исследований можно отметить, что наибольшее увеличение его содержания в слое почвы 0-30 см отмечено в год с низким значением ГТК. Так, в 2011 году при ГТК –

1,0 увеличение содержания детрита на вариантах бинарных посевов колебалось от 16,5 до 330,2 %. При этом наибольшим увеличением показателя характеризовался бинарный посев подсолнечника и люцерны, размещённый по сидеральной горчице, при проведении дисковой и плоскорезной обработок.

С повышением ГТК степень увеличения количества детрита в почве уменьшалась. Так, при ГТК – 1,6 прибавка детрита по вариантам бинарных посевов колебалась от 2,4 до 28,9%, а при ГТК – 2,3 – от 1,9 до 26,3%.

Исключение составляют варианты бинарных посевов, размещённые по редке масличной при проведении вспашки, где в 2012 году по сравнению с 2011 годом отмечалось более интенсивное увеличение содержания детрита к концу вегетации подсолнечника. Так, на варианте с донником оно составило 129,2, а с люцерной – 90,2%, тогда как в 2011 году – не превышало 43%.

Снижение содержания в пахотном слое почвы детрита на вариантах возделывания подсолнечника с применением в качестве органического удобрения только соломы ячменя было связано со сравнительно небольшим поступлением в почву растительных остатков. Кроме того, проведение между-рядных обработок вызвало усиление процессов минерализации органического вещества, что привело к снижению содержания в почве детрита.

Совместное использование соломы ячменя и пожнивных сидеральных культур в комплексе с применением бобовых трав в качестве бинарных компонентов посева подсолнечника обеспечило существенное увеличение количества поступающих в почву растительных остатков. При дальнейшей трансформации этих растительных остатков содержание в почве детрита повысилось.

3.6. Содержание гумуса

Гумус почвы представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений, которые образуются при разложении и гумификации органических остатков и продуктов жизнедеятельности живых организмов. Он служит основным источником энергии для процессов превращения, био-

синтетических и органо-минеральных реакций, жизнедеятельности микроорганизмов. Общеизвестно огромное положительное влияние гумуса на протекающие в почве процессы, на формирование благоприятных режимов почвы, на улучшение основных её свойств.

Гумус является источником основных питательных веществ, важнейшим фактором образования прочной почвенной структуры. Он увеличивает буферность почвы, её влагоудерживающую и поглонительную способность, повышает биологическую активность почвы и оказывает благоприятное стимулирующее действие на рост растений [126].

Одними из главных причин снижения запасов гумуса в почве являются уменьшение количества поступающих в почву растительных остатков и усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки почвы. Поэтому очень важное значение имеют мероприятия, направленные на сохранение и восстановление запасов гумуса в почве.

Для поддержания в почве бездефицитного баланса гумуса необходимо использовать все виды органических удобрений (солому, сидераты, пожнивно-корневые остатки растений, бобовые травы) и применять рациональную обработку почвы.

В рамках проведенной исследовательской работы было определено изменение содержания гумуса в почве в севообороте, в котором проходило исследование бинарных посевов подсолнечника при их размещении по пожнивным сидератам (табл. 19).

Севооборот № 1 (контроль): чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза (контроль – вспашка). Севооборот № 2: сидеральный донниковый пар – озимая пшеница – ячмень – бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым/кукуруза (по пожнивным сидеральным посевам редьки и горчицы). Севооборот № 3: занятый пар (люцерна синяя) – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей – ячмень – бинарный посев подсолнечника с люцерной синей/кукуруза (по пожнивным сидеральным посевам редьки и горчицы).

Таблица 19 – Влияние приёмов биологизации и основной обработки почвы на содержание гумуса в слое почвы 0-30 см в различных севооборотах, 2010-2013 гг.

Варианты		Содержание гумуса, %		
		2010 г.	2013 г.	+/-
Севооборот №1	вспашка, 20-22 см	5,7	5,4	-0,3
Севооборот №2		<u>5,6</u>	<u>5,5</u>	<u>-0,1</u>
Севооборот №3		5,6	5,4	-0,2
Севооборот №1	дисковая об- работка, 10-12 см	<u>5,7</u>	<u>5,5</u>	<u>-0,2</u>
Севооборот №2		5,8	5,6	-0,2
Севооборот №3		<u>5,6</u>	<u>5,8</u>	<u>0,2</u>
Севооборот №1	плоскорезная обработка, 20-22 см	5,5	5,7	0,2
Севооборот №2		<u>5,5</u>	<u>5,8</u>	<u>0,3</u>
Севооборот №3		5,7	5,8	0,1
НСР ₀₅		5,8	5,7	-0,1
		<u>5,6</u>	<u>5,8</u>	<u>0,2</u>
		5,5	5,7	0,2
		<u>5,6</u>	<u>5,8</u>	<u>0,2</u>
		5,7	5,8	0,1
		0,15	0,14	

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Согласно полученным данным, в течение одной ротации исследуемых звеньев севооборота на варианте севооборота №1, то есть севооборота без пожнивных сидератов и бобовых трав, наблюдается снижение количества гумуса в слое почвы 0-30 см по всем вариантам обработки почвы. Уменьшение данного показателя на варианте контрольного севооборота составило 0,3 абс.%, или 5,3% от исходных значений.

Снижение запасов гумуса в почве в течение одной ротации севооборота без применения комплекса приёмов биологизации связано с ежегодным отчуждением большей части сформированного культурными растениями урожая, сопровождающимся интенсивным выносом основных элементов питания.

Использование в качестве источников органического вещества соломы злаковых культур и пожнивных сидератов, зелёной массы донника жёлтого в

сидеральном пару, бобово-злаковой соломы и пожнивно-корневых остатков бинарного посева озимой пшеницы с люцерной синей способствовало существенному увеличению запасов органического вещества в почве.

Совместное использование соломы ячменя и пожнивных сидератов обеспечивало высокие темпы разложения растительных остатков. Существенное увеличение интенсивности разложения растительных остатков происходит также при заделке в почву соломы озимой пшеницы совместно с биомассой люцерны синей. Использование в качестве зелёного удобрения донника жёлтого не только обогащает почву органическим веществом, но и обеспечивает более интенсивное разложение растительных остатков подсолнечника.

Благодаря этому севооборот №2 характеризуется увеличением запасов гумуса в слое почвы 0-30 см к концу ротационного периода при дисковой и плоскорезной обработках – на 0,2 абс.%, или на 3,6% от его запасов на начало исследований. В севообороте №3 с люцерной синей увеличение запасов гумуса также отмечалось только по фону дисковой и плоскорезной обработок – на 0,1-0,3 абс.%, или на 1,7-5,4% от исходных значений.

По фону вспашки под подсолнечник запасы гумуса в севооборотах №2 и №3 снижались на 0,1-0,2 абс.%, или на 1,8-3,6% от исходных значений, что всё же было существенно ниже (на 3,5-1,7%) уменьшения запасов гумуса на контроле. Снижение запасов гумуса в слое почвы 0-30 см при проведении в качестве приёма основной обработки почвы вспашки было связано, по всей видимости, с усилением окислительных процессов при интенсивном рыхлении почвы.

Таким образом, при возделывании подсолнечника в севооборотах №2 (с донником жёлтым) и №3 (с люцерной синей) при размещении посева как по редьке масличной, так и по горчице белой при проведении дисковой и плоскорезной обработок прослеживается положительное влияние изучаемых приёмов биологизации на запасы гумуса в слое почвы 0-30 см.

4. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ПРИЁМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК НА СОДЕРЖАНИЕ В НЕЙ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

4.1. Динамика подвижного фосфора

Фосфор – это важный элемент питания растений. В растительной клетке он играет исключительно важную роль в энергетическом обмене, участвует в разнообразных процессах обмена веществ, деления и размножения. Особенно велика роль этого элемента в углеводном обмене, в процессах фотосинтеза, дыхания и брожения. Большое значение имеет достаточное обеспечение растений фосфором и в период формирования репродуктивных органов – ускоряется их образование и созревание, повышаются урожай и его качество.

В почве фосфор находится в верхних слоях почвы, где аккумулируется в результате микробиологических процессов и является невозобновляемым ресурсом. Он обладает способностью переходить в фиксированное состояние, имеющее постоянную стабильность. Основная его масса находится в почве в форме минеральных и органических соединений, недоступных для растений. Примерно половина фосфора в чернозёмных почвах связана с органическим веществом [37].

Недоступные для растений минеральные и органические соединения фосфора переходят в усвояемые очень медленно. Несмотря на большие общие запасы фосфора, его усвояемых соединений в почве содержится обычно мало, и чтобы получить высокий урожай, необходимо обеспечить регулирование расходной части этого элемента питания, то есть сокращение его потерь. Кроме того, необходимо создание оптимальных условий для расширенного воспроизводства почвы, что может быть достигнуто путём введения в севообороты бобовых, промежуточных и сидеральных культур.

При рассмотрении влияния изучаемых пожнивных сидератов на запас подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см на момент всходов подсолнечника

было установлено, что в засушливый 2011 год существенных отклонений от показателя контрольного варианта не было (табл. 20).

Таблица 20 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёмов биологизации и основной обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Солома ячменя (контроль)	вспашка, 20-22 см	90	184	163	146
Солома ячменя + редька пожнивно		86	207	133	142
Солома ячменя + горчица пожнивно		88	233	139	153
Солома ячменя	дисковая обр., 10-12 см	82	205	198	162
Солома ячменя + редька пожнивно		82	177	116	142
Солома ячменя + горчица пожнивно		81	179	153	138
Солома ячменя	плоскорезная обр., 20-22 см	90	216	151	152
Солома ячменя + редька пожнивно		83	209	106	133
Солома ячменя + горчица пожнивно		80	208	143	144
НСР ₀₅		13,92	25,97	10,38	

В годы же избыточно увлажнённые наблюдалось более заметное отклонение от контроля величины запаса подвижного фосфора на момент всходов основной культуры. Так, в 2012 году при ГТК – 1,6 при размещении бинарных посевов по вспашке существенно большее по сравнению с контролем содержание в почве подвижного фосфора было отмечено на варианте размещения посева по горчице белой, где оно составило 233 кг/га, что больше, чем на контроле, на 49 кг/га (при НСР₀₅ = 25,97). Отклонения в содержании фосфора в слое почвы 0-30 см на других вариантах оказались несущественными.

При ГТК – 2,3 (2013 г.) существенность отклонений в запасе подвижного фосфора в зависимости от пожнивного сидерата увеличивается. Так, по варианту вспашки и плоскорезной обработки меньшее по сравнению с контролем содержание в почве подвижного фосфора на момент всходов подсолнечника оказалось существенным как по варианту с редькой масличной, так и с горчицей белой. По варианту с дисковой обработкой существенно меньшее содержание подвижного фосфора было только на варианте с редькой масличной.

В дальнейшем (в начале цветения подсолнечника) по всем изучаемым вариантам отмечалось уменьшение содержания подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см (табл. 21). Наиболее интенсивным оно было на вариантах с проведением вспашки. Здесь уменьшение рассматриваемого показателя колебалось от 22,5 до 54,5%.

Более рациональным расходом подвижного фосфора за период от всходов до цветения характеризуется вариант бинарного посева с донником жёлтым, размещённый как по редьке масличной, так и по горчице белой при проведении дисковой обработки – соответственно 16,7 и 21%.

Замечено, что в основном наибольшее количество подвижного фосфора накапливается в верхнем (0-10 см) слое почвы. В нижележащих слоях наблюдается уменьшение его содержание (приложение 20).

В процессе дальнейшей вегетации подсолнечника ко времени его созревания в среднем за все годы исследований по всем изучаемым вариантам наблюдалось увеличение содержания подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см (табл. 21).

В то же время сформированные в почве к фазе полной спелости подсолнечника запасы подвижного фосфора были ниже, чем в начале вегетационного периода.

Таблица 21. Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на динамику подвижного фосфора в почве под подсолнечником, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы											
		2011 г.			2012 г.			2013 г.			среднее		
		всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспаха, 20-22 см	90	83	77	184	83	156	163	160	153	146	109	129
Бинарный посев с донником		<u>95</u> 93	<u>90</u> 70	<u>95</u> 43	<u>222</u> 215	<u>93</u> 104	<u>223</u> 198	<u>151</u> 126	<u>119</u> 123	<u>124</u> 122	<u>156</u> 145	<u>71</u> 99	<u>147</u> 121
Бинарный посев с люцерной		<u>78</u> 83	<u>73</u> 85	<u>82</u> 88	<u>192</u> 252	<u>106</u> 103	<u>201</u> 242	<u>116</u> 152	<u>122</u> 145	<u>127</u> 147	<u>129</u> 162	<u>100</u> 111	<u>137</u> 159
Одновидовой посев	дисквая обработка, ботка, 10-12 см	82	77	73	205	98	192	198	186	178	162	120	148
Бинарный посев с донником		<u>87</u> 87	<u>82</u> 82	<u>82</u> 73	<u>153</u> 181	<u>95</u> 110	<u>148</u> 167	<u>119</u> 145	<u>123</u> 136	<u>129</u> 139	<u>120</u> 138	<u>100</u> 109	<u>120</u> 126
Бинарный посев с люцерной		<u>77</u> 75	<u>62</u> 67	<u>67</u> 62	<u>202</u> 178	<u>105</u> 114	<u>187</u> 164	<u>114</u> 162	<u>116</u> 143	<u>128</u> 133	<u>131</u> 138	<u>94</u> 108	<u>127</u> 120
Одновидовой посев	плоскорезная обработка, 20-22 см	90	75	77	216	103	223	151	144	136	152	107	145
Бинарный посев с донником		<u>93</u> 93	<u>88</u> 85	<u>97</u> 82	<u>190</u> 190	<u>99</u> 102	<u>199</u> 177	<u>108</u> 142	<u>114</u> 136	<u>118</u> 137	<u>130</u> 142	<u>100</u> 108	<u>138</u> 132
Бинарный посев с люцерной		<u>73</u> 68	<u>67</u> 67	<u>72</u> 75	<u>228</u> 226	<u>101</u> 112	<u>230</u> 214	<u>104</u> 145	<u>116</u> 135	<u>131</u> 125	<u>135</u> 146	<u>95</u> 105	<u>144</u> 138
НСР ₀₅		15,94	15,47	15,02	29,34	17,41	23,97	11,12	15,38	19,57			

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Исключение составляли только варианты бинарных посевов подсолнечника с бобовыми травами, размещённые по пожнивной сидеральной редьке масличной на фоне плоскорезной обработки, а также при проведении вспашки на варианте с люцерной синей. Здесь наблюдалось увеличение содержания подвижного фосфора в почве по сравнению с его весенними запасами на 6,1-6,7%.

В бинарном посеве подсолнечника и донника по всем вариантам обработки почвы запасы подвижного фосфора в слое 0-30 см уменьшились на 7,0-16,5% при размещении посева по сидеральной горчице.

Размещение данного бинарного посева по редьке масличной сопровождается незначительным уменьшением (на 5,8%) содержания подвижного фосфора на фоне вспашки, его увеличением (на 6,1%) на фоне плоскорезной обработки и отсутствием каких-либо изменений при дисковании почвы.

В бинарном посеве подсолнечника и люцерны так же, как и в посеве с донником, содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см уменьшилось на 1,8-13% по всем вариантам обработки почвы при размещении посева по сидеральной горчице.

Варианты же размещения совместного посева подсолнечника с люцерной синей по пожнивной сидерации редьки масличной отличаются уменьшением содержания в почве подвижного фосфора на 3,0% только на фоне дисковой обработки, тогда как в контроле это уменьшение составило 11,6%.

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами при использовании пожнивной сидерации по сравнению с его одновидовым посевом обеспечивает более рациональный расход подвижного фосфора к концу его вегетации. Это связано не только с дополнительным поступлением в почву источников органического вещества (солома ячменя и зелёная масса пожнивных сидератов), но и с активностью корневой системы бобовых трав, обеспечивающей перевод недоступных для растений форм фосфора в доступные и мобилизацию их из нижележащих горизонтов в верхние, что бесспорно улучшает фосфорное питание подсолнечника.

4.2. Динамика обменного калия

Калий – один из важных для растений элементов питания. Он способствует передвижению питательных веществ в растениях, повышает их устойчивость к морозам, болезням, увеличивает прочность волокон.

В почвах калий находится преимущественно в недоступной или труднодоступной растениям форме. Под влиянием химического и биологического выветривания калий, содержащийся в таких минералах, как мусковит, биотит, нефелин, может постепенно, хотя и очень медленно, переходить в растворимое состояние. Такой процесс поступления калия в почву из труднодоступных минеральных соединений может удовлетворить потребность растений в этом элементе питания только при низких урожаях. При высокой же урожайности культур, сопровождаемой большим выносом калия из почвы, доступных его форм в почве для питания растений оказывается недостаточно [37].

Основной формой доступного растениям калия служит обменный калий, который адсорбируется на поверхности почвенных коллоидов. Его количество напрямую связано с механическим составом почвы: чем больше в почве мелкодисперсных частиц, тем больше в ней калия.

Способность почвы высвободить калий из труднодоступных форм минеральных соединений или фиксировать его зависит как от основных свойств и режимов почвы, так и от возделываемых культур и их биологических особенностей. Поэтому одной из задач земледелия является создание оптимальных условий для обеспечения возделываемых культурных растений доступными формами калия.

Нами было проведено изучение динамики обменного калия в слое почвы 0-30 см в зависимости от применяемых приёмов биологизации.

Обследование почвы на определение содержания в ней обменного калия в фазе всходов подсолнечника показало, что в различные годы исследо-

ваний применяемые пожнивные сидераты и обработка почвы не оказали существенного влияния на запасы обменного калия в слое 0-30 см (табл. 22).

Таблица 22 – Содержание обменного калия в слое почвы 0-30 см в фазе всходов подсолнечника в зависимости от пожнивного сидерата и обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание обменного калия, мг/кг почвы			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Солома ячменя (контроль)	вспашка, 20-22 см	154	223	194	190
Солома ячменя + редька пожнивно		141	187	155	161
Солома ячменя + горчица пожнивно		142	213	188	181
Солома ячменя	дисковая обр., 10-12 см	132	214	222	189
Солома ячменя + редька пожнивно		133	214	158	168
Солома ячменя + горчица пожнивно		134	203	171	169
Солома ячменя	плоскорезная обр., 20-22 см	148	202	199	183
Солома ячменя + редька пожнивно		135	214	172	174
Солома ячменя + горчица пожнивно		132	202	175	170
НСР ₀₅		21,83	17,38	22,07	

Так, на фоне вспашки довольно малым (161 мг/кг) по сравнению с контролем (190 мг/кг) содержанием обменного калия в слое почвы 0-30 см характеризовался вариант размещения посева подсолнечника по сидеральной редьке. Меньшим оно было и на фоне дискования по вариантам с применением в качестве пожнивного сидерата как редьки масличной, так и горчицы белой (168-169 мг/кг), а также при плоскорезной обработке – на варианте размещения посева по горчице (170 мг/кг).

В течение активной вегетации подсолнечника к моменту начала фазы цветения практически по всем изучаемым вариантам отмечено уменьшение содержания обменного калия в почве (табл. 23). Исключение составляет

только вариант бинарного посева подсолнечника с люцерной синей при размещении посева по горчице белой при проведении вспашки, где наблюдалось увеличение запасов K_2O на 7,3%.

В среднем за годы исследований к концу вегетации подсолнечника в одновидовом посеве отмечалось уменьшение содержания обменного калия в слое почвы 0-30 см по сравнению с весенними запасами. На контроле оно составило 4,2%.

Бинарный посев подсолнечника с донником характеризовался увеличением содержания обменного калия по всем вариантам обработки почвы, но только при использовании редьки масличной в качестве сидерата.

Так, на фоне вспашки содержание обменного калия к концу вегетации подсолнечника увеличилось на 6,1%, на фоне дисковой обработки – на 33,7%, а плоскорезной – на 59,6%.

В бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей при размещении его по сидеральной редьке также отмечено увеличение содержания обменного калия в почве по всем вариантам обработки почвы – от 5,3% при дисковании до 20,5% при плоскорезной обработке, что также значительно превышало контроль.

Использование горчицы белой в качестве пожнивной сидеральной культуры в комплексе с другими приёмами биологизации обеспечило увеличение содержания в почве обменного калия на 18,5% в бинарном посеве подсолнечника с люцерной при проведении вспашки и на 0,6% – при плоскорезной обработке. При дисковой же обработке запасы обменного калия в слое почвы 0-30 см ко времени уборки подсолнечника уменьшились на 5,3%.

Существенное уменьшение содержания обменного калия в почве наблюдалось и при использовании сидеральной горчицы в бинарном посеве подсолнечника и донника по всем вариантам обработки почвы.

Таблица 23 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на динамику обменного калия в почве под подсолнечником, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание обменного калия, мг/кг почвы											
		2011 г.			2012 г.			2013 г.			среднее		
		всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспаха, 20-22 см	154	149	148	223	147	216	194	178	181	190	158	182
Бинарный посев с донником		<u>151</u>	<u>132</u>	<u>142</u>	<u>191</u>	<u>122</u>	<u>196</u>	<u>149</u>	<u>157</u>	<u>183</u>	<u>164</u>	<u>137</u>	<u>174</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>130</u>	<u>143</u>	<u>176</u>	<u>183</u>	<u>121</u>	<u>198</u>	<u>161</u>	<u>167</u>	<u>174</u>	<u>158</u>	<u>144</u>	<u>183</u>
		133	274	274	212	127	216	188	171	142	178	191	211
Одновидовой посев	дискорез обработка, 10-12 см	132	127	134	214	137	212	222	190	202	189	151	183
Бинарный посев с донником		<u>123</u>	<u>126</u>	<u>312</u>	<u>219</u>	<u>125</u>	<u>208</u>	<u>164</u>	<u>160</u>	<u>159</u>	<u>169</u>	<u>137</u>	<u>226</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>143</u>	<u>157</u>	<u>172</u>	<u>208</u>	<u>123</u>	<u>199</u>	<u>152</u>	<u>159</u>	<u>161</u>	<u>168</u>	<u>146</u>	<u>177</u>
		145	101	135	183	128	188	175	164	155	168	131	159
Одновидовой посев	плоскорез. обработка, 20-22 см	148	136	160	202	132	161	199	190	182	183	153	168
Бинарный посев с донником		<u>132</u>	<u>158</u>	<u>421</u>	<u>214</u>	<u>118</u>	<u>224</u>	<u>181</u>	<u>182</u>	<u>197</u>	<u>176</u>	<u>153</u>	<u>281</u>
Бинарный посев с люцерной		<u>138</u>	<u>117</u>	<u>173</u>	<u>213</u>	<u>124</u>	<u>247</u>	<u>163</u>	<u>165</u>	<u>198</u>	<u>171</u>	<u>135</u>	<u>206</u>
		135	156	156	190	156	196	195	174	171	173	162	174
НСР ₀₅		27,48	31,61	33,11	17,86	25,81	29,72	30,76	37,21	31,33			

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Наименьшее снижение K_2O (8,5%) было отмечено по фону плоскорезной обработки. С увеличением глубины основной обработки почвы проявилось более заметное уменьшение запасов обменного калия. Так, при дисковой обработке оно составило 9,3%, а при вспашке – 17,4%.

Выявлено, что как в засушливые, так и избыточно влажные годы, при размещении посева подсолнечника с донником по сидеральной горчице по всем фонам обработки почвы содержание обменного калия уменьшилось на 0,9-37,7%, а на контроле это уменьшение не превышало 6,7%.

Стабильное по годам увеличение содержания в почве обменного калия наблюдалось на вариантах бинарного посева подсолнечника с люцерной си-ней при размещении посевов по сидеральной редьке. Это было отмечено на всех фонах обработки почвы.

В засушливый год увеличение содержания обменного калия в слое почвы 0-30 см к концу вегетации подсолнечника было значительно большим, чем в избыточно увлажнённые годы. Так, в 2011 году при ГТК – 1,0 увеличение содержания калия на данном варианте в зависимости от изучаемых приёмов основной обработки почвы колебалось от 20,3 до 35,4%, а при увеличении ГТК до 1,6-2,3 оно не превышало 21,5%.

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами на фоне применения в качестве пожнивного сидерата редьки масличной позволяет обеспечить не только более рациональный расход обменного калия в слое почвы 0-30 см, но и увеличить его запасы к концу вегетации.

По слоям почвы размещение запасов обменного калия было неоднородным (приложение 21). Зависимости его распределения по профилю почвы от изучаемых факторов не выявлено.

4.3. Содержание в почве нитратного азота

Основная масса содержащегося в почве азота сосредоточена в органическом веществе. Увеличение запасов азота в почве определяется интенсивностью его биологической аккумуляции из атмосферы.

Доступными для растений формами азота в почве являются, главным образом, ионы аммония и нитрат-ионы, которые образуются при разложении азотсодержащих органических веществ. Ион NH_4^+ легко поглощается почвой, часть его при этом переходит в фиксированное состояние и представляет собой необменную форму. Ион NO_3^- не поглощается почвой, легко вымывается в более глубокие её слои, находится преимущественно в почвенном растворе и легко используется растениями [13].

В наших исследованиях было установлено, что в 2011 году в фазе всходов подсолнечника существенные отклонения от контроля в содержании нитратного азота в слое почвы 0-30 см были обнаружены только в посевах подсолнечника, размещённого по сидеральной редьке на фоне дисковой обработки почвы. Здесь запасы нитратного азота превышали контрольные показатели на 5,4 мг/кг при $\text{НСР}_{05} = 4,52$ мг/кг почвы (табл. 24).

Во влажном 2013 году существенность различий в содержании в почве NO_3^- проявилась и на других вариантах. Так, большее содержание нитратного азота отмечено на вариантах с горчицей белой при проведении вспашки – на 3,6 мг/кг почвы, а также при размещении посевов по сидеральной редьке масличной при проведении плоскорезной обработки – на 2,0 мг/кг ($\text{НСР}_{05}=1,97$).

По варианту проведения дисковой обработки существенно большее по сравнению с контролем содержание в слое почвы 0-30 см нитратного азота было отмечено по обоим видам изучаемых пожнивных сидератов – на 3,3 мг/кг по редьке масличной и на 2,6 мг/кг по горчице белой.

Таблица 24 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в фазе всходов подсолнечника в зависимости от пожнивного сидерата и обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание нитратного азота, мг/кг почвы			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Солома ячменя (контроль)	вспаха, 20-22 см	11,6	8,9	11,4	10,6
Солома ячменя + редька пожнивно		13,9	8,0	12,5	11,5
Солома ячменя + горчица пожнивно		14,8	8,5	15,0	12,8
Солома ячменя	дисковая обр., 10-12 см	10,1	8,8	7,9	8,9
Солома ячменя + редька пожнивно		17,0	7,4	14,7	13,0
Солома ячменя + горчица пожнивно		15,0	7,7	14,0	12,2
Солома ячменя	плоскорезная обр., 20-22 см	11,5	9,0	12,5	11,0
Солома ячменя + редька пожнивно		13,6	7,1	13,4	11,4
Солома ячменя + горчица пожнивно		11,2	8,0	13,0	10,7
НСР ₀₅		4,52	0,99	1,97	

Было установлено, что ежегодно в течение вегетации подсолнечника по всем изучаемым вариантам наблюдалось снижение содержания в почве нитратного азота. Применение различных комплексов приёмов биологизации и основной обработки почвы при бинарном возделывании подсолнечника с бобовыми травами не выявило какой-то определённой закономерности ни в распределении нитратного азота по слоям почвы (приложение 22), ни в динамике запасов этого элемента в течение вегетационного периода (табл. 25).

Ко времени цветения подсолнечника по всем изучаемым вариантам в среднем за годы исследований содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см уменьшилось. В одновидовом контрольном посеве это уменьшение составило 83%.

Таблица 25 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на динамику содержания нитратного азота в почве под подсолнечником, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Варианты опыта		Содержание нитратного азота, мг/кг почвы											
		2011 г.			2012 г.			2013 г.			среднее		
		всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	11,6	2,3	9,7	8,9	2,2	1,9	11,4	0,8	1,2	10,6	1,8	1,8
		<u>11,1</u>	<u>3,7</u>	<u>9,6</u>	<u>6,8</u>	<u>2,3</u>	<u>2,2</u>	<u>13,3</u>	<u>2,3</u>	<u>1,8</u>	<u>10,4</u>	<u>2,8</u>	<u>2,6</u>
		15,6	6,6	12,8	8,6	2,5	1,9	14,8	2,1	1,7	13,0	3,7	3,4
Бинарный посев с донником		<u>16,8</u>	<u>2,9</u>	<u>10,4</u>	<u>9,2</u>	<u>3,1</u>	<u>3,1</u>	<u>11,8</u>	<u>1,8</u>	<u>1,4</u>	<u>12,6</u>	<u>2,6</u>	<u>2,5</u>
		14,1	0,6	11,5	8,4	4,1	3,5	15,2	1,8	1,9	12,6	2,2	2,0
Бинарный посев с люцерной		10,1	1,2	10,0	8,8	2,7	1,5	7,9	1,0	0,3	8,9	1,6	1,0
		<u>15,7</u>	<u>3,8</u>	<u>9,5</u>	<u>6,6</u>	<u>2,6</u>	<u>2,0</u>	<u>15,8</u>	<u>0,8</u>	<u>2,3</u>	<u>12,7</u>	<u>2,4</u>	<u>2,7</u>
Одновидовой посев	дисковая обработка, 10-12 см	16,0	3,8	9,3	7,6	3,0	1,9	11,2	2,0	1,7	11,6	2,9	1,7
		<u>18,3</u>	<u>3,3</u>	<u>9,4</u>	<u>8,2</u>	<u>2,7</u>	<u>2,9</u>	<u>13,7</u>	<u>1,5</u>	<u>1,7</u>	<u>13,4</u>	<u>2,5</u>	<u>2,6</u>
Бинарный посев с донником		14,0	3,1	10,8	7,9	3,0	4,0	16,8	1,5	1,6	12,9	2,5	2,9
		<u>14,0</u>	<u>3,1</u>	<u>10,8</u>	<u>7,9</u>	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>	<u>16,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1,6</u>	<u>12,9</u>	<u>2,5</u>	<u>2,9</u>
Бинарный посев с люцерной		11,5	2,7	10,5	9,0	2,8	2,0	12,5	0,7	0,2	11,0	2,1	1,6
		<u>16,2</u>	<u>1,2</u>	<u>7,9</u>	<u>6,6</u>	<u>2,9</u>	<u>2,1</u>	<u>14,9</u>	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>12,6</u>	<u>1,9</u>	<u>1,6</u>
Одновидовой посев	плоскорезная обработка, 20-22 см	10,7	1,8	10,3	6,5	1,9	2,1	12,9	2,4	2,0	10,0	2,0	2,0
		<u>11,1</u>	<u>2,9</u>	<u>10,0</u>	<u>7,6</u>	<u>2,3</u>	<u>2,0</u>	<u>12,0</u>	<u>1,8</u>	<u>2,0</u>	<u>10,2</u>	<u>2,3</u>	<u>2,3</u>
Бинарный посев с донником		11,7	1,8	11,8	9,6	3,0	2,4	13,1	1,8	1,9	11,5	2,2	2,0
		<u>11,7</u>	<u>1,8</u>	<u>11,8</u>	<u>9,6</u>	<u>3,0</u>	<u>2,4</u>	<u>13,1</u>	<u>1,8</u>	<u>1,9</u>	<u>11,5</u>	<u>2,2</u>	<u>2,0</u>
Бинарный посев с люцерной		6,33	1,03	2,73	1,21	1,02	0,84	2,70	0,73	0,65			
НСР ₀₅													

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Во всех бинарных посевах подсолнечника содержание NO_3^- в почве снижалось в меньшей степени. При этом при размещении бинарных посевов подсолнечника с донником по сидеральной горчице расход нитратного азота был меньше, чем на вариантах с редькой масличной. Так, по фону вспашки этот расход составил 71,5%, при дисковой обработке – 75%, а при плоскорезной – 80%, что на 11,5-3% меньше, чем на контрольном варианте.

К концу вегетационного периода подсолнечника при его бинарном посеве с люцерной синей наблюдается более рациональный по сравнению с контролем расход содержащегося в почве нитратного азота, который отмечен по всем вариантам обработки почвы. Так, в среднем за три года по фону вспашки уменьшение содержания нитратного азота в почве составило 80% (по редечному сидерату), при дисковой и плоскорезной обработках – соответственно 77,5-80,6% и 77,4-82,6%, что меньше, чем на контроле, на 3-5,6%.

Бинарные посева подсолнечника с донником также характеризуются меньшим (по сравнению с контролем) процентом снижения содержания в почве нитратного азота: 73,8-75% – по фону вспашки, 78,7% – по фону дискования при размещении посева по редьке масличной и 80% – по фону плоскорезной обработки при размещении посева по горчице белой, что было меньше показателей контроля на 3-9,2%.

При рассмотрении динамики нитратного азота в почве по годам следует отметить, что с увеличением увлажнённости почвы в период вегетации подсолнечника увеличивается и расход нитратного азота. Так, в 2011 году расход нитратного азота в одновидовом контрольном посеве составил 16,4%. В 2012 и 2013 годах при более влажных условиях расход NO_3^- увеличился до 78,6%, а при самых влажных условиях достиг 89,5%.

Подобная тенденция расхода нитратного азота в зависимости от условий увлажнённости вегетационного периода наблюдается и по вариантам бинарных посевов с применением пожнивной сидерации.

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами по фону совместного использования соломы ячменя и пож-

нивной сидерации (редьки и горчицы) способствует более рациональному расходу нитратного азота в слое почвы 0-30 см по сравнению с его однови-
довым посевом.

4.4. Содержание в почве аммиачного азота

Как уже отмечалось, аммиачный азот, как и нитратный, образуется при разложении азотсодержащих органических веществ. Аммиачная форма азота, в отличие от нитратной, хорошо поглощается почвой, меньше вымывается осадками и обладает более длительным действием.

К фазе полных всходов подсолнечника во все годы исследования по всем изучаемым приёмам биологизации и обработки почвы наблюдается меньшее по сравнению с контролем содержание в слое почвы 0-30 см аммиачного азота. И только на варианте размещения посевов подсолнечника по редьке масличной по фону дисковой обработки в 2011 и 2012 годах это отклонение от контрольных показателей было несущественным (табл. 26).

Таблица 26 – Содержание аммиачного азота в слое почвы 0-30 см в фазе всходов подсолнечника в зависимости от приёма биологизации и основной обработки почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание аммиачного азота, мг/кг почвы			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	сред.
Солома ячменя (контроль)	вспашка, 20-22 см	2,77	2,10	1,80	2,22
Солома ячменя + редька пожн.		0,89	1,30	1,27	1,15
Солома ячменя + горчица пожн.		0,19	0,98	1,28	0,82
Солома ячменя	дисковая обр., 10-12 см	2,21	1,89	1,39	1,83
Солома ячменя + редька пожн.		2,32	2,13	1,15	1,87
Солома ячменя + горчица пожн.		1,40	1,30	1,06	1,25
Солома ячменя	плоск. обработ., 20-22 см	1,13	3,00	1,09	1,74
Солома ячменя + редька пожн.		1,21	1,46	0,74	1,14
Солома ячменя + горчица пожн.		1,12	1,38	0,76	1,09
НСР ₀₅		0,82	0,31	1,12	

Дальнейший рост и развитие культурных растений сопровождались уменьшением содержания в почве аммиачного азота, которое на варианте одновидовых посевов уже к фазе цветения достигло 100% (табл. 27). Эта тенденция проявлялась во все годы исследований как в относительно засушливых, так и избыточно влажных условиях (приложение 23).

Наибольший расход аммиачного азота был отмечен при засушливых условиях, но не на всех вариантах. Так, 100% расходом NH_4^+ характеризуются варианты одновидового посева и бинарных посевов, размещённых по сидеральной горчице на фоне вспашки.

При плоскорезной обработке 100% расход аммиачного азота к фазе цветения подсолнечника отмечен на всех вариантах, за исключением бинарного посева с донником, размещённого по сидеральной редьке масличной, где не было отклонений от весенних запасов.

Наименьший расход аммиачного азота отмечен нами на фоне дисковой обработки почвы. Здесь уменьшение запасов NH_4^+ в почве не превышало 43,8%.

Более того, при дисковой обработке почвы в бинарном посеве подсолнечника с донником по сидеральной горчице отмечено даже увеличение содержания аммиачного азота на 22,5% в слое почвы 0-30 см.

Увеличение запаса аммиачного азота на 21,8% отмечено и в бинарном посеве подсолнечника с люцерной по сидеральной редьке масличной на фоне вспашки.

В избыточно же увлажнённый год ко времени цветения подсолнечника во всех вариантах опыта наблюдалось уменьшение содержания в почве аммиачного азота, но оно было существенно меньше, чем в контрольном варианте.

Таблица 27 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на динамику содержания аммиачного азота в почве под подсолнечником, слой 0-30 см, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Содержание аммиачного азота, мг/кг почвы											
		2011 г.			2012 г.			2013 г.			среднее		
		всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.	всходы	цветение	пол. спел.
Одновидовой посев (контроль)	впашка, 20-22 см	2,77	следы	1,26	2,10	следы	следы	1,80	следы	следы	2,22	следы	следы
Бинарный посев с донником		<u>1,00</u> 0,04	<u>0,04</u> следы	<u>1,15</u> 1,06	<u>1,32</u> 1,30	<u>0,32</u> 0,49	<u>0,02</u> следы	<u>1,52</u> 0,98	<u>0,19</u> 0,30	<u>следы</u> следы	<u>1,28</u> 0,77	<u>0,18</u> 0,26	<u>0,02</u> следы
Бинарный посев с люцерной		<u>0,78</u> 0,35	<u>0,95</u> следы	<u>0,70</u> 0,63	<u>1,29</u> 0,66	<u>0,30</u> 0,56	<u>0,35</u> 0,37	<u>1,03</u> 1,58	<u>0,40</u> 0,42	<u>следы</u> следы	<u>1,03</u> 0,86	<u>0,55</u> 0,33	<u>0,43</u> 0,12
Одновидовой посев	дискорезная обработка, 10-12 см	2,21	следы	0,61	1,89	следы	следы	1,39	следы	следы	1,83	следы	следы
Бинарный посев с донником		<u>2,95</u> 1,73	<u>2,12</u> 2,12	<u>1,34</u> 1,06	<u>2,97</u> 1,45	<u>0,40</u> 0,39	<u>1,15</u> следы	<u>1,55</u> 1,04	<u>0,40</u> 0,39	<u>следы</u> следы	<u>2,49</u> 1,41	<u>0,97</u> 0,97	<u>1,09</u> 0,69
Бинарный посев с люцерной		<u>1,69</u> 1,08	<u>0,95</u> 0,74	<u>0,46</u> 0,46	<u>1,29</u> 1,15	<u>0,60</u> 0,49	<u>следы</u> следы	<u>0,75</u> 1,08	<u>0,43</u> 0,53	<u>следы</u> следы	<u>1,24</u> 1,10	<u>0,66</u> 0,59	<u>0,32</u> 0,25
Одновидовой посев	плоскорезная обработка, 20-22 см	1,13	следы	0,67	3,00	следы	следы	1,09	следы	следы	1,74	следы	следы
Бинарный посев с донником		<u>1,13</u> 0,56	<u>1,35</u> следы	<u>1,28</u> 1,24	<u>1,52</u> 1,34	<u>0,36</u> 0,53	<u>0,89</u> следы	<u>0,80</u> 0,71	<u>0,22</u> 0,39	<u>следы</u> следы	<u>1,15</u> 0,87	<u>0,64</u> 0,31	<u>0,64</u> следы
Бинарный посев с люцерной		<u>1,30</u> 1,69	<u>следы</u> следы	<u>0,56</u> 0,41	<u>1,40</u> 1,42	<u>0,53</u> 0,35	<u>0,13</u> следы	<u>0,69</u> 0,81	<u>0,21</u> 0,16	<u>следы</u> следы	<u>1,13</u> 1,31	<u>0,25</u> 0,17	<u>0,04</u> следы
НСР ₀₅		0,85	0,38	0,49	0,27	0,59	0,40	1,34	0,46	0			

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Согласно данным таблицы 27, размещение бинарных посевов подсолнечника по горчичному сидерату (по сравнению с редькой масличной) сопровождается меньшим процентом уменьшения запаса аммиачного азота в годы с избыточным увлажнением. Так, уменьшение данного показателя не превышало 65,8 и 67,8% на фонах вспашки и дискования. При плоскорезной же обработке более рациональный расход аммиачного азота (52,7%) наблюдался только в бинарном посеве подсолнечника с донником жёлтым.

В среднем за три года исследований наименьшим расходом аммиачного азота за период всходы – начало цветения отличились: бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной (46,6%) на фоне вспашки, а также – по редьке масличной и горчице белой на фоне дисковой обработки (соответственно 46,8 и 46,4%). Кроме того, при дисковании существенно меньшим расходом (31,2%) характеризуется и бинарный посев подсолнечника с донником по сидеральной горчице.

При плоскорезной же обработке из бинарных посевов меньший расход NH_4^+ (44,3%) был на варианте с донником при размещении посева по сидеральной редьке масличной.

К концу вегетации подсолнечника в среднем за три года на вариантах одновидового посева по всем вариантам обработки почвы наблюдается 100% уменьшение содержания в почве аммиачного азота во всех слоях почвы. Полностью расходовался аммиачный азот и в бинарном посеве подсолнечника с донником при использовании горчичного сидерата на фонах вспашки и плоскорезной обработки почвы. При плоскорезной обработке полное использование NH_4^+ отмечено и в бинарном посеве подсолнечника с люцерной по горчице белой.

Более рациональным расходом аммиачного азота (58,2%) ко времени созревания подсолнечника, так же как и к фазе цветения, характеризуется бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной на фоне вспашки.

Бинарный посев подсолнечника с донником по сидеральной редьке и проведении плоскорезной обработки тоже характеризуется наименьшим (44,3%) процентом снижения запаса аммиачного азота в слое почвы 0-30 см, при этом, как уже отмечалось, данная тенденция была характерна для этого варианта и в период цветения подсолнечника.

В бинарном же посеве с люцерной при дисковой обработке почвы, где ко времени цветения подсолнечника отмечался наименьший расход аммиачного азота, к концу его вегетации расход NH_4^+ увеличился, а в бинарном посеве с донником жёлтым – уменьшился. Так, если к фазе цветения на этом варианте наблюдался более рациональный расход аммиачного азота только при размещении посева по горчице белой, то к фазе полной спелости он уже характерен для обоих вариантов пожнивных сидератов: 56,2% – для редьки масличной и 51,1% – для горчицы белой.

Таким образом, проведенный анализ результатов динамики основных макроэлементов в пахотном слое почвы под влиянием изучаемых приёмов биологизации и основной обработки почвы показал, что применение бобовых трав (люцерны и донника) и поживной сидерации (редьки и горчицы) сопровождалось более рациональным их расходом в течение всего вегетационного периода. Изучаемые приёмы биологизации увеличивали активность почвенной микрофлоры, что способствовало более интенсивному разложению органических остатков, благодаря чему, несмотря на интенсивное использование культурами основных макроэлементов, наблюдалось обогащение почвы этими элементами.

5. УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЁМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

5.1. Урожайность подсолнечника

Подсолнечник является основной масличной культурой России. Это высокопродуктивная, многосторонне используемая культура. Доля подсолнечника в общей площади всех масличных культур составляет 75%. До 80% растительного масла производится из семян подсолнечника [116, 159].

Масло подсолнечника применяют как в натуральном виде, так и в качестве сырья при производстве многих продуктов питания, таких, например, как майонез, маргарин. Также его используют в хлебопечении, в кондитерской промышленности, при консервировании овощей и рыбы. Кроме того, масло подсолнечника применяют для изготовления олифы, красок, лаков, при производстве линолеума, клеёнки, в мыловарении.

В процессе переработки семян подсолнечника на масло получают до 33-35% шрота и жмыха. Это ценные корма, содержащие до 33-35% белка, витамины, незаменимые аминокислоты. Хорошим кормом также являются корзинки подсолнечника, выход которых составляет 50-60% от урожая семян. Лузга подсолнечника применяется для выработки этилового спирта, фурфурола, кормовых дрожжей. Кроме того, подсолнечник может использоваться как силосная и кулисная культура. Он является хорошим медоносом и кондитерским деликатесом.

В наших исследованиях был использован кондитерский сорт подсолнечника – Посейдон. Он успешно используется в кондитерской промышленности. При его возделывании очень важное значение имеет получение крупных, хорошо выполненных семян.

В годы проведения опытов по изучению применения комплекса различных приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнеч-

ник агрометеоусловия были разными. Это способствовало большей объективности и адаптивности наших выводов и рекомендаций.

В 2011 году в период от всходов подсолнечника до его цветения сложились неблагоприятные для нормального роста и развития подсолнечника погодные условия. При превышении среднемесячной температуры воздуха над нормой в мае, июне и июле выпало недостаточное количество осадков, что и определило май и июнь слабозасушливыми, а июль – засушливым. В августе же осадков выпало на 85% больше нормы, что охарактеризовало этот месяц как избыточно влажный.

В течение вегетационного периода 2012 года происходило чередование избыточно влажных и сухих месяцев, что также неблагоприятно сказывалось на росте и развитии культурных растений. Согласно значениям ГТК, май можно считать сухим, июль – очень засушливым, а сентябрь – засушливым. Июнь и август были избыточно влажными.

Также и в 2013 году сложились не вполне благоприятные погодные условия. Засушливые май и июнь сменились влажными условиями в июле и августе и избыточно влажными – в сентябре. Это не могло не отразиться на росте и развитии подсолнечника.

Важным показателем обоснования изучаемых комплексов приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник является его урожайность.

В 2011 году урожайность подсолнечника на варианте одновидового контрольного посева при проведении вспашки составила 2,7 т/га (табл. 28). Замена вспашки дисковой и плоскорезной обработками почвы под одновидовой посев подсолнечника привела к снижению его урожайности на 0,32-0,33 т/га, или на 11,9-12,2%.

Бинарные посева подсолнечника с донником жёлтым по пожнивным сидератам (редьке масличной и горчице белой) и разным вариантам обработки почвы были менее урожайными по сравнению с контролем. Однако различия в урожайности были незначительными (в пределах НСР – 0,149 т/га).

Таблица 28 – Влияние бинарных посевов, приёмов биологизации и основной обработки почвы на урожайность подсолнечника, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность подсолнечника, т/га							
		2011 г.		2012 г.		2013 г.		среднее	
		т/га	% к контр.	т/га	% к контр.	т/га	% к контр.	т/га	% к контр.
Одновидовой посев (контр.)	вспашка, 20-22 см	2,70	100	2,93	100	3,58	100	3,07	100
Бинарный посев с донником		<u>2,64</u> 2,69	<u>97,8</u> 99,6	<u>3,08</u> 2,86	<u>105,1</u> 97,6	<u>3,62</u> 3,60	<u>101,1</u> 100,5	<u>3,11</u> 3,05	<u>101,3</u> 99,3
Бинарный посев с люцерной		<u>3,01</u> 2,92	<u>111,5</u> 108,1	<u>2,99</u> 2,77	<u>102,0</u> 94,5	<u>3,87</u> 3,71	<u>108,1</u> 103,6	<u>3,29</u> 3,13	<u>107,2</u> 101,9
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	2,38	88,1	2,70	92,1	3,44	96,1	2,84	92,5
Бинарный посев с донником		<u>2,59</u> 2,63	<u>95,9</u> 97,4	<u>2,86</u> 2,72	<u>97,6</u> 92,8	<u>3,57</u> 3,59	<u>99,7</u> 100,3	<u>3,01</u> 2,98	<u>98,0</u> 97,1
Бинарный посев с люцерной		<u>2,96</u> 2,98	<u>109,6</u> 110,4	<u>2,78</u> 2,76	<u>94,9</u> 94,2	<u>3,83</u> 3,66	<u>107,0</u> 102,2	<u>3,19</u> 3,13	<u>103,9</u> 101,9
Одновидовой посев	плоскорез. обр., 20-22 см	2,37	87,8	2,71	92,5	3,35	93,6	2,81	91,5
Бинарный посев с донником		<u>2,57</u> 2,64	<u>95,2</u> 97,8	<u>2,71</u> 2,67	<u>92,5</u> 91,1	<u>3,49</u> 3,52	<u>97,5</u> 98,3	<u>2,92</u> 2,94	<u>95,1</u> 95,8
Бинарный посев с люцерной		<u>3,24</u> 3,04	<u>120,0</u> 112,6	<u>2,85</u> 2,79	<u>97,3</u> 95,2	<u>3,64</u> 3,58	<u>101,7</u> 100,0	<u>3,24</u> 3,14	<u>105,5</u> 102,3
НСР ₀₅		0,149		0,104		0,248			

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Варианты же бинарного посева подсолнечника с люцерной в 2011 году по всем вариантам сидерации и основной обработки почвы были существенно более высокоурожайными по сравнению с контролем. Так, на фоне вспашки урожайность подсолнечника на данном варианте превысила контроль на 11,5% по редечному и на 8,1% – по горчичному сидерату; на фоне дисковой обработки – на 9,6 и 10,4%, а при плоскорезной обработке – соответственно на 20,0 и 12,6%.

Сложившиеся погодные условия 2012 года не позволили подсолнечнику сформировать высокий урожай маслосемян в бинарных посевах. Существенно более высокая урожайность подсолнечника в тот год (3,08 т/га, или на 5,1% больше контроля) была отмечена только на варианте бинарного посева

подсолнечника с донником жёлтым при использовании в качестве сидерата редьки масличной на фоне вспашки.

В 2013 году урожайность подсолнечника на контрольном варианте (вспашка) составила 3,58 т/га. Подсолнечник в одновидовых посевах на фонах дисковой и плоскорезной обработок, как и в предыдущие годы, снижал урожайность. Но если в 2011 и 2012 годах отклонения от контроля были существенными, то в 2013 году они не превышали НСР=0,248 т/га.

Урожайность подсолнечника по остальным вариантам опыта существенно не отличалась от контроля, за исключением посева его с люцерной синей при использовании в качестве пожнивного сидерата редьки масличной при проведении вспашки и дисковой обработки почвы.

На этом варианте урожайность подсолнечника составила 3,87 т/га на фоне вспашки и 3,83 т/га – при дисковой обработке, то есть больше, чем на контроле, соответственно на 8,1 и 7,0%; при плоскорезной же обработке она несущественно превышала контроль (на 0,06 т/га).

В среднем за годы исследований наибольший урожай семян подсолнечника получен в бинарном посеве с люцерной синей при использовании в качестве пожнивного сидерата редьки масличной по всем вариантам обработки почвы. Так, на фоне вспашки урожайность составила 3,29 т/га, дискования – 3,19 т/га, при плоскорезной обработке – 3,24 т/га, что на 0,22-0,17 т/га (или на 7,2-5,5%) больше контроля, где средняя урожайность составила 3,07 т/га.

Полученные нами данные не вполне согласуются с результатами исследований Донского ГАУ (Ростовская обл., А.Т. Авдеенко, 2009 г.). В их исследованиях значительному повышению урожайности маслосемян подсолнечника способствовал бинарный посев с донником желтым, посев же с люцерной синей, наоборот, не показал существенности различий. Очевидно, противоречивость результатов связана с различиями в агроэкологических условиях Ростовской и Воронежской областей.

5.2. Экономическая эффективность

Для обоснования целесообразности применения при возделывании подсолнечника изучаемых приёмов мы провели расчёт и анализ экономической эффективности (табл. 29).

Наибольшая стоимость основной продукции с 1 га (от 62600 до 65800 руб.) была получена на вариантах с более высокой урожайностью подсолнечника, то есть в его бинарных посевах с люцерной с использованием редьки и горчицы как сидератов на всех вариантах основной обработки почвы.

В посеве подсолнечника совместно с донником жёлтым более высокая (62200 руб.) по сравнению с контролем стоимость основной продукции была при использовании в качестве сидерата редьки масличной по вспашке.

Несмотря на большую стоимость основной продукции, полученной в бинарных посевах, наименьшая себестоимость подсолнечника была получена в одновидовых, менее затратных посевах подсолнечника: 2141 руб./т по вспашке, 2131 руб./т – по дискованию и 2201 руб./т – при плоскорезной обработке почвы. Это было связано с большими производственными затратами при возделывании подсолнечника с приёмами биологизации.

Применение приёмов биологизации при возделывании подсолнечника требовало увеличения денежных затрат на 1 га. Так, при возделывании подсолнечника в бинарных посевах с донником производственные затраты превысили контроль на 30-38% в зависимости от приёма основной обработки почвы, а при возделывании с люцерной синей – на 64-72%.

Это увеличение было обусловлено, во-первых, возделыванием горчицы белой и редьки масличной в качестве пожнивных сидеральных культур и, во-вторых, посевом дорогостоящих семян бобовых трав (бинарных компонентов в посевах подсолнечника). Так, дополнительные производственные затраты на 1 га при использовании поживной сидерации (редьки и горчицы) составили 1717 руб./га, а при посеве бобовых компонентов подсолнечника – 768-798 (донник) и 3011-3060 (люцерна) руб./га.

Таблица 29 – Экономическая эффективность технологии возделывания подсолнечника в бинарных посевах с различными приёмами основной обработки почвы (в расчёте на 1 га), среднее за 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность, т/га	Стоимость осн. прод., тыс. руб./га	Производ. затраты, тыс. руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Одновидовой посев (контр.)	вспашка, 20-22 см	3,07	61,400	6,572	2141	54828	834,2
Бинарный посев с донником		<u>3,11</u> 3,05	<u>62,200</u> 61,000	<u>9,073</u> 9,051	<u>2917</u> 2968	<u>53127</u> 51949	<u>585,5</u> 573,9
Бинарный посев с люцерной		<u>3,29</u> 3,13	<u>65,800</u> 62,600	<u>11,319</u> 11,275	<u>3440</u> 3602	<u>54481</u> 51325	<u>481,3</u> 455,2
Одновидовой посев	диск. обраб. 10-12 см	2,84	56,800	6,051	2131	50749	838,72
Бинарный посев с донником		<u>3,01</u> 2,98	<u>60,200</u> 59,600	<u>8,544</u> 8,536	<u>2838</u> 2864	<u>51656</u> 51064	<u>604,6</u> 598,2
Бинарный посев с люцерной		<u>3,19</u> 3,13	<u>63,800</u> 62,600	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>53004</u> 51821	<u>491,0</u> 480,7
Одновидовой посев	плоск. обраб., 20-22 см	2,81	56,200	6,185	2201	50015	808,65
Бинарный посев с донником		<u>2,92</u> 2,94	<u>58,400</u> 58,800	<u>8,700</u> 8,700	<u>2979</u> 2959	<u>49700</u> 50100	<u>571,3</u> 575,9
Бинарный посев с люцерной		<u>3,24</u> 3,14	<u>64,800</u> 62,800	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>53810</u> 51838	<u>489,6</u> 472,9

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

При этом стоимость основной продукции в бинарных посевах подсолнечника превышала показатели контрольного посева максимум на 7%, в результате чего (по сравнению с контролем) наблюдалось снижение величины полученной условно чистой прибыли с 1 га на 3-9% при посеве с донником жёлтым и на 0,6-6% при посеве с люцерной синей.

Наиболее высокий условно чистый доход с 1 га (54828 руб.) был получен на контрольном варианте одновидового посева подсолнечника.

В связи с более высокими по сравнению с одновидовыми посевами подсолнечника производственными затратами на вариантах бинарных посе-

вов (приложение 24), уровень рентабельности производства подсолнечника с приёмами биологизации оказался ниже, чем на контрольном посеве.

Если на варианте одновидового посева по вспашке данный показатель составил 834,2%, то на вариантах бинарных посевов с донником жёлтым он колебался по вариантам пожнивных сидератов и обработки почвы от 571,3 до 604,6%, а на варианте бинарного посева с люцерной синей – от 455,2 до 491,0%.

Существенные различия в уровне рентабельности между бинарными посевами с донником жёлтым и люцерной синей определялись только более высокими затратами на покупку семян люцерны синей.

При данном анализе экономической эффективности приёмов биологизации и основной обработки почвы при возделывании подсолнечника мы не учитывали того, что на данном участке на следующий год дополнительно будет получен урожай бобовых трав, который может быть использован на зелёный корм, сено, сенаж, в качестве органического удобрения или на семена.

Этот аспект мы рассмотрели в таблицах 30 и 31, где произвели расчёт экономической эффективности изучаемых приёмов биологизации с учётом урожайности трав. Перевод полученного урожая зелёной массы бобовых трав в кормовые единицы был осуществлён при помощи коэффициентов перевода: 0,18 – для люцерны и 0,24 – для донника.

Таблица 30 – Экономическая эффективность возделывания бобовых трав в бинарных посевах подсолнечника (в расчёте на 1 га), 2011-2013 гг.

Бобовые травы		Урожайность, т/га		Стоимость основной продукции, тыс.руб./га	Производственные затраты, тыс.руб./га	Себестоимость прод., руб./т	Усл. чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
		зел. мас.	к. ед.					
Донник		10,29	2,47	12,35	2,471	1000	9878,9	399,79
Люцерна	1 укос	5,12	0,92	4,60	1,554	1689	3045,6	195,98
	2 укоса	10,23	1,84	9,20	3,176	1726	6023,7	189,66
	3 укоса	13,74	2,47	12,35	4,828	1955	7521,9	155,79
	на семена	0,2	–	38,80	2,799	13995	36001	1286,1

Таблица 31 – Экономическая эффективность технологии возделывания подсолнечника в бинарных посевах на фоне различных приёмов основной обработки почвы с учётом урожая бобовых трав, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и обработки почвы	Урожайность, т/га		Стоимость осн. продукции, тыс.руб./га	Произв. затраты, тыс. руб./га	Себестоимость подсолн., руб./т	Усл. чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	
	подсол.	боб. травы к.ед.						
Вспашка								
Одновидовой посев (контроль)	3,07	–	61,400	6,572	2141	54828	834,2	
Бинарный посев с донником	<u>3,11</u> 3,05	2,47	<u>74,550</u> 73,350	<u>9,073</u> 9,051	<u>2917</u> 2968	<u>65477</u> 64299	<u>721,7</u> 710,4	
Бинарный посев с люцерной	один укос два укоса три укоса на семена	3,29 3,13	0,92	<u>70,400</u> 67,200	<u>11,319</u> 11,275	<u>3440</u> 3602	<u>59081</u> 55925	<u>522,0</u> 496,1
			1,84	<u>75,000</u> 71,800	<u>11,319</u> 11,275	<u>3440</u> 3602	<u>63681</u> 60525	<u>562,6</u> 536,8
			2,47	<u>78,150</u> 74,950	<u>11,319</u> 11,275	<u>3440</u> 3602	<u>66831</u> 63675	<u>590,4</u> 564,7
			0,3 т/га	<u>104,600</u> 101,400	<u>11,319</u> 11,275	<u>3440</u> 3602	<u>93281</u> 90125	<u>824,1</u> 799,3
Диски								
Одновидовой посев	2,84	–	56,800	6,051	2131	50749	838,7	
Бинарный посев с донником	<u>3,01</u> 2,98	2,47	<u>72,550</u> 71,950	<u>8,544</u> 8,536	<u>2838</u> 2864	<u>64006</u> 63414	<u>749,1</u> 742,9	
Бинарный посев с люцерной	один укос два укоса три укоса на семена	3,19 3,13	0,92	<u>68,400</u> 67,200	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>57604</u> 56421	<u>533,6</u> 523,4
			1,84	<u>73,000</u> 71,800	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>62204</u> 61021	<u>576,2</u> 566,1
			2,47	<u>76,150</u> 74,950	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>65354</u> 64171	<u>605,3</u> 595,3
			0,3 т/га	<u>102,600</u> 101,400	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>91804</u> 90861	<u>850,3</u> 842,9
Плоскорез								
Одновидовой посев	2,81	–	56,200	6,185	2201	50015	808,6	
Бинарный посев с донником	<u>2,92</u> 2,94	2,47	<u>70,750</u> 71,150	<u>8,700</u> 8,700	<u>2979</u> 2959	<u>62050</u> 62450	<u>713,2</u> 717,8	
Бинарный посев с люцерной	один укос два укоса три укоса на семена	3,24 3,14	0,92	<u>69,400</u> 67,400	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>58410</u> 56438	<u>531,5</u> 514,8
			1,84	<u>74,000</u> 72,000	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>63001</u> 61038	<u>573,2</u> 556,8
			2,47	<u>77,150</u> 75,150	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>66160</u> 64188	<u>602,0</u> 585,5
			0,3 т/га	<u>103,600</u> 101,600	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>92610</u> 90638	<u>842,7</u> 826,8

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Согласно произведённым расчётам, возделывание подсолнечника в бинарном посеве с люцерной синей по пожнивной сидерации (редьке и горчице) по фону дисковой и плоскорезной обработки позволяет обеспечить более высокую рентабельность биологизированной технологии возделывания подсолнечника как за счёт получения более высокого урожая масличной культуры, так и за счёт дополнительного получения семян люцерны синей (см. табл. 31). Так, на этих вариантах уровень рентабельности составил 827-850%, что было больше, чем при возделывании подсолнечника без применения приёмов биологизации, на 4-34%.

При использовании зелёной массы бобовых трав на кормовые цели применение донника жёлтого характеризовалось более высоким (710-749%) показателем уровня рентабельности по сравнению с люцерной синей, но всё же эти показатели были значительно ниже уровня рентабельности контроля (834%).

Таким образом, для обеспечения высокой рентабельности производства семян подсолнечника наиболее оптимальным является вариант использования в дальнейшем люцерны синей на семенные цели.

5.3. Биоэнергетическая эффективность

Целью энергетической оценки возделывания культурных растений является разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий. Проводимый анализ энергетической эффективности позволяет определить рациональность проведения того или иного изучаемого приёма.

При возделывании любого культурного растения затрачивается техногенная энергия. К ней относится энергия, затраченная на изготовление сельскохозяйственных машин и орудий, удобрений, средств защиты растений; энергия, содержащаяся в горюче-смазочных материалах и электроэнергии, а также энергия труда человека.

При проведении данного анализа эффективности затрат техногенной энергии мы рассмотрели два варианта использования продукции при различных приёмах биологизации и обработки почвы:

а) определение энергетической эффективности производства только семян подсолнечника (табл. 32);

б) определение энергетической эффективности производства семян подсолнечника и зелёной массы бобовых трав: с одним (табл. 33) и двумя укосами (табл. 34).

Анализ энергетической эффективности изучаемых технологий возделывания подсолнечника основан на сопоставлении энергии, затраченной на производство основной продукции, и энергии, получаемой с урожаем.

Основным показателем этой величины является коэффициент энергетической эффективности. Он представляет собой отношение выхода энергии с урожаем к затратам техногенной энергии, пошедшей на выращивание продукции.

Проведённый нами анализ показал (табл. 32), что наименьшие затраты техногенной энергии были отмечены в одновидовых посевах подсолнечника, то есть без применения пожнивной сидерации и бобовых трав. При этом более высокие затраты энергии были при проведении вспашки в качестве основной обработки – 39,491 ГДж/га. При плоскорезной обработке затраты несколько снизились и составили 39,283 ГДж/га. Дисковое рыхление почвы отличается наименьшими затратами техногенной энергии – 39,069 ГДж/га.

Энергия, полученная в урожае подсолнечника, прямо зависела от величины урожайности, то есть чем больше была урожайность подсолнечника, тем более высоким был сбор энергии в урожае. Поскольку по сравнению с контролем более высокой урожайностью характеризовались варианты бинарных посевов подсолнечника с люцерной синей по всем вариантам обработки почвы, то соответственно эти варианты отличались и большим сбором энергии, законсервированной в урожае семян подсолнечника – 75,12-78,96

ГДж/га. Это больше, чем в контрольном одновидовом посеве подсолнечника, на 1,44-5,28 ГДж/га.

Таблица 32 – Энергетическая эффективность приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник:
1-й вариант – без учёта урожая бобовых трав, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность, т/га	Затраты техногенной энергии, ГДж/га	Сбор энергии с урожаем осн. продукции, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	3,07	39,491	73,680	1,86
Бинарный посев с донником		<u>3,11</u> 3,05	<u>41,491</u> 41,491	<u>74,640</u> 73,200	<u>1,80</u> 1,76
Бинарный посев с люцерной		<u>3,29</u> 3,13	<u>41,491</u> 41,491	<u>78,960</u> 75,120	<u>1,90</u> 1,81
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	2,84	39,069	68,160	1,74
Бинарный посев с донником		<u>3,01</u> 2,98	<u>41,069</u> 41,069	<u>72,240</u> 71,520	<u>1,76</u> 1,74
Бинарный посев с люцерной		<u>3,19</u> 3,13	<u>41,069</u> 41,069	<u>76,560</u> 75,120	<u>1,86</u> 1,83
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	2,81	39,283	67,440	1,72
Бинарный посев с донником		<u>2,92</u> 2,94	<u>41,283</u> 41,283	<u>70,080</u> 70,560	<u>1,70</u> 1,71
Бинарный посев с люцерной		<u>3,24</u> 3,14	<u>41,283</u> 41,283	<u>77,760</u> 75,360	<u>1,88</u> 1,82

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Несмотря на это, только два из изучаемых вариантов характеризовались более высокой по сравнению с контролем энергетической эффективностью. Это – бинарные посева подсолнечника с люцерной синей, размещённые по пожнивному речному сидерату на фоне вспашки и плоскорезной обработки. На этих вариантах коэффициент энергетической эффективности был равен соответственно 1,90 и 1,88 (контроль – 1,86). Этот же вариант на фоне дисковой обработки по энергетической эффективности был на уровне контроля.

Таким образом, при определении энергетической эффективности возделывания подсолнечника с элементами биологизации при учёте содержания энергии только в урожае семян подсолнечника между изучаемыми вариантами не было отмечено больших различий. Энергетическая эффективность возделывания подсолнечника по данным технологиям была невысокой.

При учёте в качестве полученной продукции не только урожая семян подсолнечника, но и сбора зелёной массы бобовых трав с одного укоса, было установлено (таб. 33), что затраты техногенной энергии при применении приёмов биологизации увеличились и составили 42,816-43,024 ГДж/га, что превышало контрольные значения на 3,325-3,533 ГДж/га. При этом сбор энергии в урожаях семян подсолнечника и зелёной массы бобовых трав также увеличился.

Таблица 33 – Энергетическая эффективность приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник: 2-й вариант – с учётом урожая бобовых трав за один укос, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность, т/га		Затраты техн. энергии, ГДж/га	Сбор энергии с урожаем осн. прод., ГДж/га	Коэффициент энергет. эффективности
		подсолн.	з/м. травы			
Однов. посев (К)	вспаха, 20-22 см	3,07	-	39,491	73,680	1,86
Бинарный посев с донником		<u>3,11</u>	10,5	<u>43,024</u>	<u>270,990</u>	<u>6,30</u>
		3,05		43,024	269,550	6,26
Бинарный посев с люцерной	<u>3,29</u>	5,15	<u>43,024</u>	<u>175,265</u>	<u>4,07</u>	
	3,13		43,024	171,425	3,98	
Одновид. посев	дисковая обр., 10-12 см	2,84	-	39,069	68,160	1,74
Бинарный посев с донником		<u>3,01</u>	10,26	<u>42,602</u>	<u>264,102</u>	<u>6,20</u>
		2,98		42,602	263,382	6,18
Бинарный посев с люцерной	<u>3,19</u>	5,11	<u>42,602</u>	<u>172,117</u>	<u>4,04</u>	
	3,13		42,602	170,677	4,01	
Одновид. посев	плоскорезная обр., 20-22 см	2,81	-	39,283	67,440	1,72
Бинарный посев с донником		<u>2,92</u>	10,1	<u>42,816</u>	<u>258,950</u>	<u>6,05</u>
		2,94		42,816	259,430	6,06
Бинарный посев с люцерной	<u>3,24</u>	5,09	<u>42,816</u>	<u>172,943</u>	<u>4,04</u>	
	3,14		42,816	170,543	3,98	

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Если в контрольном одновидовом посеве сбор энергии с урожаем подсолнечника составил 73,68 ГДж/га, то в суммарном урожае с учётом люцерны этот показатель увеличился до 170,543-175,265 гДж/га, а с учётом урожая донника – ещё больше: до 258,95-270,99 ГДж/га, что обусловлено большей урожайностью его зелёной массы.

Поэтому энергетическая эффективность возделывания подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами и применением пожнивной сидерации существенно увеличилась.

Если при возделывании подсолнечника только на получение маслосемян энергетическая эффективность была небольшой (коэффициент не более 2), то при использовании донника энергетическая эффективность такого посева стала высокой (коэффициент 6,05-6,30).

Применение люцерны синей в качестве бинарного компонента подсолнечника и использование в последующем одного укоса её зелёной массы на кормовые цели характеризовалось средней (коэффициент равен 3,98-4,07), а при использовании двух укосов – высокой (коэффициент равен 6,14-6,25) энергетической эффективностью приёма (табл. 34).

При рассмотрении эффективности изучаемых приёмов в разрезе вариантов основной обработки почвы под подсолнечник было установлено, что наиболее высокими показателями коэффициента энергетической эффективности характеризуются варианты со вспашкой, а наименьшими – с плоскорезной обработкой, что определилось более низкой величиной урожайности изучаемых культур на этом варианте.

По этой же причине наибольшей энергетической эффективностью характеризуются и варианты размещения бинарных посевов подсолнечника по сидеральной редьке масличной.

Таким образом, возделывание подсолнечника с применением пожнивной сидерации (редьки и горчицы) и бобовых трав в качестве бинарных компонентов, используемых в дальнейшем на кормовые цели, характеризуется

более высокой энергетической эффективностью по сравнению с контрольным одновидовым посевом.

Таблица 34 – Энергетическая эффективность приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник: 3-й вариант – с учётом урожайности донника за один укос и люцерны за два укоса, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность, т/га		Затраты тех. энергии, ГДж/га	Сбор энергии с урожаем осн. прод., ГДж/га	Коэфф. энерг. эффективности
		подсолн.	зел. масса трав			
Одновидовой посев (конт.)	вспаха, 20-22 см	3,07	--	39,491	73,680	1,86
Бинарный посев с донником		<u>3,11</u> 3,05	10,5	<u>43,024</u> 43,024	<u>270,990</u> 269,550	<u>6,30</u> 6,26
Бинарный посев с люцерной		<u>3,29</u> 3,13	10,3	<u>43,463</u> 43,463	<u>271,570</u> 267,730	<u>6,25</u> 6,16
Одновидовой	дисковая обр., 10-12 см	2,84	--	39,069	68,160	1,74
Бинарный посев с донником		<u>3,01</u> 2,98	10,26	<u>42,602</u> 42,602	<u>264,102</u> 263,382	<u>6,20</u> 6,18
Бинарный посев с люцерной		<u>3,19</u> 3,13	10,22	<u>43,041</u> 43,041	<u>267,674</u> 266,234	<u>6,22</u> 6,18
Одновидовой	плоскорезная обр., 20-22 см	2,81	--	39,283	67,440	1,72
Бинарный посев с донником		<u>2,92</u> 2,94	10,1	<u>42,816</u> 42,816	<u>258,950</u> 259,430	<u>6,05</u> 6,06
Бинарный посев с люцерной		<u>3,24</u> 3,14	10,18	<u>43,255</u> 43,225	<u>268,126</u> 265,726	<u>6,20</u> 6,14

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

5.4. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания подсолнечника с учётом воспроизводства плодородия почвы

Гумус представляет собой относительно динамичную составную часть почвы, подвергающуюся количественным и качественным изменениям под влиянием целого ряда факторов, одним из которых является хозяйственная деятельность человека. Он представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумифи-

кации органических остатков растений и животных.

Уменьшение запасов гумуса в почвах связано в основном с усилением минерализации органического вещества в результате повышения интенсивности обработок почвы и степени аэрации. Кроме того, отрицательное влияние на содержание в почве гумуса оказывают такие факторы, как недостаточное поступление в пахотный слой почвы пожнивных остатков, неполное использование растительных остатков на удобрение, сжигание соломы на полях, увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур, сокращение посевов многолетних трав, длительное одностороннее применением минеральных удобрений, проявление эрозионных процессов, недостаточное внесение в почву органических удобрений.

Восполнение потерь гумуса является важной задачей на современном этапе развития земледелия. Осуществляется оно как за счёт гумификации органического вещества пожнивных и растительных остатков, так и за счёт внесения органических удобрений.

В рамках нашей исследовательской работы мы попытались оценить изучаемые севообороты с точки зрения воспроизводства органического вещества почвы.

Несмотря на более высокую экономическую и энергетическую эффективность возделывания подсолнечника в севообороте №1 (при использовании в качестве органического удобрения только соломы), к концу его ротации содержание гумуса в пахотном слое почвы уменьшилось, в то время как при использовании сидерации и бобовых трав его содержание увеличилось (табл. 35). Наиболее существенным это снижение было на варианте проведения под подсолнечник в качестве основной обработки вспашки – 0,3%, или 9 т/га.

Для восполнения дефицита гумуса в почве была определена потребность севооборота в органических удобрениях, в частности в навозе. Принято считать, что процент гумификации подстилочного навоза равен 0,09, то есть из 1 т навоза образуется 90 кг гумуса. Исходя из этого был произведён расчёт

необходимого количества навоза для формирования бездефицитного баланса гумуса в пахотном слое почвы (табл. 35).

Таблица 35 – Экономические и энергетические затраты воспроизводства плодородия почвы в слое 0-30 см при возделывании подсолнечника в различных севооборотах, 2011-2013 гг.

Варианты опыта		Баланс гумуса		Требуется для создания бездефицитного баланса гумуса		
		%	т/га	подсти- лочного навоза, т	денеж. средств, тыс. руб./га	техноген- ной энер- гии, ГДж/га
Севооборот № 1	вспаха, 20-22 см	-0,3	-9	100	11,053	63
Севооборот №2		<u>-0,1</u>	<u>-3</u>	<u>33</u>	<u>4,411</u>	<u>21</u>
		-0,2	-6	67	7,782	42
Севооборот №3		<u>-0,2</u>	<u>-6</u>	<u>67</u>	<u>7,782</u>	<u>42</u>
		-0,2	-6	67	7,782	42
Севооборот № 1		дисковая обработка, 10-12 см	-0,1	-3	33	4,411
Севооборот №2	<u>0,2</u>		<u>6</u>	–	–	–
	0,2		6	–	–	–
Севооборот №3	<u>0,3</u>		<u>9</u>	–	–	–
	0,1		3	–	–	–
Севооборот № 1	плоскорезная обработка, 20-22 см		-0,1	-3	33	4,411
Севооборот №2		<u>0,2</u>	<u>6</u>	–	–	–
		0,2	6	–	–	–
Севооборот №3		<u>0,2</u>	<u>6</u>	–	–	–
		0,1	3	–	–	–

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Планируемое внесение навоза с целью воспроизводства плодородия почвы будет сопровождаться как денежными, так и энергетическими затратами, что отразится и на рентабельности производства маслосемян подсолнечника, и на энергетической эффективности изучаемых приёмов биологизации и основной обработки почвы.

Так, повышение (на 4,411-11,053 тыс. руб./га) затрат на внесение навоза в почву при возделывании подсолнечника в севообороте №1, то есть без применения сидерации и бинарных посевов, повлечёт за собой увеличение себестоимости продукции подсолнечника, снижение полученной прибыли и

уменьшение (в 1,9-3,4 раза) уровня рентабельности до 248,4-430,4% (табл. 36).

Таблица 36 – Экономическая эффективность приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник (в расчёте на 1 га) с учётом воспроизводства плодородия почвы, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Урожайность, т/га	Стоимость осн. прод., тыс. руб./га	Производ. затраты, тыс. руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Одновидовой посев (контр.)	вспашка, 20-22 см	3,07	61,400	17,625	5741	43775	248,4
Бинарный посев с донником		<u>3,11</u> 3,05	<u>62,200</u> 61,000	<u>13,484</u> 16,833	<u>4336</u> 5519	<u>48716</u> 44167	<u>361,3</u> 262,4
Бинарный посев с люцерной		<u>3,29</u> 3,13	<u>65,800</u> 62,600	<u>19,101</u> 19,057	<u>5806</u> 6088	<u>46699</u> 43543	<u>244,5</u> 228,5
Одновидовой посев	дисковая обр., 10-12 см	2,84	56,800	10,462	3684	46338	442,9
Бинарный посев с донником		<u>3,01</u> 2,98	<u>60,200</u> 59,600	<u>8,544</u> 8,536	<u>2838</u> 2864	<u>51656</u> 51064	<u>604,6</u> 598,2
Бинарный посев с люцерной		<u>3,19</u> 3,13	<u>63,800</u> 62,600	<u>10,796</u> 10,779	<u>3384</u> 3444	<u>53004</u> 51821	<u>491,0</u> 480,7
Одновидовой посев	плоскорезная обр., 20-22 см	2,81	56,200	10,596	3771	45604	430,4
Бинарный посев с донником		<u>2,92</u> 2,94	<u>58,400</u> 58,800	<u>8,700</u> 8,700	<u>2979</u> 2959	<u>49700</u> 50100	<u>571,3</u> 575,9
Бинарный посев с люцерной		<u>3,24</u> 3,14	<u>64,800</u> 62,800	<u>10,990</u> 10,962	<u>3392</u> 3491	<u>53810</u> 51838	<u>489,6</u> 472,9

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

Аналогичная необходимость дополнительного внесения в почву органического удобрения (навоза) отмечается и при возделывании подсолнечника в севооборотах №2 и №3 по фону вспашки, где в течение одной ротации наблюдается уменьшение содержания в слое почвы 0-30 см гумуса.

Как следствие произойдёт увеличение затрат и снижение рентабельности производства семян подсолнечника. В то же время уровень рентабельно-

сти на этих вариантах снизится в 1,6-2,2 раза, что существенно меньше, чем снижение данного показателя на варианте контрольного севооборота.

Кроме того, дополнительное внесение навоза для формирования бездефицитного баланса гумуса на изучаемых вариантах будет сопровождаться увеличением и энергетических затрат, что выразится в снижении коэффициента энергетической эффективности (табл. 37).

Таблица 37 – Энергетическая эффективность приёмов биологизации и основной обработки почвы под подсолнечник с учётом создания бездефицитного баланса гумуса, 2011-2013 гг.

Приёмы биологизации и основной обработки почвы		Затраты техногенной энергии, ГДж/га	Сбор энергии с урожаем осн. продукции, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Одновидовой посев (контроль)	вспашка, 20-22 см	102,491	73,680	0,72
Бинарный посев с донником		<u>62,491</u> 83,491	<u>74,640</u> 73,200	<u>1,19</u> 0,88
Бинарный посев с люцерной		<u>83,491</u> 83,491	<u>78,960</u> 75,120	<u>0,94</u> 0,90
Одновидовой посев	дисковая обработка, 10-12 см	60,069	68,160	1,13
Бинарный посев с донником		<u>41,069</u> 41,069	<u>72,240</u> 71,520	<u>1,76</u> 1,74
Бинарный посев с люцерной		<u>41,069</u> 41,069	<u>76,560</u> 75,120	<u>1,86</u> 1,83
Одновидовой посев	плоскорезная обработка, 20-22 см	60,283	67,440	1,12
Бинарный посев с донником		<u>41,283</u> 41,283	<u>70,080</u> 70,560	<u>1,70</u> 1,71
Бинарный посев с люцерной		<u>41,283</u> 41,283	<u>77,760</u> 75,360	<u>1,88</u> 1,82

Примечание: над чертой – редька масличная, под чертой – горчица белая

В результате на вариантах возделывания культур в севообороте №1 (без применения сидерации и бобовых трав) и на вариантах севооборота с применением приёмов биологизации по фону вспашки коэффициент энергетической эффективности будет колебаться от 0,88 до 1,19, что охарактеризу-

ет эти варианты как не имеющие или имеющие небольшую энергетическую эффективность.

Таким образом, если учесть денежные и энергетические затраты на восстановление запасов гумуса в пахотном слое почвы, возделывание культур в бинарных посевах по фону использования сидерации и проведения безотвальных обработок будет экономически выгоднее (рис. 4).

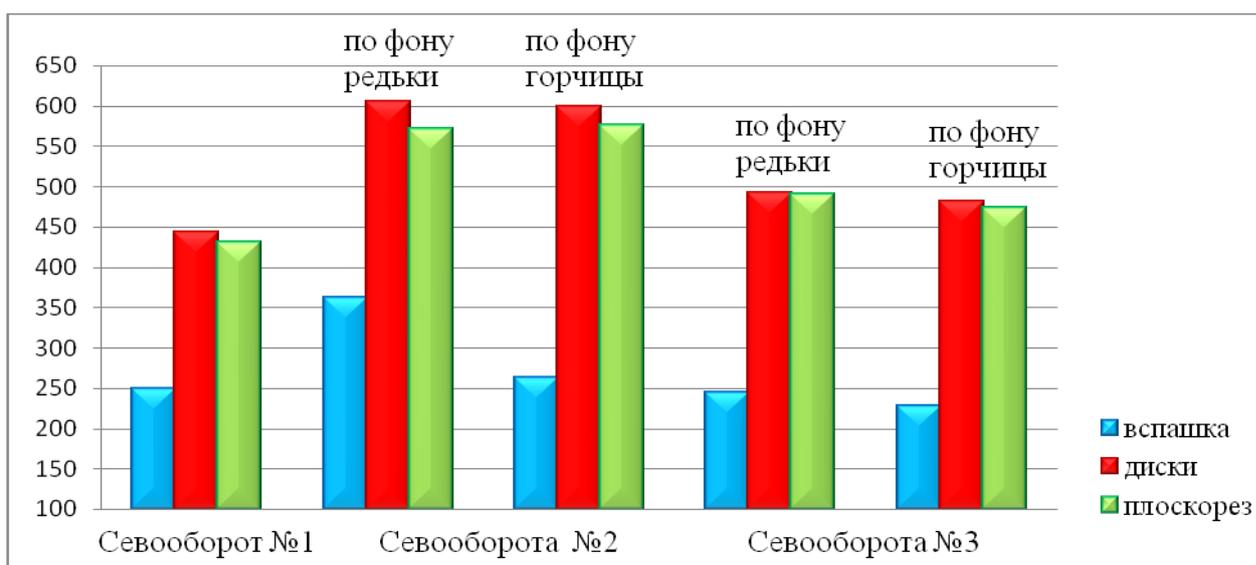


Рисунок 4 – Рентабельность возделывания подсолнечника по биологизированной технологии с учётом формирования бездефицитного баланса гумуса в слое почвы 0-30 см, 2010-2013 гг.

ВЫВОДЫ

На основании исследований, проведенных в 2011-2013 годах в стационарном опыте на чернозёме типичном юго-востока лесостепи ЦЧР (Хохольский район Воронежской области), можно сделать следующие выводы.

1. Запас доступной влаги в почве под подсолнечником зависит от комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы, периода вегетации и гидротермических условий года.

Приёмы биологизации (солома и пожнивная сидерация) на фоне изучаемых приёмов основной обработки почвы ко времени всходов подсолнечника способствовали формированию хорошего запаса доступной влаги в пахотном (41-47 мм) и подпахотном (77-86 мм) слоях почвы.

Возделывание подсолнечника в бинарном посеве с люцерной синей по редечному сидерату на всех вариантах обработки почвы к концу вегетации подсолнечника обеспечивало формирование удовлетворительного запаса доступной влаги в метровом слое почвы (142-152 мм) в результате более рационального её расхода (17,5-22,6%) в течение периода вегетации.

2. Приёмы биологизации и основной обработки почвы на момент всходов подсолнечника не оказали существенного влияния на плотность почвы и изменение коэффициента структурности.

Совместный посев подсолнечника и люцерны синей при использовании горчичного сидерата на всех вариантах обработки почвы обеспечил меньшее уплотнение почвы к фазе полной спелости – 1,8-3,7%, что меньше контроля на 3,8-5,7%.

При бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей по редечному сидерату на фоне дисковой обработки отмечается лучшее сохранение существующей структуры почвы, которое выражается в незначительном уменьшении (8,8%) коэффициента структурности, что меньше, чем снижение коэффициента структурности на контроле, на 16,3%.

3. Возделывание подсолнечника совместно с бобовыми травами на фоне проведения вспашки сопровождается увеличением водопрочности почвы на 2,6% на посевах с люцерной по горчичному сидерату и на 1,8% – с донником по редьке масличной, тогда как на варианте контрольного одновидового посева водопрочность почвы снизилась на 2,3%.

4. Содержание детрита и гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником зависит от комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы, периода вегетации и гидротермических условий года.

В течение вегетации подсолнечника на вариантах его одновидовых посевов в пахотном слое почвы наблюдалось уменьшение содержания детрита на 22-30%, в бинарных же посевах этой культуры отмечалось его достоверное увеличение – на 36-74%. Наибольшее увеличение массы детрита было в бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей по горчичному сидерату на фоне дисковой и плоскорезной обработок – соответственно 74,7 и 86,0%.

При возделывании в изучаемом севообороте одновидового посева подсолнечника из пахотного слоя почвы было потеряно 0,3 абс.% гумуса, или 5,0% от исходных значений. Применение изучаемого комплекса приёмов биологизации по фону дисковой и плоскорезной обработки почвы способствовало обеспечению бездефицитного баланса гумуса (+0,2-0,3 абс.%), в то время как проведение отвальной вспашки сопровождалось снижением его запасов на 0,2 абс.%, или на 3,5% от исходного содержания.

5. Содержание питательных веществ (аммиачного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия) в пахотном слое почвы под подсолнечником зависело от периода вегетации, комплекса приёмов биологизации и основной обработки почвы.

В течение вегетации подсолнечника при его бинарном посеве с люцерной и размещении посева по пожнивному сидерату редьке масличной отмечается увеличение содержания в почве подвижного фосфора на 6,2% по фону вспашки и на 6,7% по плоскорезной обработке, тогда как на варианте контроля наблюдается снижение данного показателя на 11,6%.

Стабильное по годам увеличение содержания в почве обменного калия наблюдалось на вариантах бинарных посевов подсолнечника по редечному сидерату: на 5,3-15,8% – по вспашке, на 5,3-33,7% – при дисковании и на 20,5-59,6% – при плоскорезной обработке. На контроле содержание в почве обменного калия уменьшилось (на 4,2%).

Возделывание подсолнечника в бинарных посевах с бобовыми травами по фону совместного использования соломы ячменя и пожнивной сидерации (редьки и горчицы) способствует более рациональному расходу нитратного азота в слое почвы 0-30 см по сравнению с его одновидовым посевом, где расход NO_3^- был выше на 3-9,2%.

Бинарный посев подсолнечника с люцерной на фоне пожнивного сидерата редьки масличной и проведении вспашки характеризуется меньшим процентом снижения содержания в почве аммиачного азота как к фазе цветения подсолнечника (46,6%), так и к фазе его полной спелости (58,2%), тогда как на контроле отмечался полный расход NH_4^+ .

6. Возделывание подсолнечника в одновидовом посеве при использовании на удобрение соломы ячменя и проведении вспашки способствовало получению от 2,8 до 3,07 т/га маслосемян подсолнечника. Бинарные посева этой культуры на фоне отвальной обработки и использования пожнивной сидерации увеличивали урожайность на 2-7%.

Замена отвальной вспашки на дискование и плоскорезную обработку привело к снижению урожайности подсолнечника при его одновидовом посеве на 0,23-0,26 т/га, или на 7-8%.

Наибольший урожай маслосемян при высоком уровне рентабельности обеспечивал бинарный посев подсолнечника с люцерной синей при использовании в качестве пожнивного сидерата редьки масличной по всем вариантам основной обработки почвы: 3,29 т/га – на фоне вспашки, 3,19 т/га – при дисковании, 3,24 т/га – при плоскорезной обработке, что на 0,12-0,22 т/га (или на 3,9-7,2%) выше, чем на контроле.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для сохранения и повышения плодородия чернозёма типичного в условиях ЦЧР при существенном увеличении урожайности семян кондитерского сорта подсолнечника «Посейдон» (на 2-5 ц/га) целесообразно производить его возделывание в бинарных посевах с люцерной синей на фоне совместного использования на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации редьки масличной.

2. При возделывании подсолнечника в бинарных посевах с люцерной синей по фону пожнивной сидерации редьки масличной более рациональным приёмом основной обработки почвы является плоскорезная обработка на глубину 20-22 см, обеспечивающая сохранение плодородия почвы при существенно более высоком урожае семян подсолнечника (3,24 т/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеенко А.П. Отзывчивость сортов и гибридов подсолнечника на совместное произрастание с бобовыми травами и вайдой красильной / А.П. Авдеенко, Н.А. Зеленский // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 6. – С. 4.
2. Авроров О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / О.Е. Авроров, З.М. Мороз. – Л.: Колос, 1979. – 200 с.
3. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В.Б. Азаров. – Белгород, 2004. – 204 с.
4. Аленин П.Г. Эффективность систем зяблевой обработки почвы в зернопропашном звене севооборота на выщелоченном чернозёме Пензенской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / П.Г. Аленин. – Кинель, 1997. – 20 с.
5. Андрухов В.П. Эффективность плоскорезной основной обработки почвы под подсолнечник / В.П. Андрухов // Вестник с.-х. науки. – 1987. – №8. – С. 37-40.
6. Баздырев Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий / Г.И. Баздырев // Известия ТСХА. – 2005. – Вып. 4. – С. 32-39.
7. Байсангуров А.Р. Эколого-технологические аспекты применения зелёных удобрений / А.Р. Байсангуров, А.Т. Фарниев, А.Р. Бестаева // Экологические проблемы сельскохозяйственного производства: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ВГАУ, 2004. – С. 58-61.
8. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье /под общ. ред. проф. В.Е. Шевченко, В.А. Федотова. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – 306 с.
9. Бузмаков В.В. Зелёное удобрение / В.В. Бузмаков // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – № 6. – С. 33-37.

10. Бузмаков В.В. Биологический азот и плодородие почв/В.В. Бузмаков, Г.С. Посыпанов // Расширенное воспроизводство почвенного плодородия.– Москва, 1997. – Вып. 5. – 26 с.
11. Бузмаков В.В. Зелёные удобрения – важнейший резерв повышения плодородия почв и охраны окружающей среды / В.В. Бузмаков. – Москва: РосАКОагро, 2000. – 115 с.
12. Бушнёв А.С. Особенности обработки почвы под подсолнечник / А.С. Бушнёв // Земледелие. – 2009. – №8. – С. 13-15.
13. Вальков В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 4-е изд., перераб. и доп. – 527 с.
14. Васютин А.С. Биологизация земледелия и улучшение экологического состояния сельскохозяйственных угодий / А.С. Васютин, В.А. Филоненко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 15-18.
15. Верниченко Л.Ю. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л.Ю. Верниченко, Е.Н. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 3-86.
16. Витер А.Ф. Обработка почвы в сочетании с применением удобрений в условиях ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.Ф. Витер. – Воронеж, 1975. – 38 с.
17. Витер А.Ф. Влияние обработки почвы и удобрений на количество гумуса и плодородие чернозёмов / А.Ф. Витер // Интенсивное земледелие и пути повышения плодородия почв в ЦЧЗ: сб. науч. тр. – Каменная степь, 1982. – С. 3-12.
18. Витер А.Ф. Повышение почвенного плодородия различными обработками / А.Ф. Витер // Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на плодородие почв: сб. науч. тр. – Каменная степь, 1985. – С. 94-97.

19. Витер А.Ф. Обработка почвы и регулирование её плодородия / А.Ф. Витер // Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений: сб. науч. тр. – Каменная степь, 1989. – С. 8-16.
20. Витер А.Ф. Изменение плодородия чернозёмов при их обработке / А.Ф. Витер // Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сб. науч. тр. – Москва, 1990. – С. 123-129.
21. Воронцов В.А. Влияние способов основной обработки почвы на её водный и питательный режимы при возделывании сахарной свёклы / В.А. Воронцов // Земледелие. – 2013. -- № 4. – С. 23-26.
22. География Воронежской области / под общ. ред. В.В. Подколзина. – Воронеж, 1994. – 110 с.
23. Гармашов В.М. О минимализации основной обработки почвы под подсолнечник в ЦЧЗ / В.М. Гармашов // Зерновое хозяйство. – 2006. – №2 – С. 9-11.
24. Годунов И.Б. Использование соломы в качестве удобрения / И.Б. Годунов, Л.Д. Дубовик, Т.П. Мотузок. – Воронеж, 1981. – 18 с.
25. Голёусов П.В. Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи / П.В. Голёусов, Ф.Н. Лисецкий. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2005. – 232 с.
26. Гончаров Н.Ф. Влияние способов обработки чернозёмов на устойчивость сельскохозяйственных культур к эрозионным процессам / Н.Ф. Гончаров // Агрэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. – Курск, 2004. – С. 68-73.
27. Гребенников А.М. Фитосанитарный аспект повышения плодородия чернозёмов сидеральными смесями / А.М. Гребенников // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 24-26.
28. Григоров А.Н. Агрэкологические приёмы использования органических остатков / А.Н. Григоров, Н.Н. Лесной // Агрэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. – Курск, 2004. – С.15-18.

29. Губарева Н.С. Минимализация обработки почвы под подсолнечник / Н.С. Губарева // Технические культуры. – 1991. – №5. – С. 17-18.
30. Гуреев И.И. Механизированные технологии возделывания зерновых культур в ландшафтном земледелии Центрально-Чернозёмной зоны / И.И. Гуреев. – Курск, 2000. – 99 с.
31. Дедов А.В. Влияние различных способов повышения плодородия выщелоченного чернозёма на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / А.В. Дедов. – Воронеж, 1992. – 24 с.
32. Дедов А.В. Органическое вещество почвы и его регулирование в Центральном Черноземье: монография / А.В. Дедов. – Воронеж: ВГАУ, 1999. – 202 с.
33. Дедов А.В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание в почве подвижных гумусовых веществ / А.В. Дедов, Н.И. Придворев, Е.В. Морозова // Агрохимия. – 2001. – №11. – С. 33-40.
34. Дедов А.В. Философские проблемы земледелия / А.В. Дедов. – Воронеж: ВГАУ, 2001. – 178 с.
35. Дедов А.В. Приёмы биологизации земледелия ЦЧР / А.В. Дедов // Проблемы сохранения и восстановления потенциала русского чернозёма. – Воронеж, 2002. – С. 22-24.
36. Дедов А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия / Дедов А.В. // Земледелие. – 2002. – №2. – С. 10-12.
37. Дедов А.В. Земледелие Центрально-Чернозёмной зоны с основами почвоведения и агрохимии / А.В. Дедов. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 358 с.
38. Дедов А.В. Воспроизводство плодородия чернозёмов / А.В. Дедов, А.В. Подлесных // Агробиологические основы повышения урожайности и качества продукции полевых культур в ЦЧР: сб. науч. трудов. – Воронеж, 2009. – С. 46-49.

39. Дедов А.В. Биологизация земледелия ЦЧР / А.В. Дедов, Н.А. Драчёв. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 171 с.
40. Дедов А.В. Роль многолетних трав в повышении плодородия чернозёмов / А.В. Дедов // Вестник ВГАУ. – 2012. – №1(32). – С. 12-15.
41. Дедов А.В. Приёмы воспроизводства плодородия чернозёмов / А.В. Дедов // Матеріали міжнародної науково-практичного семінару, присвяченого 130-річчю виходу книги професора В.В. Докучаєва «Російський чорнозем», 10 грудня 2013 р. – Киев, 2013. – С. 361-363.
42. Довбан К.И. Применение зелёных удобрений в интенсивном земледелии / К.И. Довбан. – Минск: Ураджай, 1981. – 206 с.
43. Довбан К.И. Зелёное удобрение / К.И. Довбан. – Москва: ВО Агропромиздат, 1990. – 208 с.
44. Довбан К.И. Сидерация в интенсивном земледелии: обзорная информация / К.И. Довбан, В.К. Довбан, Ф.Г. Бардинов. – Москва, ВНИИТЭИ-агропром, 1992. – 68 с.
45. Дудкин И.В. Системы обработки почвы и сорняки / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Защита и карантин растений. – 2010. – № 8. – С. 28-30.
46. Завалин А.А. Приёмы биологизации земледелия с использованием микробных биопрепаратов / А.А. Завалин // Ресурсосберегающие технологии земледелия. Перспективные технологии современного сельского хозяйства: сб. докл. конф. – Курск, 2005. – С. 106-108.
47. Захаренко А.В. Агроэкологическая оценка регулирующего воздействия систем земледелия на сорный компонент агрофитоценоза в Центральном районе Нечернозёмной зоны России / А.В. Захаренко, В.А. Арефьева. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2008. – 92 с.
48. Захаров В.В. Эффективность приёмов основной обработки почвы в зернопаропропашном и зернопропашном севооборотах / В.В. Захаров // Почвозащитная обработка: сб. науч. тр. – Каменная степь, 1989. – С. 3-7.

49. Захаров Н.Г. Влияние обработки почвы на биологическую активность и питательный режим чернозёма выщелоченного / Н.Г. Захаров // Агрохимический вестник. – 2011. – №6. – С. 5-6.
50. Зезюков Н.И. Повышение устойчивости земледелия ЦЧЗ / Н.И. Зезюков. – Воронеж, 1990. – 88 с.
51. Зезюков Н.И. Роль растительных остатков, соломы и сидератов в воспроизводстве плодородия чернозёмов / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – №12. – С. 44-46.
52. Зезюков Н.И. Проблемы воспроизводства плодородия почв ЦЧЗ / Н.И. Зезюков // Воспроизводство чернозёмов в Центрально-Чернозёмной зоне: сб. науч. тр. – Воронеж, 1992. – С. 16-22.
53. Зезюков Н.И. Сидеральный пар в ЦЧЗ / Н.И. Зезюков // Земледелие. – 1993. – № 6. – С. 10-11.
54. Зезюков Н.И. Бобовые травы – ценные предшественники озимой пшеницы / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов, Л.П. Кузнецова // Адаптивная технология возделывания зерновых культур в Центрально-Чернозёмной зоне: сб. науч. тр. – Воронеж, 1994. – С. 82-88.
55. Зезюков Н.И. Содержание лабильного органического вещества в пахотных чернозёмах ЦЧЗ / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов // Почвоведение. – 1994. – №12. – С. 54-57.
56. Зезюков Н.И. Засорённость посевов зерновых культур в севооборотах с чистым и сидеральным паром / Н.И. Зезюков, Н.Н. Королёв, Л.П. Кузнецова // Биологизация земледелия на чернозёмах: сб. науч. тр. – Воронеж, 1995. – С. 120-122.
57. Зезюков Н.И. Повышать эффективность использования удобрений / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов, Н.И. Придворев // Земледелие. – 1997. – №5. – С. 20-22.
58. Зезюков Н.И. Сохранение и повышение плодородия чернозёмов / Н.И. Зезюков, В.Е. Острецов. – Воронеж: Центр.-Черноземн. кн. изд-во, 1999. – 312 с.

59. Зезюков Н.И. Влияние культур сидерального пара на агрофизические показатели плодородия почвы, засорённость и урожайность культур / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов, Н.И. Придворев, В.А. Маслов // Чернозёмы 2000: состояние и перспективы рационального использования: сб. науч. тр. – Воронеж, 2000. – С. 188-199.
60. Зезюков Н.И. Влияние сидеральных культур на агрофизические свойства, засорённость и плодородие почвы / Н.И. Зезюков, Н.И. Придворев, Л.П. Кузнецова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 35-37.
61. Зеленский Н.А. Парозанимающие и сидеральные культуры на эродированных чернозёмах / Н.А. Зеленский, Е.П. Луганцев, А.П. Авдеенко. – Ростов-на-Дону, 2006. – 176 с.
62. Зеленский Н.А. Скажем «да» бобовым культурам на парах и бинарным посевам / Н.А. Зеленский // Поле августа. – 2008. – №11. – С.2.
63. Зеленский Н.А. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, А.А. Савинов и др. // Земледелие. – 2008. – № 7. – С. 34-35.
64. Иванов В.Д. Ресурсосберегающая технология обработки почвы, её внедрение и эффективность в хозяйствах Кантемировского района Воронежской области / В.Д. Иванов, М.И. Парахневич и др. – Воронеж, 1993. – 20 с.
65. Иванова Е.П. Динамика структурного состава почвы под люцерной в многолетнем цикле / Е.П. Иванова // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 18-19.
66. Иващенко А.А. Энергия света и сорные растения / А.А. Иващенко, А.А. Иващенко // Защита и карантин растений. – 2010. – № 11. – С. 18-19.
67. Игнатов П.М. Севообороты с донником / П.М. Игнатов // Земледелие. – 1987. – № 5. – С. 27-29.
68. Иевлев Д.М. Многое зависит от способов обработки почвы / Д.М. Иевлев, Р.И. Шестаков // Сельские зори. – 1995. – №9. – С. 19-20.

69. Ильин С.Д. Совершенствование системы обработки почвы и элементов технологии возделывания подсолнечника в условиях степи Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.Д. Ильин. – Воронеж, 1998. – 22 с.
70. Ильина Л.В. Использование растительной биомассы для повышения плодородия почв и продуктивности земледелия / Л.В. Ильина и др. // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 42-44.
71. Ильясов М.М. Засорённость посевов в зависимости от систем основной обработки почвы / М.М. Ильясов, А.Х. Яппаров // Плодородие. – 2010. – № 2. – С. 48-49.
72. Кадыров С.В. Технологии программированных урожаев в ЦЧР / С.В. Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж, 2005. – 544 с.
73. Кант Г. Зелёное удобрение / Г. Кант. – Москва: Колос, 1982. – 128 с.
74. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / Г. Кант. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
75. Карашук И.М. Донник – ценная парозанимающая культура / И.М. Карашук, И.И. Ощаров // Земледелие. – 1980. – №3. – С. 34-35.
76. Киричкова И.В. Динамика структуры почвенного покрова под различными видами многолетних трав / И.В. Киричкова, Е.А. Литвинов // Плодородие. – 2008. – № 2. – С. 40-41.
77. Кирюшин В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 3-6.
78. Клэппертон Д. Настоящая живая почва: экология ризосферы / Д. Клэппертон // Зерно. – 2012. – № 10. – С. 76-80.
79. Коренев Г.В. Пути совершенствования интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы в ЦЧЗ / Г.В. Коренев // Адаптивная технология возделывания зерновых культур в Центрально-Чернозёмной зоне: сб. науч. тр. – Воронеж, 1994. – С. 12-20.

80. Коржов С.И. Биологизация земледелия ЦЧО / С.И. Коржов // Достижения аграрной науки в начале 21 века: материалы науч. и науч.-метод. конференции, секция 3. – Воронеж, 2002. – С. 3-10.
81. Коржов С.И. Основная обработка почвы и её влияние на биологическую активность / С.И. Коржов, В.А. Воронков // Достижения аграрной науки в начале 21 века: материалы науч. и науч.-метод. конференции, секция 3. – Воронеж, 2002. – С. 49-54.
82. Коржов С.И. Влияние обработки почвы на её микробиологический потенциал / С.И. Коржов // Материалы межд. научно-практ. конференции. -- Пенза, 2002. – Т. 1. – С. 33-41.
83. Коржов С.И. Обработка почвы в ЦЧР / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 199 с.
84. Коржов С.И. Зелёные удобрения как фактор устойчивости агроландшафта / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов // Вестник ВГАУ. – 2010. – № 4 (27). – С. 15-17.
85. Коржов С.И. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия чернозёмов / С.И. Коржов, В.В. Верзилин, Н.Н. Королёв. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 98 с.
86. Коржов С.И. Биологизация земледелия – основа повышения плодородия чернозёмов / С.И. Коржов, Г.В. Котов // Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы науч.-практ. конф., 10-12 ноября. – Воронеж, 2013. – С. 156-160.
87. Коротких Е.В. Пути сохранения плодородия чернозёмов / Е.В. Коротких // Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы науч.-практ. конф., 10-12 ноября. – Воронеж, 2013. – С. 161-164.
88. Котлярова О.Г. Совершенствование технологий производства сельскохозяйственной продукции в адаптивной земледелии ЦЧЗ / О.Г. Котлярова // Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйствен-

- ных культур в ЦЧЗ: материалы зональной науч.-практ. конференции. – Липецк, 1992. – С. 4-20.
89. Котлярова О.Г. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запарке / О.Г. Котлярова, В.В. Черенков // *Агрохимия*. – 1998. – № 12. – С. 15-20.
90. Котов Г.В. Экологическая роль насыщения севооборотов бобовыми культурами / Г.В. Котов, А.Ю. Татаринцев // *Науково-методологічні основи підвищення економічної ефективності, інноваційного розвитку та менеджменту аграрного виробництва: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 24-25 квітня 2013 р.* – Харків, 2013. – С. 353-357.
91. Краевский А. Н. Безотвальная обработка почвы под подсолнечник / А.Н. Краевский, В.И. Кондратьев, П.Н. Винник // *Технические культуры*. – 1993. – №3-4. – С. 2-3.
92. Крючков М.М. Сидеральные пары на выщелоченных чернозёмах Рязанской области / М.М. Крючков, Л.В. Потапова, Р.А. Марочкин // *Земледелие*. – 2010. – № 7. – С. 18-19.
93. Кудашов Ю.И. Продуктивность культур звена севооборота с сидеральным паром / Ю.И. Кудашов // *Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ: материалы зональной науч.-практ. конференции*. – Липецк, 1993. – С. 160-166.
94. Кучер В.Г. Влияние сидеральных посевов на плодородие почв и урожай сельскохозяйственных культур / В.Г. Кучер // *Агрохимические проблемы интенсификации земледелия в Среднем Заволжье*. – Самара, 1991. – С. 42-46.
95. Лебедева Т.Б. Многолетние бобовые травы на зелёное удобрение / Т.Б. Лебедева и др. // *Земледелие*. – 1998. – № 5. – С. 12.
96. Ломакин М.М. Мульчирующая обработка на склонах / М.М. Ломакин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 185 с.

97. Ломакин М.М. Ресурсосберегающие обработки почвы / М.М. Ломакин // Науч.-техн. бюл. ВНИИЗ и ЗПЭ. – 1989. – Вып. 1-2. – С. 40-42.
98. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечернозёмной зоны / В.Г. Лошаков. -- М.: Россельхозиздат, 1980. – 133 с.
99. Луганцев А.П. Бинарные посевы подсолнечника и бобовых трав и сохранение плодородия почвы / А.П. Луганцев и др. // Земледелие. – 2008. – №4. – С. 22-23.
100. Луганцев Е.П. Сидераты помогают сохранить плодородие почвы и повысить продуктивность подсолнечника / А.П. Луганцев и др. // Земледелие. – 2009. – №8. – С. 11-13.
101. Лыков А.М. Пожнивная сидерация в зерновых севооборотах / А.М. Лыков, Ю.Д. Иванов, Н.И. Долженков // Земледелие. – 1983. – №4. – С. 35-37.
102. Лыков А.М. Воспроизводство органического вещества в почве при интенсивном земледелии / А.М. Лыков // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 10. – С. 8-13.
103. Магомедова К.С. Влияние сидеральных паров на агрохимические свойства почвы / К.С. Магомедова // Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ: материалы зональной науч.-практ. конференции. – Липецк, 1993. – С. 157-159.
104. Макаров В.И. Крестоцветные культуры – альтернативный источник органических удобрений / В.И. Макаров, В.В. Глушков, Г.С. Юнусов, Н.Ф. Маслова // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 36-37.
105. Масалимов Т.М. Донник / Т.М. Масалимов. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990. – 176 с.
106. Минеев В.Г. Биологизация земледелия и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – Москва: Колос, 1993. – 415 с.
107. Мишустин Е.Н. Использование соломы в качестве удобрения / Е.Н. Мишустин // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 49-54.

108. Морковкин Г.Г. Влияние сидеральных удобрений на структурно-агрегатный состав чернозёмов выщелоченных / Г.Г. Морковкин, И.В. Дёмина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 11. – С. 9-13.
109. Москаленко А.А. Солома – ценное органическое удобрение / А.А. Москаленко, М.Н. Агафонов // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 3. – С. 56-58.
110. Мухортов Я.Н. Преимущества глубокой вспашки / Я.Н. Мухортов, Н.Г. Манцева, М.Ф. Михайлова // Сахарная свёкла. – 1981. – № 9. – С. 27-29.
111. Наумкин В.Н. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.
112. Несторенко С.М. Вплив обробітку ґрунту на вміст продуктивної вологи в умовах степу / С.М. Несторенко // Матеріали міжнародної науково-практичного семінару, присвяченого 130-річчю виходу книги професора В.В. Докучаєва «Російський чорнозем», 10 грудня 2013 р. – Київ, 2013. – С.388-389.
113. Нечаев Л.А. Агроэкологическая и агроэкономическая эффективность приёмов обогащения почвы органическим веществом фитомассы растений / Л.А. Нечаев и др. // Перспективные технологии современного сельского хозяйства. Ресурсосберегающие технологии земледелия: сб. докл. конференции. – Курск, 2005. – С.294-296.
114. Николаев В.А. Роль пожнивного сидерата в стабилизации агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы / В.А. Николаев // Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы науч.-практ. конф., 10-12 ноября. – Воронеж, 2013. – С. 119-126.
115. Орлов В.М. Использование биологического азота при возделывании озимой пшеницы / В.М. Орлов, Г.А. Чернохлебова, М.П. Мирошенко // Вестник с.-х. науки. – 1989. – № 7. – С. 76-80.

116. Павлюк Н.Т. Подсолнечник в Центрально-Чернозёмной зоне России: монография / Н.Т. Павлюк, П.Н. Павлюк, Е.В. Фомин. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. – 226 с.
117. Парахин Н.В. Биологизация земледелия в России / Н.В. Парахин, В.Т. Лобков, Н.К. Кружков и др. – Орёл: Издательство ОрёлГАУ, 2000.— 175 с.
118. Пешков Л.В. Основные элементы агробиотехнологии возделывания озимой пшеницы в ЦЧР РСФСР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л.В. Пешков. – Воронеж, 1991. – 22 с.
119. Пичугин А.П. Эффективность приёмов комплексного повышения плодородия чернозёма выщелоченного в звене севооборота: пар (занятый, сидеральный) – озимая пшеница: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.П. Пичугин. – Воронеж, 2002. – 24 с.
120. Пичугин А.П. Влияние пожнивного посева горчицы сарептской в севооборотах с занятым и сидеральным паром на агрофизические показатели плодородия чернозёма выщелоченного / А.П. Пичугин // Агробиологические основы повышения урожайности и качества продукции полевых культур в ЦЧР: сб. науч. трудов. – Воронеж, 2009 – С. 161-166.
121. Платунов А.А. Влияние многолетних трав первого и второго года жизни на структурное состояние почвы / А.А. Платунов, С.Л. Коробицын, Е.В. Шабалина // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 16-18.
122. Плескачёв Ю.Н. Совершенствование способов обработки тёмно-каштановых почв и внесения азотных удобрений под подсолнечник / Ю.Н. Плескачёв, Н.Б. Борисенко, В.Ю. Мисюряев, А.Н. Сидоров // Плодородие. – 2012. – № 2(65). – С. 24-26.
123. Плескачёв Ю.Н. Возделывание подсолнечника на чернозёмах Волгоградской области / Ю.Н. Плескачёв, Н.И. Сёмина, С.Е. Антонникова // Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы науч.-практ. конф., 10-12 ноября. – Воронеж, 2013. – С. 105-111.

124. Погода и климат www.pogoda.ru.net (погода и климат - климатический монитор: погода в Воронеже pogoda.ru.net/monitor.php?id=34123).
125. Пospelов С. Сидерация: восстанавливаем почву, улучшаем будущий урожай / С. Пospelов, В.Н. Самородов // *Зерно*. – 2011. – № 1. – С. 16-22.
126. Постников А.В. Гумус, производство и применение органических удобрений / А.В. Постников, А.Н. Кондратенко и др. // *Расширенное воспроизводство почвенного плодородия*. – Москва, 1996. – Вып. 2. – 240 с.
127. Постников П.А. Зелёные удобрения – резерв повышения урожаев / П.А. Постников // *Земледелие*. – 2010. – № 7. – С. 15-16.
128. Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в чернозёме выщелоченном: автореф. ... канд. с.-х. наук / Н.И. Придворев. – Воронеж, 2002. – 42 с.
129. Придворев Н.И. Зависимость запаса влаги в почве от способа её основной обработки под подсолнечник / Н.И. Придворев, В.В. Верзилин, Е.А. Родионов // *Земледелие*. – 2009. – №8. – С. 16-17.
130. Пупонин А.И. *Земледелие* / А.И. Пупонин. – Москва: «Колос», 2000. – 550 с.
131. Рахметов Д. Сидераты – удобрения и борцы с сорняками / Д. Рахметов // *Зерно*. – 2012. – № 10. – С. 48-55.
132. Родионов Е.А. Влияние способов основной обработки на плодородие чернозёма обыкновенного, урожайность сахарной свёклы и подсолнечника в условиях юго-востока ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.А. Родионов. – Воронеж, 2006. – 22 с.
133. Романенко А.А. Противозасушливая энергосберегающая система обработки почвы / А.А. Романенко, Н.К. Мазитов // *Земледелие*. – 2011. – № 3. – С. 30-31.

134. Руденко К.А. Сидерация в Ростовской области / К.А. Руденко // Аграрная наука в начале 21 века: материалы межд. науч.-практ. конференции. – Часть 2. – Воронеж, 2001. – С. 146-149.
135. Русикова И.В. Содержание и качественный состав гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении соломы зерновых и зернобобовых культур / И.В. Русикова // Агрохимия. – 2009. – №1. – С. 11-17.
136. Рыбалкин Б.А. Эффективность обработки почвы и удобрений в севооборотах на чернозёме обыкновенном слабосмытом юго-востока ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Б.А. Рыбалкин. – Воронеж, 2002. – 26 с.
137. Рымарь В.Т. Малозатратные технологии возделывания зерновых культур в условиях юго-востока ЦЧЗ / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин, В.Г. Мирошник, М.И. Сальников // Агроэкологическая оптимизация земледелия: сборник докладов. – Курск, 2004. – С. 176-179.
138. Рымарь В.Т. Как сохранить и повысить плодородие чернозёмов / В.Т. Рымарь, С.В. Мухина // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 15-16.
139. Савоськина О.А. Влияние систем обработки почвы на сорный компонент агрофитоценоза ячменя / О.А. Савоськина, С.И. Чебаненко, С.Г. Манишкин // Плодородие. – 2011. – № 6(63). – С. 18-19.
140. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах / Б.Ф. Садыков. – Уфа, 1989. – 109 с.
141. Селищев Д.А. Ресурсосберегающие технологии основной обработки почвы в ЦЧР / Д.А. Селищев, Е.С. Асташова // Науково-методологічні основи підвищення економічної ефективності, інноваційного розвитку та менеджменту аграрного виробництва: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 24-25 квітня 2013 р. – Харків, 2013. – С. 365-368.

142. Семькин В.А. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев и др.; под ред. Н.И. Картамышева. – М.: КолосС, 2012. – 472 с.
143. Серeda Н.А. Эффективность многолетних трав и сидератов в воспроизводстве агрофизических свойств чернозёма / Н.А. Серeda, Р.А. Акбиров, А.Л. Тарасов // Плодородие. – 2010. – № 1. – С. 27-28.
144. Сидоров М.И. Современные тенденции в обработке почвы / М.И. Сидоров // Земледелие. – 1980. – №7. – С. 59-61.
145. Сидоров М.И. Использование соломы на удобрение / М.И. Сидоров, Н.И. Зезюков // Земледелие. – 1988. – № 11. – С. 48-50.
146. Сидоров М.И. Основная обработка чернозёмов / М.И. Сидоров, Я.Н. Мухортов, Н.И. Пушкарёв // Регулирование плодородия чернозёмов в условиях лесостепи ЦЧЗ: сб. науч. тр. – Воронеж, 1989. – С. 54-58.
147. Синих Ю.Н. Длительная пожнивная сидерация и фитосанитарное состояние почвы / Ю.Н. Синих // Земледелие. – 2008. – №6. – С. 27-28.
148. Скорочкин Ю.П. Эффективность использования сидерального пара и соломы озимой пшеницы в звене севооборота в условиях Тамбовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ю.П. Скорочкин. – Воронеж, 2007. – 24 с.
149. Скорочкин Ю.П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях северо-восточной части ЦЧР / Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 20-21.
150. Слесарева Т.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания белого люпина в смеси со злаковыми зерновыми культурами: научно-практические рекомендации / Т.Н. Слесарева, И.П. Такунов, И.Ф. Егоров. – Брянск: изд-во «Читай-город», 2010. – 30 с.
151. Слесарева Т.Н. Фитоценотический эффект люпинозлаковых гетерогенных ценозов в борьбе с сорной растительностью / Т.Н. Слесарева // Защита и карантин растений. – 2010. – № 12. – С. 20-22.

152. Смольянинов В.М. Концепция развития мелиорации земель Российской Федерации и орошаемое земледелие в ЦЧР / В.М. Смольянинов, П.П. Стародубцев // Научные ведомости. – 2010. – №15. – С. 171-181.
153. Смуров С.И. Совершенствовать основную обработку почвы под ранние яровые культуры / С.И. Смуров // Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ: материалы зональной научно-практ. конференции. – Липецк, 1993. – С. 144-150.
154. Смуров С.И. Безотвальная обработка снижает затраты на выращивание подсолнечника / С.И. Смуров и др. // Земледелие. – 2003. – №5 – С.28-29.
155. Сухановский Ю.П. Долгосрочное прогнозирование изменения запасов гумуса в почве / Ю.П. Сухановский, Н.П. Масютенко, С.И. Санжарова, А.В. Прущик // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 22-25.
156. Такунов И.П. Безгербицидная ресурсосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах / И.П. Такунов, Т.Н. Слесарева. – Брянск: ГНУ ВНИИ люпина, 2007. – 60 с.
157. Танчик С.П. Обработка почвы и засорённость посевов / С.П. Танчик, А.А. Цюк // Защита и карантин растений. – 2013. – № 10. – С. 19-20.
158. Тиранов А.Б. Сидеральные и занятые пары в севооборотах / А.Б. Тиранов, Л.В. Тиранова // Земледелие. – 2008. – №3. – С.16-17.
159. Тихонов О.И. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О.И. Тихонов, Н.И. Бочкарёв, А.Б. Дьяков и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 281 с.
160. Трофимова Т.А. Влияние способов и глубины основной обработки чернозёма обыкновенного на свойства почвы и урожайность культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т.А. Трофимова. – Воронеж, 1992. – 20с.
161. Трофимова Т.А. Зяблевая обработка почвы в юго-восточных районах ЦЧЗ / Т.А. Трофимова // Сахарная свёкла. – 2002. – №7. – С. 19-20.

162. Трофимова Т.А. Элементы минимализации обработки почвы / Т.А. Трофимова // Достижения аграрной науки в начале 21 века: материалы науч. и науч.-метод. конференции, секция 3. – Воронеж, 2002. – С. 33-38.
163. Трофимова Т.А. Засорённость посевов сельскохозяйственных культур / Т.А. Трофимова // Вестник ВГАУ. – 2010. – №3(26). – С. 10-13.
164. Трофимова Т.А. Основная обработка почвы и засорённость посевов / Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, С.И. Коржов // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 29-31.
165. Туктаров Б.И. Повышение плодородия чернозёма выщелоченного в лесостепной зоне при биологизации земледелия / Б.И. Туктаров, П.В. Тарасенко, А.В. Уваров // Плодородие. – 2012. – № 1(64). – С. 37-38.
166. Турусов В.И. Основная обработка почвы и продуктивность подсолнечника / В.И. Турусов // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 24.
167. Турусов В.И. Фитосанитарное состояние посевов на различных элементах агроландшафта / В.И. Турусов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 41-42.
168. Турусов В.И. Изменение потенциального плодородия чернозёма при различных способах основной обработки почвы / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 12-14.
169. Тысленко А.М. Оценка средоулучшающих кормовых растений в системе хозяйственного использования и воспроизводства плодородия почв / А.М. Тысленко, М.Н. Новиков // Агрехимический вестник. – 2013. – № 4. – С. 35-38.
170. Фёдоров В.А. Удобрение соломой и содержание подвижных форм азота в почве / В.А. Фёдоров // Агрехимия. – 1977. – № 8. – С. 100-107.
171. Хабаров Н.И. Влияние приёмов использования соломы в качестве удобрения на накопление влаги в почве / Н.И. Хабаров, Н.И. Зезюков //

- Регулирование плодородия чернозёмов в условиях лесостепи ЦЧЗ: сб. науч. тр. – Воронеж, 1989. – С. 55-57.
172. Черкасов Г.Н. Способы, приёмы ресурсосбережения в земледелии / Г.Н. Черкасов // Перспективные технологии современного сельскохозяйственного производства. Ресурсосберегающие технологии земледелия: сб. докл. конф. – Курск, 2005. – С. 11-14.
173. Чиждова М.С. Влияние основной обработки почвы и удобрений на продуктивность севооборота и содержание гумуса в экологических условиях Луганской области / М.С. Чиждова // Матеріали міжнародної науково-практичного семінару, присвяченого 130-річчю виходу книги професора В. В. Докучаєва «Російський чорнозем», 10 грудня 2013 р. – Киев, 2013. – С. 415-417.
174. Чуян Н.А. Влияние минеральных удобрений, извести и растительных остатков на плодородие почвы / Н.А. Чуян, Г.М. Берескина, Р.Ф. Ерёмин // Земледелие. – 2009. – №3. – С. 22-23.
175. Шаповалов Н.К. Формирование урожая сахарной свёклы при различных способах подготовки почвы / Н.К. Шаповалов // Сахарная свёкла. – 1996. – №8. – С. 16-20.
176. Щедрина Д.И. Люцерна в ЦЧР / Д.И. Щедрина, В.В. Коломейченко, А.Н. Зимин, Л.И. Саратовский. – Воронеж: ВГАУ, 2002. – 160 с.
177. Щербаков А. П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ / А.П. Щербаков, И.Д. Рудай. – М.: Колос, 1983.—190 с.
178. Шикунла Н.К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикунла, Г.В. Назаренко. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 320 с.
179. Шмырёва Н.Я. Участие азота многолетних трав в формировании органического вещества дерново-подзолистой почвы / Н.Я. Шмырёва, О.А. Соколов, Л.Н. Цуриков // Плодородие. – 2012. – № 6(69). – С. 25-26.

180. Янбухтина Р.Н. Биологическая активность почв при различных системах обработки / Р.Н. Янбухтина // Земледелие. – 1989. – №10. – С. 47-49.
181. Berner A. Neuer Langzeitversucht über Bodenbearbeitung, Düngung und Präparate / A. Berner, R. Frei, P. Mäder // Bioaktuel. – 2006. – № 5. – S. 4-6.
182. Berner A. Einfluss von biologisch-dynamischen Präparaten, Düngung und Bodenbearbeitung auf Bodenfruchtbarkeit und Ertrag / A. Berner, R. Frei, P. Mäder // FiBL: CH-5070 Frick, Switzerland. – 2003. – № 5. – S. 1-15.
183. Freyer B. Fruchtfolge: Planen, abstimmen und korrigieren / B. Freyer // Bio Austria: Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie – 2007. – №4. – S. 14-16.
184. Freyer B. Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL II): Forschungsprojekt / B. Freyer // Abschlussbericht Univ. Prof. Dr., 2009. – Wien. – 206 s.
185. Heinze S. Organische Düngung und reduzierte Bodenbearbeitung als Steuerungsfaktoren für die C-, N-, P- und S-Speicherung von Microorganismen: Autoreferat Doktors der Naturwissenschaften / S. Heinze. – Witzenhausen, 2009. – 21 s.
186. Hülsbergen K.-J. Der Humusgehalt – die wichtigste Kennzahl für die Bodenfruchtbarkeit / K.-J. Hülsbergen // Bio Austria: Bauerntage. – 2007. – S. 27-30.
187. Huggins D. Bodenschutz durch Verzicht auf Pflügen / D. R. Huggins, P. Reganold // Spektrum der Wissenschaft. – 2009. – №5. – S. 78-85.
188. Gollner M. Auswirkungen acker- und pflanzenbaulicher Massnahmen sowie der Dauer der ökologischen Bewirtschaftung auf die arbuskuläre im Ökologischen Landbau: Autoreferat Doktors rerum naturalium technicarum / M. Gollner. – Wien, 2003. – 32 s.
189. Krawutschke M. Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf Gehalt und Dynamik der organischen Bodensubstanz in Ackerböden sowie deren Be-

deutungür für die Humusbilanzierung: Masterarbeit cand. M. Sc. agr. / Krautschke M. – Giessen, 2007. – 78 s.

190. Kreitmayr J. Klimaänderung und Landwirtschaft. Auswirkungen und Strategien für Landwirtschaft und Umwelt / J. Kreitmayr, K. Mayr // Agrarökologie. – 2008. – Kreitmayr/Mayr – IAB 1c – MS. 1-20.
191. Kundler P. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit / P. Kundler et al. // VEB Deutscher Landwirtschafts Verlag. – Berlin, 1989. – S.165-187.
192. Oberlander H.E. Humus und organische Düngung im intensiver Ackerbau / H.E. Oberlander // Der Forderungsdienst, 1977. – V.25. – N11. – S.327-330.
193. Siewert C. Einfluss von Grundbearbeitung auf die Struktur und den Gehalt j der Huminsäuren des Podsolbodens / C. Siewert // Tag. – Ber. Agad. Landwirtsch. Wiss DDR: Berlin, 1982. – № 205. – p. 265-274.
194. Wagentristsl H. Bodenbearbeitung – Wasser schoneng und Humus mehrend / H. Wagentristsl // Bio Austria: Bauerntage. – 2008. – S. 25-28.
195. Volker U. Mehrjähriger Einfluss von Bearbeitungs-, Düngungs- und Fruchtfolgemassnahmen auf die Humusdynamik / U. Volker, U.G. Müller, W. Heisig // Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1980. – Bd 24. – N2. – S.107-114.

Приложения

Приложение 1. Максимальная гигроскопичность почвы опытного участка, 2010 г.

Слои почвы	Номер опытного участка											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вспашка (20-22 см)												
0-10	9,32	9,12	11,00	7,99	8,34	7,79	11,18	10,05	9,68	9,61	9,18	8,76
10-20	9,72	9,52	10,82	7,96	7,39	7,25	8,59	11,20	8,80	9,87	8,45	9,34
20-30	9,04	9,19	11,56	7,81	8,19	7,46	8,71	11,98	9,45	7,23	7,62	8,73
30-40	9,42	9,56	10,09	7,54	7,92	7,93	8,89	11,78	9,23	10,90	9,26	7,59
40-50	10,12	9,79	11,78	7,56	8,22	8,11	8,76	11,97	9,53	9,68	8,52	7,70
50-60	8,85	9,34	11,69	7,72	7,84	8,50	9,35	10,26	10,98	8,81	8,49	7,58
60-70	9,82	9,60	11,50	7,93	8,12	7,96	8,36	10,91	7,89	10,04	7,98	8,56
70-80	9,94	9,05	10,07	7,51	8,13	7,20	8,79	9,99	9,21	9,76	8,12	7,91
80-90	9,97	9,73	12,02	7,42	7,80	7,94	8,52	11,84	9,17	10,59	8,51	8,84
90-100	9,49	9,39	10,91	7,32	7,85	8,11	8,88	11,46	7,86	9,17	8,69	7,72
Дисковая обработка (10-12 см)												
0-10	8,67	10,40	9,75	7,45	8,51	8,34	9,93	10,75	8,69	7,96	8,28	9,94
10-20	10,71	9,12	9,82	8,02	8,85	7,92	9,39	11,81	9,94	7,04	8,87	9,92
20-30	9,27	10,81	9,07	7,27	8,73	7,80	10,37	10,58	8,53	7,62	8,35	9,73
30-40	10,04	10,05	9,04	7,31	8,66	7,92	10,42	9,32	8,58	7,28	9,37	10,32
40-50	11,34	10,99	10,14	7,59	8,99	8,49	10,07	11,11	8,94	7,90	9,99	10,24
50-60	9,54	10,02	10,76	7,61	9,13	8,95	9,83	10,96	7,84	7,86	9,96	10,45
60-70	8,49	10,24	9,04	7,99	8,99	7,92	8,85	11,16	8,68	7,15	9,37	10,25
70-80	10,12	9,92	10,23	8,07	9,02	8,84	9,12	10,62	9,02	7,96	9,82	10,29
80-90	10,46	10,78	10,17	7,28	9,11	8,61	10,15	10,60	9,23	7,97	9,89	10,54
90-100	8,68	10,65	10,35	7,13	8,18	7,41	10,03	9,65	10,42	6,63	9,86	9,87

Продолжение приложения 1

Плоскорезная обработка (20-22 см)												
0-10	8,67	9,53	9,74	7,58	7,46	7,25	9,66	9,21	8,85	8,78	8,34	7,73
10-20	8,65	9,82	9,72	7,30	8,58	7,86	9,78	9,58	8,21	8,36	7,39	8,29
20-30	8,74	8,06	9,73	7,70	8,05	8,02	10,34	8,06	8,39	8,86	8,19	7,64
30-40	8,45	9,81	10,32	7,77	8,94	7,23	9,78	10,39	8,15	7,83	7,92	8,96
40-50	8,98	9,22	10,24	7,59	7,18	7,45	10,29	10,54	8,75	7,73	8,23	9,52
50-60	8,56	9,32	10,45	7,82	7,45	7,49	10,47	9,60	8,86	7,52	7,84	9,09
60-70	8,98	8,03	10,25	7,59	8,76	7,92	11,20	10,98	8,75	9,26	8,12	9,31
70-80	9,89	8,95	10,29	7,58	7,22	7,99	9,57	10,73	8,61	7,87	8,13	8,67
80-90	8,86	8,90	10,54	7,59	8,94	8,07	9,91	11,13	8,77	8,96	7,80	9,53
90-100	9,81	8,45	9,87	8,03	7,27	7,81	9,31	10,49	9,00	7,43	7,85	9,18

Приложение 2. Недоступная влажность почвы опытного участка, 2010 г.

Слои почвы	Номер опытного участка											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вспашка (20-22 см)												
0-10	13,98	13,68	16,50	11,98	12,51	11,68	16,77	15,07	14,52	14,41	13,77	13,14
10-20	14,58	14,28	16,23	11,94	11,08	10,87	12,88	16,80	13,20	14,80	12,67	14,01
20-30	13,56	13,78	17,34	11,71	12,28	11,19	13,06	17,97	14,17	10,84	11,43	13,09
30-40	14,13	14,34	15,13	11,31	11,88	11,89	13,33	17,67	13,84	16,35	13,89	11,38
40-50	15,18	14,68	17,67	11,34	12,33	12,16	13,14	17,95	14,29	14,52	12,78	11,55
50-60	13,27	14,01	17,53	11,58	11,76	12,75	14,02	15,39	16,47	13,21	12,73	11,37
60-70	14,73	14,40	17,25	11,89	12,18	11,94	12,54	16,36	11,83	15,06	11,97	12,84
70-80	14,91	13,57	15,10	11,26	12,19	10,80	13,18	14,98	13,81	14,64	12,18	11,86
80-90	14,95	14,59	18,03	11,13	11,70	11,91	12,78	17,76	13,75	15,88	12,76	13,26
90-100	14,23	14,08	16,36	10,98	11,77	12,16	13,32	17,19	11,79	13,75	13,03	11,58
Дисковая обработка (10-12 см)												
0-10	13,00	15,60	14,62	11,17	12,76	12,51	14,89	16,12	13,03	11,94	12,42	14,91
10-20	16,06	13,68	14,73	12,03	13,27	11,88	14,08	17,71	14,91	10,56	13,30	14,88
20-30	13,90	16,21	13,60	10,90	13,09	11,70	15,55	15,87	12,79	11,43	12,52	14,59
30-40	15,06	15,07	13,56	10,96	12,99	11,88	15,63	13,98	12,87	10,92	14,05	15,48
40-50	17,01	16,48	15,21	11,38	13,48	12,73	15,10	16,66	13,41	11,85	14,98	15,36
50-60	14,31	15,03	16,14	11,41	13,69	13,42	14,74	16,44	11,76	11,79	14,94	15,67
60-70	12,73	15,36	13,56	11,98	13,48	11,88	13,27	16,74	13,02	10,72	14,05	15,37
70-80	15,18	14,88	15,34	12,105	13,53	13,26	13,68	15,93	13,53	11,94	14,73	15,43
80-90	15,69	16,17	15,25	10,92	13,66	12,91	15,22	15,90	13,84	11,95	14,83	15,81
90-100	13,02	15,97	15,52	10,69	12,27	11,11	15,04	14,47	15,63	9,945	14,79	14,80

Продолжение приложения 2

Плоскорезная обработка (20-22 см)												
0-10	13,00	14,29	14,61	11,37	11,19	10,87	14,49	13,81	13,27	13,17	12,51	11,59
10-20	12,97	14,73	14,58	10,95	12,87	11,79	14,67	14,37	12,31	12,54	11,08	12,43
20-30	13,11	12,09	14,59	11,55	12,07	12,03	15,51	12,09	12,58	13,29	12,28	11,46
30-40	12,67	14,71	17,94	11,65	13,41	10,84	14,67	15,58	12,22	11,74	11,88	13,44
40-50	13,47	13,83	15,36	11,38	10,77	11,17	15,43	15,81	13,12	11,59	12,34	14,28
50-60	12,84	13,98	15,67	11,73	11,17	11,23	15,70	14,40	13,29	11,28	11,76	13,63
60-70	13,47	12,04	15,37	11,38	13,14	11,88	16,80	16,47	13,12	13,89	12,18	13,96
70-80	14,83	13,42	15,43	11,37	10,83	11,98	14,35	16,09	12,91	11,80	12,19	13,00
80-90	13,29	13,35	15,81	11,38	13,41	12,10	14,86	16,69	13,15	13,44	11,70	14,29
90-100	14,71	12,67	14,80	12,04	10,90	11,71	13,96	15,73	13,50	11,14	11,77	13,77

Приложение 3. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – всходы, 2011 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	10,66	11,63	13,44	11,32	14,11	17,74	21,30	23,82	25,47	40,50
	Д	14,83	13,30	16,54	18,13	15,48	17,52	22,58	20,43	25,49	46,50
	П	11,65	14,84	14,75	18,34	18,62	22,60	22,31	22,70	28,35	24,58
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	10,92	16,19	18,82	17,97	17,06	17,79	15,11	18,67	18,83	20,16
	Д	14,14	16,66	13,98	15,19	16,40	15,74	13,64	13,11	9,38	12,30
	П	11,89	11,93	11,67	17,90	17,11	19,46	19,87	22,13	26,80	31,16
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	14,20	14,22	17,51	16,87	15,97	17,73	14,58	17,42	14,63	16,35
	Д	9,56	13,22	11,78	11,79	16,12	11,61	11,95	11,05	11,99	18,55
	П	12,60	14,23	18,14	18,15	15,44	16,49	15,92	15,40	15,37	17,18
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	7,38	10,58	11,89	15,00	12,61	12,10	11,04	14,53	10,09	9,49
	Д	12,14	13,69	17,52	18,55	14,59	13,89	15,74	14,77	16,12	16,42
	П	10,73	13,20	16,03	16,10	17,52	18,95	20,78	22,63	22,55	24,38
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	9,62	11,85	12,78	16,49	13,48	10,96	12,64	13,71	10,21	11,42
	Д	12,39	13,76	16,66	17,85	16,31	14,86	16,93	14,89	15,76	16,06
	П	13,59	15,83	16,42	16,76	18,68	19,22	19,42	19,55	19,92	22,19

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 4. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – цветение, 2011 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	10,57	16,69	14,49	22,98	11,55	23,44	15,76	17,86	14,55	17,51
	Д	16,53	12,47	18,13	19,06	11,40	14,13	17,56	15,09	16,79	32,32
	П	16,05	14,60	17,61	18,97	13,64	18,96	17,02	17,58	22,62	18,81
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	12,92	12,14	21,51	19,87	14,10	13,04	10,57	13,48	13,82	15,58
	Д	18,46	17,20	14,73	15,69	10,73	12,06	11,87	5,99	5,66	7,38
	П	13,83	11,67	20,92	13,70	13,80	16,65	12,38	20,05	19,27	24,22
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	15,86	16,56	16,59	16,28	12,34	12,33	10,48	11,39	9,73	9,70
	Д	15,19	16,77	15,58	17,55	8,47	8,87	8,64	8,85	9,61	7,21
	П	15,53	16,80	22,23	22,22	14,96	10,49	11,23	11,85	12,44	11,72
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	9,85	15,11	14,64	20,25	9,23	7,62	7,10	9,14	5,42	5,56
	Д	13,10	17,50	19,16	20,57	12,01	10,43	11,71	10,39	10,95	11,15
	П	17,76	17,88	18,36	19,33	15,43	15,29	15,96	17,45	18,55	20,05
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	11,94	13,83	17,52	22,54	11,45	7,10	8,26	9,88	5,34	6,72
	Д	16,60	17,31	21,41	21,01	11,18	11,07	11,93	10,29	11,00	9,96
	П	17,25	15,53	19,82	19,19	13,55	14,36	14,81	15,16	14,70	17,07

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 5. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – полная спелость, 2011 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	15,03	15,91	14,94	17,56	6,60	9,98	10,27	11,00	8,52	11,42
	Д	16,48	10,89	13,50	14,11	6,55	9,47	12,32	9,51	10,80	24,00
	П	12,77	12,67	14,11	16,55	10,91	14,05	12,61	12,38	17,04	13,52
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	10,38	11,45	15,50	12,91	7,45	8,13	6,04	8,24	8,50	9,71
	Д	14,53	13,65	10,52	13,06	6,56	4,21	4,44	4,76	4,85	2,06
	П	11,12	7,73	17,14	12,41	10,23	11,70	8,26	8,34	8,63	18,60
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	11,54	12,16	11,36	12,13	7,32	7,42	5,96	6,15	8,66	3,83
	Д	14,40	15,28	12,39	14,40	4,30	4,96	4,39	4,48	4,84	1,88
	П	18,56	16,18	20,90	19,14	10,18	8,60	10,40	5,12	4,31	6,10
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	10,43	14,22	11,34	14,48	10,63	3,85	3,15	5,02	1,08	0,87
	Д	13,46	15,78	16,26	18,50	8,84	6,24	7,72	5,95	6,12	5,94
	П	15,38	16,40	17,49	17,65	12,44	11,03	11,73	12,83	13,55	14,67
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	10,01	14,72	14,58	18,81	6,54	4,53	3,10	5,76	1,01	2,03
	Д	14,96	15,44	17,08	19,55	8,16	6,88	7,92	5,83	6,20	4,77
	П	15,79	16,12	17,02	15,57	9,19	10,10	10,59	10,52	9,73	11,69

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 6. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – всходы, 2012 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	11,59	15,82	19,01	22,29	24,37	26,79	22,90	22,79	23,00	23,81
	Д	10,17	14,95	17,74	18,45	18,75	19,69	16,89	17,33	20,20	20,80
	П	14,66	16,23	20,15	20,98	22,30	22,42	21,02	24,80	22,45	23,09
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	10,05	17,45	20,69	19,57	22,43	25,95	30,27	28,67	27,06	24,29
	Д	11,00	15,59	18,04	17,16	17,92	21,43	25,18	21,45	20,77	19,06
	П	13,62	16,61	19,55	20,96	22,62	25,78	26,89	26,79	27,50	24,76
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	9,17	15,54	19,09	17,64	20,71	26,24	28,03	26,35	25,47	22,28
	Д	11,99	18,32	20,22	23,08	22,57	24,18	25,27	26,49	24,20	25,27
	П	13,17	20,19	24,45	23,87	25,45	26,67	28,46	28,26	27,17	25,18
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	11,47	13,98	22,67	17,68	21,10	26,04	22,11	21,25	17,72	21,90
	Д	11,38	18,15	21,19	23,21	23,32	23,24	26,51	25,66	25,13	27,18
	П	12,59	16,56	21,34	24,75	23,77	25,48	23,15	22,89	21,50	24,51
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	11,21	13,05	21,17	14,44	17,97	21,89	22,62	19,55	17,24	21,90
	Д	10,50	15,73	17,54	21,34	21,39	22,52	24,70	24,00	22,29	25,76
	П	14,79	17,10	20,12	23,24	22,48	23,32	21,02	22,63	21,61	24,54

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 7. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – цветение, 2012 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	4,90	11,98	15,03	19,52	21,48	23,74	21,54	21,37	20,60	21,57
	Д	0,55	8,98	12,80	14,92	16,40	17,17	16,11	15,72	17,06	17,08
	П	5,50	13,85	18,96	17,24	16,40	17,52	18,31	18,93	19,08	17,86
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	-	8,09	13,30	11,76	12,47	13,24	14,38	14,73	14,36	12,62
	Д	-	6,95	12,21	11,05	10,42	12,60	15,14	15,27	14,54	14,66
	П	-	11,29	11,53	11,58	12,25	12,42	16,14	16,02	19,12	16,98
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	4,17	9,08	10,53	11,04	13,99	15,98	18,17	18,36	18,30	19,50
	Д	8,16	8,87	10,56	10,51	11,41	12,74	16,62	16,79	15,70	15,22
	П	6,61	11,71	10,90	14,92	14,45	18,19	19,47	18,89	19,94	17,89
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	7,02	8,59	14,90	9,39	10,85	12,75	14,79	15,93	12,11	12,95
	Д	8,33	12,08	13,91	15,65	15,46	16,71	19,70	19,91	19,51	21,99
	П	6,69	7,91	9,68	10,34	12,02	13,45	13,06	15,92	18,52	20,27
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	10,47	11,28	16,20	11,79	11,72	16,16	13,70	13,74	9,13	10,30
	Д	7,04	11,82	14,25	15,59	14,69	12,92	15,05	13,96	12,14	14,80
	П	7,93	8,77	10,14	13,24	11,80	12,29	13,31	12,91	10,41	11,81

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 8. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – полная спелость, 2012 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	5,13	9,02	11,50	6,11	3,99	5,18	5,23	5,96	3,08	3,23
	Д	5,66	8,15	11,33	4,12	2,18	3,72	5,16	6,27	7,22	8,23
	П	5,27	6,13	7,69	6,41	6,30	7,31	7,19	6,24	6,41	7,40
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	9,12	12,61	8,98	10,02	10,04	8,02	8,11	8,39	8,90	8,24
	Д	6,12	8,11	14,60	9,08	8,22	5,11	3,06	2,64	2,17	5,57
	П	10,12	11,37	12,35	10,12	10,54	10,97	11,12	11,24	10,99	11,83
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	10,12	11,27	11,41	10,14	9,89	8,11	7,95	7,54	6,02	5,70
	Д	5,68	19,12	10,43	8,11	6,37	5,02	5,05	4,68	4,31	4,44
	П	11,28	15,87	14,48	10,01	9,88	8,29	8,01	7,93	7,11	5,14
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	10,39	12,13	12,38	12,51	12,97	9,14	8,63	8,15	7,22	7,67
	Д	10,01	13,16	13,15	12,62	9,63	10,11	10,02	9,98	10,24	9,75
	П	9,24	13,01	14,17	12,08	8,05	8,01	7,89	7,56	7,13	8,82
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	11,29	15,18	14,12	14,07	11,62	4,11	3,22	3,03	2,16	4,22
	Д	13,02	14,28	15,74	13,12	11,15	9,03	8,11	7,64	6,13	8,87
	П	5,98	6,24	11,28	7,33	5,04	6,20	6,13	5,85	6,09	6,34

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 9. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – всходы, 2013 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	9,88	12,12	14,36	16,51	18,94	20,92	20,80	22,48	22,05	22,97
	Д	13,72	16,63	18,18	18,94	20,06	20,98	20,41	18,38	17,84	19,32
	П	12,44	12,43	15,91	21,29	20,95	19,52	18,39	17,24	21,62	23,28
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	10,15	11,23	11,31	12,51	16,06	19,04	18,44	15,58	20,55	22,62
	Д	11,67	13,07	15,93	16,96	19,81	19,61	18,06	17,65	19,62	21,85
	П	16,06	14,81	18,60	20,25	22,78	23,17	20,40	23,46	18,06	21,45
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	12,92	15,16	16,29	19,23	21,69	24,44	22,89	21,28	21,82	21,09
	Д	15,06	15,24	18,84	20,71	22,51	22,01	21,31	20,47	20,92	24,09
	П	12,79	15,21	15,70	18,24	22,90	22,20	18,19	19,67	16,74	21,36
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	19,64	15,72	22,69	24,53	23,80	22,90	19,00	19,51	18,68	17,59
	Д	17,89	18,03	21,02	25,37	21,96	19,02	15,94	16,59	16,38	15,94
	П	1,94	16,40	17,94	20,63	23,22	21,10	21,43	22,99	22,45	20,87
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	7,01	12,12	16,10	19,93	21,35	20,84	21,31	21,89	22,97	22,94
	Д	9,69	13,99	19,62	20,62	20,30	19,83	19,48	19,05	23,31	21,12
	П	8,16	11,38	13,76	14,47	15,50	15,61	16,80	18,35	19,21	17,66

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 10. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – цветение, 2013 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	10,73	15,49	18,95	21,01	22,67	20,56	21,55	24,44	24,03	15,14
	Д	6,92	14,08	17,06	21,18	21,69	20,84	19,65	19,05	20,87	23,34
	П	9,84	14,92	18,80	23,28	22,70	22,87	21,57	21,01	21,00	23,96
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	8,58	14,05	17,08	20,71	20,61	21,83	19,88	18,64	20,12	22,02
	Д	10,02	12,80	15,04	19,96	19,69	19,50	20,09	19,09	18,17	18,42
	П	11,31	13,33	19,14	19,49	23,56	22,08	19,87	22,15	19,77	22,53
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	10,77	16,25	19,28	21,86	22,39	21,78	20,97	19,76	21,02	18,78
	Д	13,32	14,89	18,98	20,15	20,58	19,82	19,41	17,99	19,14	21,07
	П	13,72	15,39	19,57	19,57	23,28	22,32	19,43	21,26	18,91	21,93
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	14,46	18,11	19,99	21,99	23,45	23,16	21,17	22,14	22,45	21,02
	Д	15,57	17,10	22,04	22,67	22,87	22,67	20,05	21,46	22,15	20,29
	П	10,52	17,34	18,45	20,91	21,83	21,75	19,65	21,11	18,24	17,18
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	7,66	10,72	14,17	20,84	23,50	22,50	20,04	21,94	22,41	20,50
	Д	9,69	12,61	17,17	21,57	22,59	22,97	20,35	19,52	20,05	20,15
	П	11,24	15,40	16,33	20,55	23,31	20,96	19,96	20,82	21,62	18,95

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 11. Запас доступной влаги в различных слоях почвы под подсолнечником, фаза – полная спелость, 2013 г.

Вариант		Запас доступной влаги в различных слоях почвы, мм									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Одновидовой посев	В*	26,10	12,17	18,43	20,64	20,36	21,18	26,64	28,09	29,92	21,37
	Д	15,18	18,24	18,98	21,13	20,67	21,28	22,02	24,64	20,81	18,15
	П	10,07	13,16	21,07	22,14	22,56	22,33	23,08	23,64	21,81	20,34
Бинарный посев с донником жёлтым по редьке масличной	В	10,08	11,67	14,25	14,88	15,42	19,17	20,62	21,97	23,62	22,52
	Д	11,62	14,33	19,95	21,64	19,86	20,62	22,96	24,44	22,02	21,76
	П	14,39	16,43	20,68	21,91	22,09	23,64	24,29	27,18	20,93	18,86
Бинарный посев с донником жёлтым по горчице белой	В	13,84	15,61	18,15	19,67	23,63	25,39	26,80	27,74	26,01	15,66
	Д	14,99	17,24	19,37	21,41	26,69	27,80	26,03	24,94	20,65	16,68
	П	12,93	16,17	19,00	22,34	22,96	23,17	25,39	26,02	22,11	15,11
Бинарный посев с люцерной синей по редьке масличной	В	19,16	21,83	23,31	30,02	33,48	29,13	26,77	26,09	22,63	16,18
	Д	20,21	21,37	25,72	31,16	27,14	24,97	22,33	20,11	18,27	19,32
	П	12,16	13,55	14,89	20,13	28,47	29,13	30,64	27,28	24,02	16,03
Бинарный посев с люцерной синей по горчице белой	В	10,10	12,73	15,97	21,34	25,86	27,17	29,64	24,93	20,02	22,14
	Д	13,93	16,19	16,48	20,35	22,45	23,14	24,37	23,95	22,31	23,23
	П	10,06	11,64	13,20	15,37	17,73	20,11	21,85	20,37	19,99	15,18

Примечание: В – вспашка (20-22 см), Д – дисковая обработка (10-12 см), П – плоскорезная обработка (20-22 см)

Приложение 12. Плотность почвы под подсолнечником по годам, г/см³

Вариант		Слой почвы, см	2011 г.			2012 г.			2013г.		
			посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	1,01	0,99	1,15	0,92	1,05	1,09	1,06	1,11	1,12
		10-20	1,11	0,99	1,18	0,97	1,10	1,11	1,11	1,14	1,13
		20-30	1,19	1,15	1,16	1,03	1,13	1,15	1,12	1,17	1,15
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,08	0,90	1,16	0,93	1,11	1,13	1,10	1,12	1,11
		10-20	1,12	0,92	1,16	0,97	1,13	1,14	1,12	1,14	1,14
		20-30	1,16	1,17	1,19	1,01	1,15	1,18	1,17	1,19	1,15
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,12	1,09	1,21	0,95	1,05	1,17	1,11	1,12	1,11
		10-20	1,17	1,01	1,23	1,02	1,11	1,19	1,14	1,14	1,15
		20-30	1,20	1,14	1,25	1,07	1,14	1,22	1,18	1,19	1,19
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,96	0,95	1,10	0,89	1,05	1,09	1,08	1,10	1,12
		10-20	1,14	0,97	1,15	0,95	1,11	1,13	1,09	1,11	1,13
		20-30	1,19	1,26	1,20	1,06	1,14	1,16	1,14	1,14	1,15
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,17	1,07	1,11	0,91	1,08	1,11	1,11	1,11	1,13
		10-20	1,16	1,08	1,16	1,00	1,14	1,16	1,13	1,13	1,15
		20-30	1,18	1,14	1,20	1,07	1,14	1,17	1,16	1,15	1,18
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,13	1,00	1,15	0,93	1,12	1,15	1,13	1,11	1,15
		10-20	1,13	1,06	1,13	0,96	1,16	1,20	1,14	1,13	1,15
		20-30	1,16	1,12	1,18	1,06	1,19	1,22	1,17	1,16	1,19
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0,97	1,09	1,11	0,94	1,05	1,10	1,05	1,12	1,11
		10-20	1,19	1,11	1,13	1,02	1,15	1,13	1,10	1,13	1,13
		20-30	1,24	1,21	1,19	1,07	1,10	1,19	1,14	1,16	1,16

Продолжение приложения 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,10	0,88	1,10	0,98	1,09	1,12	1,11	1,12	1,11	
		10-20	1,20	0,98	1,18	1,01	1,11	1,15	1,12	1,13	1,13	
		20-30	1,23	1,05	1,16	1,06	1,14	1,19	1,15	1,17	1,18	
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,02	0,91	1,16	0,96	1,13	1,19	1,13	1,13	1,13	1,12
		10-20	1,15	0,94	1,18	1,03	1,15	1,20	1,14	1,15	1,15	1,15
		20-30	1,15	1,03	1,20	1,02	1,17	1,21	1,18	1,19	1,19	1,19
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	1,25	1,08	1,01	0,94	1,06	1,10	1,06	1,10	1,11	
		10-20	1,15	1,09	1,12	0,98	1,11	1,13	1,10	1,12	1,11	
		20-30	1,24	1,07	1,12	1,11	1,15	1,17	1,13	1,17	1,13	
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,01	0,92	1,00	0,91	1,06	1,13	1,12	1,13	1,13	1,12
		10-20	1,08	0,93	1,02	1,00	1,12	1,15	1,14	1,13	1,15	1,15
		20-30	1,15	1,03	1,08	1,09	1,15	1,18	1,15	1,16	1,16	1,17
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,15	1,02	1,11	0,91	1,12	1,16	1,13	1,14	1,14	1,13
		10-20	1,18	1,01	1,16	0,99	1,16	1,19	1,17	1,16	1,16	1,19
		20-30	1,18	1,00	1,18	1,10	1,21	1,20	1,20	1,17	1,17	1,20
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	1,18	0,90	1,03	0,96	1,09	1,11	1,07	1,11	1,11	
		10-20	1,19	0,92	1,14	0,99	1,13	1,15	1,11	1,13	1,12	
		20-30	1,21	1,05	1,11	1,09	1,17	1,19	1,15	1,17	1,17	
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,11	0,94	1,06	0,95	1,11	1,13	1,11	1,12	1,12	1,12
		10-20	1,10	0,97	1,08	0,98	1,13	1,17	1,14	1,14	1,14	1,13
		20-30	1,16	1,13	1,11	1,09	1,17	1,20	1,19	1,17	1,17	1,17
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,19	0,97	1,11	0,98	1,14	1,18	1,13	1,14	1,14	1,14
		10-20	1,23	0,98	1,16	1,05	1,14	1,20	1,16	1,17	1,17	1,18
		20-30	1,11	1,08	1,15	1,00	1,18	1,22	1,18	1,18	1,18	1,19
НСР ₀₅		0-30	0,07	0,03	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	

Приложение 13. Структурно-агрегатный состав почвы под подсолнечником, 2011 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			0,25-10 мм		< 0,25 мм		>10 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	75,3	69,6	5,7	4,8	19,0	25,6
		10-20	69,4	67,4	1,3	1,8	29,3	30,8
		20-30	65,5	60,3	0,9	1,1	33,6	38,6
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	78,2	75,1	4,6	4,1	17,2	20,8
		10-20	69,8	65,8	1,9	2,3	28,3	31,9
		20-30	63,6	60,6	1,1	2,2	35,3	37,2
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	73,0	72,2	4,4	4,0	22,6	23,8
		10-20	51,2	48,1	1,3	1,8	47,5	50,1
		20-30	37,8	33,9	0,7	1,2	61,5	64,9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	75,9	71,5	4,1	4,8	20,0	23,7
		10-20	72,7	69,1	2,3	2,5	25,0	28,4
		20-30	71,8	68,0	1,1	1,9	27,1	30,1
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	71,7	68,3	3,0	2,8	25,3	28,9
		10-20	77,8	72,4	1,4	1,1	20,8	26,5
		20-30	64,4	60,3	1,3	1,9	34,3	37,8
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	70,1	66,5	5,3	4,9	24,6	28,6
		10-20	67,5	64,8	2,3	2,5	30,2	32,7
		20-30	64,3	60,6	0,7	1,4	35,0	38,0
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице	вспашка (20-22 см)	0-10	73,7	71,9	4,0	3,6	22,3	24,5
		10-20	71,1	69,3	2,0	2,5	26,9	28,2
		20-30	67,7	66,1	1,5	1,9	30,8	32,0

Продолжение приложения 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	67,8	66,9	3,9	2,6	28,3	30,5
		10-20	69,5	68,2	1,9	2,2	28,6	29,6
		20-30	61,8	58,2	1,7	2,9	36,5	38,9
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	70,6	70,1	5,5	4,8	23,9	25,1
		10-20	73,1	66,6	1,7	4,0	25,2	29,4
		20-30	66,0	58,9	1,9	3,1	32,1	38,0
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	67,6	66,5	5,3	4,2	27,1	29,3
		10-20	62,7	58,7	1,1	2,9	36,2	38,4
		20-30	75,1	71,0	1,0	2,0	23,9	27,0
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	76,7	77,3	8,5	6,4	14,8	16,3
		10-20	69,6	66,3	3,3	3,1	27,1	30,6
		20-30	50,5	47,7	0,8	1,1	48,7	51,2
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	77,4	75,8	5,7	5,0	16,9	19,2
		10-20	70,0	67,7	1,3	1,7	28,7	30,6
		20-30	65,4	61,0	1,1	1,8	33,5	37,2
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	66,5	66,6	4,9	3,9	28,6	29,5
		10-20	62,4	59,7	1,8	1,2	35,8	39,1
		20-30	70,3	68,2	1,5	1,9	28,2	29,9
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	67,3	64,5	9,1	8,3	23,6	27,2
		10-20	66,4	62,9	4,1	5,1	29,5	32,0
		20-30	51,9	48,2	1,2	1,9	46,9	49,9
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	66,7	64,7	6,1	5,8	27,2	29,5
		10-20	70,0	69,2	1,8	1,0	28,2	29,8
		20-30	66,3	65,5	1,8	2,2	31,9	32,3

Приложение 14. Структурно-агрегатный состав почвы под подсолнечником, 2012 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			0,25-10 мм		< 0,25 мм		>10 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	78,2	68,5	4,8	5,0	17,0	26,5
		10-20	72,4	65,5	2,4	2,1	25,2	32,4
		20-30	67,0	58,9	1,1	1,6	31,9	39,5
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	75,6	67,4	5,0	4,9	19,4	27,7
		10-20	67,0	63,4	2,7	2,9	30,3	33,7
		20-30	61,1	59,7	1,8	1,9	37,1	38,4
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	69,9	67,2	4,2	5,1	25,9	27,7
		10-20	58,1	49,3	2,0	2,5	39,9	48,2
		20-30	50,9	39,2	1,5	1,0	47,6	59,8
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	75,7	69,8	5,3	4,9	19,0	25,3
		10-20	70,6	67,6	3,6	3,3	25,8	29,1
		20-30	68,5	64,2	1,7	1,2	29,8	34,6
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	73,6	67,1	2,9	3,1	23,5	29,8
		10-20	70,1	67,7	1,9	1,8	28,0	30,5
		20-30	65,8	63,3	1,0	1,3	33,2	35,4
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	67,5	67,8	5,8	4,5	26,7	27,7
		10-20	63,4	62,3	3,2	2,2	33,4	35,5
		20-30	61,8	58,8	1,1	1,9	37,1	39,3
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	73,4	70,0	4,7	4,0	21,9	26,0
		10-20	69,0	67,3	2,9	2,4	28,1	30,3
		20-30	63,9	60,1	1,7	2,1	34,4	37,8

Продолжение приложения 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	67,5	67,2	4,5	3,3	28,0	29,5
		10-20	67,8	64,4	2,4	1,9	29,8	33,7
		20-30	59,8	58,4	1,8	1,6	38,4	40,0
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	68,6	67,5	5,9	4,2	25,5	28,3
		10-20	69,9	66,8	2,5	3,8	27,6	29,4
		20-30	64,4	61,3	1,5	2,1	34,1	36,6
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	69,6	65,9	4,9	5,3	25,5	28,8
		10-20	67,5	59,7	1,7	2,3	30,8	38,0
		20-30	64,9	58,5	1,2	1,4	33,9	40,1
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	65,2	66,1	6,1	5,7	28,7	28,2
		10-20	66,5	65,3	3,7	3,8	29,8	30,9
		20-30	58,9	56,7	1,2	1,1	39,9	42,2
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	67,7	66,1	5,4	6,0	26,9	27,9
		10-20	69,8	66,5	1,9	1,4	28,3	32,1
		20-30	63,5	59,4	1,2	1,1	35,3	39,5
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	75,3	72,1	4,1	3,5	20,6	24,4
		10-20	68,0	64,6	2,2	1,7	29,8	33,7
		20-30	65,9	59,8	1,3	1,0	32,8	39,2
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	66,3	62,9	8,5	7,7	25,2	29,4
		10-20	66,6	60,8	4,6	4,9	28,8	34,3
		20-30	59,2	50,8	1,2	1,4	39,6	47,8
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	65,6	63,3	6,6	6,1	27,8	30,6
		10-20	67,7	65,9	2,4	1,8	29,9	32,3
		20-30	64,1	61,4	1,8	2,0	34,1	36,6

Приложение 15. Структурно-агрегатный состав почвы под подсолнечником, 2013 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			0,25-10 мм		< 0,25 мм		>10 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	81,3	76,7	3,6	4,0	15,1	19,3
		10-20	80,5	75,7	3,1	3,9	16,4	20,4
		20-30	77,6	72,8	2,6	3,1	19,8	24,1
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	79,6	76,1	3,7	4,2	16,7	19,7
		10-20	78,1	74,8	2,7	3,1	19,2	22,1
		20-30	77,6	70,1	1,5	2,0	20,9	27,9
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	77,3	69,2	2,5	3,1	20,2	27,7
		10-20	72,3	66,9	1,6	2,9	26,1	30,2
		20-30	70,9	66,9	1,3	1,8	27,8	31,3
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	84,6	82,3	4,1	4,0	11,3	13,7
		10-20	83,9	81,7	3,2	3,4	12,9	14,9
		20-30	82,3	78,6	2,5	2,9	15,2	18,5
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	81,7	78,9	4,0	3,6	14,3	17,5
		10-20	79,4	76,3	3,2	3,8	17,4	19,9
		20-30	79,1	75,6	1,8	2,9	19,1	21,5
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	78,0	76,4	3,8	3,4	18,2	20,2
		10-20	77,1	75,3	2,6	2,4	20,3	22,3
		20-30	76,3	73,1	1,9	2,3	21,8	24,6
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	84,5	82,2	3,8	3,9	11,7	13,9
		10-20	82,1	79,0	2,8	3,7	15,1	17,3
		20-30	81,9	78,9	2,0	2,4	16,1	18,7

Продолжение приложения 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	79,7	77,1	3,4	3,0	16,9	19,9
		10-20	78,3	75,1	2,7	2,7	19,0	22,2
		20-30	76,8	72,3	2,1	1,9	21,1	25,8
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	75,8	72,6	2,7	3,0	21,5	24,4
		10-20	74,2	71,4	2,4	2,6	23,4	26,0
		20-30	74,2	69,4	1,0	1,8	24,8	28,8
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	83,1	81,5	5,5	5,2	11,4	13,3
		10-20	82,0	80,0	4,4	4,1	13,6	15,9
		20-30	80,6	78,9	3,2	3,6	16,2	17,5
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	83,8	82,5	4,5	4,7	11,7	12,8
		10-20	79,5	78,1	3,4	3,9	17,1	18,0
		20-30	78,6	75,6	2,1	1,8	19,3	22,6
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	78,0	76,6	2,2	2,7	19,8	20,7
		10-20	75,1	71,5	1,7	2,6	23,2	25,9
		20-30	72,5	68,3	1,1	1,8	26,4	29,9
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	80,7	75,3	4,1	5,1	15,2	19,6
		10-20	78,3	76,0	3,2	3,7	18,5	20,3
		20-30	77,1	73,6	2,6	3,1	20,3	23,3
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	77,5	73,8	5,1	6,0	17,4	20,2
		10-20	75,0	72,9	4,2	4,4	20,8	22,7
		20-30	74,0	69,8	2,4	1,9	23,6	28,3
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	75,8	73,4	4,4	4,9	19,8	21,7
		10-20	75,2	72,4	3,5	4,1	21,3	23,5
		20-30	75,1	72,0	1,4	1,8	23,5	26,2

Приложение 16. Водопрочность почвы под подсолнечником, 2011 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			>5 мм		5-0,25 мм		< 0,25 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	1,04	1,77	76,40	74,28	22,56	23,95
		10-20	1,71	5,67	75,64	67,73	22,65	26,60
		20-30	2,04	9,06	82,16	75,60	15,80	15,34
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,66	2,83	79,19	75,39	20,15	21,78
		10-20	1,13	3,18	80,95	75,75	17,92	21,07
		20-30	2,25	5,34	84,70	78,86	13,05	15,80
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,01	1,80	75,04	75,64	23,95	22,56
		10-20	2,14	3,95	78,26	76,60	19,60	19,45
		20-30	2,80	6,42	75,41	70,15	21,79	23,43
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,59	1,89	68,97	71,42	30,44	26,69
		10-20	1,67	2,28	71,73	79,80	26,60	17,92
		20-30	1,98	3,19	84,77	76,47	13,25	20,34
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,00	2,44	81,82	74,91	17,18	22,65
		10-20	1,09	3,99	71,01	71,10	27,90	24,91
		20-30	2,17	5,14	68,19	70,77	29,64	24,09
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,04	0,40	75,68	80,00	23,28	19,60
		10-20	1,59	3,60	77,34	79,36	21,07	17,04
		20-30	2,22	6,32	83,78	71,88	14,00	21,80
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	1,06	1,99	62,61	77,86	36,33	20,15
		10-20	0,80	3,22	73,08	60,45	26,12	36,33
		20-30	2,10	6,82	82,56	65,29	15,34	27,89

Продолжение приложения 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,82	0,12	82,56	76,60	16,62	23,28
		10-20	1,22	2,24	73,34	80,58	25,44	17,18
		20-30	2,19	5,76	69,92	68,31	27,89	25,93
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,01	1,94	84,28	81,44	14,71	16,62
		10-20	1,37	3,97	71,27	72,71	27,36	23,32
		20-30	2,29	5,00	73,62	68,88	24,09	26,12
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,81	1,55	74,53	72,64	24,66	25,81
		10-20	2,17	2,44	68,22	76,92	29,61	20,64
		20-30	2,70	10,16	78,96	69,24	18,34	20,60
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,85	1,09	73,34	73,48	25,81	25,43
		10-20	2,25	5,87	75,15	71,13	22,60	23,00
		20-30	2,74	6,05	76,66	69,75	20,60	24,20
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,98	0,88	78,38	74,46	20,64	24,66
		10-20	1,25	7,92	77,95	69,15	20,80	22,93
		20-30	1,99	10,55	76,68	71,11	21,33	18,34
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	1,00	1,00	72,84	72,84	26,16	26,16
		10-20	1,27	3,38	73,69	74,57	25,04	22,05
		20-30	2,14	13,92	80,26	74,04	17,60	12,04
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,97	1,04	73,60	73,87	25,43	25,09
		10-20	1,24	7,23	77,37	71,85	21,39	20,92
		20-30	2,03	10,60	84,97	76,18	13,00	13,22
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,18	3,12	77,33	69,52	21,49	27,36
		10-20	1,58	9,08	88,72	77,92	9,70	13,00
		20-30	2,46	10,24	85,50	68,43	12,04	21,33

Приложение 17. Водопрочность почвы под подсолнечником, 2012 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			>5 мм		5-0,25 мм		< 0,25 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	1,80	1,65	76,55	75,57	21,65	22,78
		10-20	2,44	8,20	77,67	69,94	19,89	21,86
		20-30	5,34	10,02	80,78	75,22	13,88	14,76
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,99	2,20	78,35	76,99	19,66	20,81
		10-20	2,28	6,27	81,83	77,18	15,89	16,55
		20-30	6,52	8,27	81,73	78,71	11,75	13,02
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,77	2,07	77,55	78,05	20,68	19,88
		10-20	0,40	6,10	81,59	74,55	18,01	19,35
		20-30	6,32	11,03	74,13	67,42	19,55	21,55
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	3,00	0,98	69,45	70,46	27,55	28,56
		10-20	5,67	4,37	67,34	67,50	26,99	28,13
		20-30	10,60	16,24	66,74	63,10	22,66	20,66
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	2,24	0,68	77,88	76,46	19,88	22,86
		10-20	4,22	4,02	76,01	74,43	19,77	21,55
		20-30	5,52	7,77	84,03	77,20	10,45	15,03
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,12	2,35	78,86	76,68	21,02	20,98
		10-20	3,18	7,64	77,48	72,92	19,34	19,44
		20-30	8,56	9,21	76,71	76,11	14,73	14,68
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	3,22	2,18	65,90	66,05	30,88	31,77
		10-20	5,00	6,02	72,34	71,03	22,66	22,95
		20-30	9,06	9,95	73,16	71,69	17,78	18,36

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,94	3,15	77,96	75,83	20,10	21,02
		10-20	3,16	8,32	74,43	68,83	22,41	22,85
		20-30	6,82	9,59	64,85	62,66	28,33	27,75
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,89	2,03	77,56	77,29	20,55	20,68
		10-20	3,12	3,19	74,02	71,90	22,86	24,91
		20-30	5,14	9,95	74,50	70,50	20,36	19,55
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,88	0,65	76,26	79,02	22,86	20,33
		10-20	6,72	3,16	71,73	74,43	21,55	22,41
		20-30	10,55	4,93	69,35	70,22	20,10	24,85
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,55	1,65	77,58	75,57	20,87	22,78
		10-20	5,89	2,93	75,67	76,16	18,44	20,91
		20-30	10,16	5,00	75,16	75,92	14,68	19,08
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	2,44	1,62	82,75	81,56	14,81	16,82
		10-20	9,02	8,04	67,84	72,19	23,14	19,77
		20-30	10,24	8,97	71,40	76,40	18,36	14,63
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0	1,63	78,56	74,78	21,44	23,59
		10-20	5,16	5,13	72,17	70,32	22,67	24,55
		20-30	18,60	8,26	59,52	69,08	21,88	22,66
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,09	2,03	78,25	76,95	20,66	21,02
		10-20	5,44	3,00	75,13	77,31	19,43	19,69
		20-30	9,08	7,11	74,95	77,89	15,97	15,00
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,34	1,52	79,66	78,14	19,00	20,34
		10-20	9,28	5,27	72,94	74,31	17,78	20,42
		20-30	3,92	6,55	71,42	71,96	24,66	21,49

Приложение 18. Водопрочность почвы под подсолнечником, 2013 г.

Вариант		Слой почвы, см	Количество агрегатов (%) размером					
			>5 мм		5-0,25 мм		< 0,25 мм	
			посев	уборка	посев	уборка	посев	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	1,91	1,08	75,59	75,19	22,50	23,73
		10-20	2,75	3,83	78,99	75,79	18,26	20,38
		20-30	4,83	6,56	80,83	74,57	14,34	18,87
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	2,12	1,06	73,44	70,62	24,44	28,32
		10-20	3,62	5,54	85,62	73,66	10,76	20,80
		20-30	6,01	9,06	81,73	71,28	12,26	19,66
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,95	1,55	75,00	73,72	23,05	24,73
		10-20	5,23	5,90	76,93	74,13	17,84	19,97
		20-30	9,29	9,66	77,57	72,02	13,14	18,32
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	2,76	1,49	64,35	76,68	32,89	21,83
		10-20	5,10	5,23	74,99	75,90	19,91	18,87
		20-30	12,38	9,07	79,18	77,97	8,44	12,96
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	2,17	2,37	75,85	76,72	21,98	20,91
		10-20	4,36	5,67	78,71	82,47	16,93	14,86
		20-30	10,18	10,14	81,13	79,84	8,69	10,02
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,87	0,98	76,33	79,02	21,80	20,00
		10-20	4,43	3,91	78,07	79,28	17,50	16,81
		20-30	9,64	8,35	75,15	79,40	15,21	12,25
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	2,50	1,25	59,81	75,91	37,69	22,84
		10-20	6,74	3,10	76,70	82,15	16,56	14,75
		20-30	10,52	5,47	82,53	85,56	6,95	8,97

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	2,32	1,13	75,95	78,89	21,73	19,98
		10-20	4,44	4,06	76,36	78,13	19,20	17,81
		20-30	9,17	5,63	75,14	80,63	15,69	13,74
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,05	1,02	68,85	71,15	30,10	27,83
		10-20	4,26	2,46	83,23	86,56	12,51	10,98
		20-30	10,19	5,66	74,99	84,25	14,82	10,09
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	2,21	1,07	72,73	75,95	25,06	22,98
		10-20	5,47	3,08	73,13	77,06	21,40	19,86
		20-30	9,77	4,88	75,53	81,37	14,70	13,75
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,84	1,13	80,05	78,01	18,11	20,86
		10-20	4,14	3,58	75,74	77,64	20,12	18,78
		20-30	8,65	5,38	78,60	80,90	12,75	13,72
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,11	1,19	65,47	73,94	33,42	24,87
		10-20	5,19	2,62	73,12	78,02	21,69	19,36
		20-30	9,96	6,54	81,18	82,79	8,86	10,67
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	1,86	1,59	66,13	71,58	32,01	26,83
		10-20	5,70	3,49	66,55	75,54	27,75	20,97
		20-30	12,32	6,10	66,56	75,06	21,12	18,84
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,79	1,00	78,07	79,00	20,14	20,00
		10-20	4,53	4,08	71,37	75,47	24,10	20,45
		20-30	12,27	6,59	71,23	78,43	16,50	14,98
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,80	1,13	72,06	74,99	26,14	23,88
		10-20	6,56	4,78	81,48	76,86	11,96	18,36
		20-30	9,78	8,35	69,80	72,84	20,42	18,81

Приложение 19. Содержание детрита в почве под подсолнечником по годам

Вариант		Слой почвы, см	Содержание детрита, %					
			2011 г.		2012 г.		2013 г.	
			всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.	всходы	пол. спел.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	0,185	0,130	0,177	0,138	0,136	0,112
		10-20	0,195	0,100	0,162	0,118	0,110	0,098
		20-30	0,085	0,080	0,143	0,084	0,091	0,037
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,160	0,135	0,183	0,174	0,126	0,102
		10-20	0,191	0,110	0,165	0,117	0,110	0,082
		20-30	0,120	0,095	0,098	0,085	0,100	0,073
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,150	0,240	0,193	0,120	0,122	0,132
		10-20	0,260	0,100	0,172	0,101	0,105	0,105
		20-30	0,130	0,085	0,131	0,094	0,095	0,033
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,230	0,200	0,168	0,297	0,182	0,202
		10-20	0,165	0,280	0,123	0,283	0,137	0,160
		20-30	0,161	0,075	0,068	0,244	0,113	0,106
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,075	0,290	0,165	0,162	0,125	0,143
		10-20	0,120	0,275	0,128	0,150	0,103	0,128
		20-30	0,035	0,095	0,075	0,087	0,100	0,072
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,170	0,280	0,195	0,223	0,163	0,163
		10-20	0,165	0,175	0,170	0,200	0,147	0,147
		20-30	0,085	0,140	0,116	0,140	0,047	0,068
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0,144	0,140	0,177	0,192	0,177	0,172
		10-20	0,160	0,190	0,148	0,150	0,155	0,148
		20-30	0,095	0,135	0,081	0,104	0,052	0,092

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,105	0,185	0,150	0,188	0,112	0,127
		10-20	0,115	0,170	0,150	0,138	0,107	0,105
		20-30	0,090	0,105	0,082	0,065	0,100	0,092
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,107	0,155	0,200	0,196	0,109	0,133
		10-20	0,077	0,185	0,150	0,188	0,100	0,115
		20-30	0,101	0,195	0,105	0,130	0,065	0,038
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,110	0,115	0,169	0,293	0,168	0,172
		10-20	0,120	0,190	0,155	0,221	0,157	0,148
		20-30	0,155	0,245	0,043	0,182	0,087	0,117
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,125	0,290	0,155	0,183	0,162	0,157
		10-20	0,145	0,290	0,128	0,149	0,113	0,143
		20-30	0,095	0,115	0,082	0,097	0,053	0,052
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,165	0,200	0,172	0,228	0,167	0,198
		10-20	0,185	0,435	0,152	0,204	0,127	0,130
		20-30	0,105	0,255	0,103	0,118	0,062	0,118
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0,175	0,090	0,178	0,175	0,140	0,157
		10-20	0,155	0,240	0,158	0,147	0,135	0,122
		20-30	0,040	0,150	0,073	0,084	0,093	0,110
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	0,095	0,410	0,151	0,202	0,138	0,133
		10-20	0,045	0,210	0,125	0,160	0,117	0,115
		20-30	0,020	0,065	0,080	0,087	0,052	0,047
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,140	0,185	0,149	0,203	0,147	0,125
		10-20	0,050	0,445	0,135	0,180	0,122	0,098
		20-30	0,095	0,365	0,095	0,103	0,028	0,083
НСР ₀₅		0-30	0,010	0,020	0,010	0,010	0,031	0,034

Приложение 20. Содержание подвижного фосфора в почве под подсолнечником по годам

Вариант		Слой почвы, см	Содержание в почве подвижного фосфора, мг/кг								
			2011 г.			2012 г.			2013 г.		
			посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	100	95	85	240	90	172	156	155	150
		10-20	90	85	80	185	85	163	178	170	160
		20-30	80	70	65	127	75	132	156	155	149
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	80	75	70	283	100	200	155	197	200
		10-20	90	85	85	212	90	190	169	172	150
		20-30	75	70	65	219	105	185	155	190	185
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	80	70	65	208	110	217	154	150	148
		10-20	105	75	90	228	105	238	150	145	133
		20-30	85	80	75	212	95	213	148	138	127
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	85	80	90	235	100	230	154	127	132
		10-20	105	95	110	218	95	218	150	118	123
		20-30	95	95	85	213	85	222	148	113	118
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	110	95	110	172	100	165	125	130	137
		10-20	85	80	80	152	98	145	117	120	130
		20-30	65	70	55	135	88	133	115	118	120
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	105	90	105	205	103	220	124	130	131
		10-20	90	90	95	195	97	187	102	112	116
		20-30	85	85	90	170	98	190	98	98	108
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице	вспашка (20-22 см)	0-10	95	75	50	223	108	207	130	130	129
		10-20	100	70	40	215	105	190	124	122	120
		20-30	85	65	37	207	100	197	123	118	117

Продолжение приложения 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	115	95	90	206	122	170	157	152	150
		10-20	90	80	80	153	112	165	149	135	140
		20-30	55	70	50	183	97	167	129	120	126
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	100	90	90	215	112	183	151	132	140
		10-20	95	80	85	203	100	185	148	117	137
		20-30	85	85	70	152	93	167	126	158	134
Бинарный посев подсолнечника с люцерной си-ней по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	75	75	80	228	108	220	117	128	136
		10-20	70	75	75	200	107	210	125	130	132
		20-30	90	70	90	147	103	173	106	108	112
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	85	70	75	227	118	202	117	122	137
		10-20	90	70	80	175	105	193	125	128	135
		20-30	55	45	45	203	92	167	100	98	112
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	80	65	80	273	95	243	107	128	144
		10-20	75	70	65	210	107	225	102	120	125
		20-30	65	65	70	201	102	220	102	100	123
Бинарный посев подсолнечника с люцерной си-ней по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	80	90	100	277	103	260	152	147	150
		10-20	75	80	85	258	102	235	147	140	143
		20-30	95	85	80	222	105	232	157	148	147
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	75	60	65	208	115	170	183	165	152
		10-20	80	75	60	165	123	160	177	152	130
		20-30	70	65	60	162	105	162	127	113	117
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	75	70	85	270	128	220	140	130	132
		10-20	70	70	75	230	103	205	157	143	125
		20-30	60	60	65	178	105	217	137	132	117
НСР ₀₅		0-30	15,94	15,47	15,02	29,34	17,41	23,97	11,12	15,38	19,57

Приложение 21. Содержание обменного калия в почве под подсолнечником по годам

Вариант		Слой почвы, см	Содержание в почве обменного калия, мг/кг								
			2011 г.			2012 г.			2013г.		
			посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	162	150	150	250	152	252	180	179	177
		10-20	163	157	151	210	147	179	196	155	177
		20-30	137	141	143	209	142	217	207	200	190
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	156	152	149	231	139	212	199	188	185
		10-20	115	110	132	213	141	244	263	198	242
		20-30	124	120	121	198	131	180	205	185	178
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	181	168	148	242	142	225	193	190	180
		10-20	70	88	188	197	130	197	214	202	199
		20-30	193	153	143	167	124	61	190	177	168
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	132	140	166	212	115	227	154	156	160
		10-20	113	120	132	198	169	206	144	146	187
		20-30	209	137	129	163	82	155	150	169	202
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	123	128	378	234	127	214	160	175	201
		10-20	124	133	312	217	111	206	183	180	197
		20-30	121	117	245	206	136	204	150	126	138
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	145	167	567	220	130	239	196	168	191
		10-20	105	176	570	213	120	219	177	180	192
		20-30	147	130	127	209	104	214	169	197	208
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	130	82	92	239	148	250	165	160	155
		10-20	110	82	82	220	131	200	200	177	168
		20-30	212	108	108	183	98	162	195	179	153

Продолжение приложения 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	120	128	131	244	140	253	179	168	150
		10-20	130	133	129	221	126	230	165	154	132
		20-30	119	117	69	204	110	180	158	130	119
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	141	140	133	242	126	215	163	156	138
		10-20	100	136	125	227	122	208	159	144	137
		20-30	142	129	119	173	128	183	140	118	99
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	116	150	196	200	135	214	168	177	193
		10-20	152	152	187	187	111	173	186	194	189
		20-30	123	126	145	162	117	207	130	130	139
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	109	176	183	220	130	204	126	133	145
		10-20	169	152	177	201	132	200	159	180	172
		20-30	151	144	155	203	106	193	170	165	167
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	124	110	193	249	130	256	168	172	194
		10-20	161	129	188	192	130	233	157	166	200
		20-30	130	112	137	198	113	252	163	157	199
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	115	170	280	240	133	248	163	155	160
		10-20	154	80	262	216	121	226	196	173	118
		20-30	129	571	280	180	127	174	205	186	149
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	111	96	199	199	136	230	159	150	146
		10-20	174	75	75	185	117	194	169	153	140
		20-30	150	132	132	165	131	140	196	190	179
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	120	250	250	232	154	257	186	177	170
		10-20	157	112	112	219	159	203	201	168	157
		20-30	128	106	106	119	155	128	197	177	186
НСР ₀₅		0-30	27,48	31,61	33,11	17,86	25,81	29,72	30,76	37,21	31,33

Приложение 22. Содержание нитратного азота в почве под подсолнечником по годам

Вариант		Слой почвы, см	Содержание в почве нитратного азота, мг/кг								
			2011 г.			2012 г.			2013г.		
			посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	16,2	2,4	10,2	10,2	1,7	2,1	13,5	1,8	1,3
		10-20	9,3	1,7	9,8	8,3	1,9	1,5	10,9	0,5	1,3
		20-30	8,9	2,8	9,1	8,3	3,0	2,2	9,8	0	0,9
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	11,8	1,3	11,5	9,2	1,8	1,8	9,3	1,0	0,9
		10-20	10,5	1,1	8,9	8,5	2,4	1,4	7,5	1,4	0
		20-30	8,1	1,2	9,6	8,7	3,8	1,3	7,0	0,7	0
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	12,3	1,8	10,2	9,2	1,9	2,3	14,2	1,6	0,5
		10-20	11,2	2,0	11,5	9,3	2,9	1,8	13,2	0,5	0
		20-30	11,0	4,4	9,8	8,4	3,5	1,9	10,1	0	0
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	14,8	3,5	11,0	8,5	2,6	2,4	14,3	2,4	2,3
		10-20	11,5	6,2	9,6	7,4	2,2	2,0	14,0	2,6	1,7
		20-30	6,9	1,3	8,1	4,5	2,1	2,2	11,6	1,9	1,4
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	22,4	4,8	11,2	8,2	1,3	2,1	20,0	1,1	2,3
		10-20	15,9	5,2	8,9	6,0	2,7	2,0	16,2	1,0	2,5
		20-30	8,9	1,4	8,5	5,3	3,8	1,9	11,2	0,4	2,1
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	24,0	0	9,1	8,2	1,6	2,0	18,1	1,8	2,3
		10-20	14,8	0	8,7	7,0	2,2	2,5	14,3	1,3	1,4
		20-30	9,8	3,6	6,0	4,6	4,9	1,8	12,4	1,7	1,2
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	24,0	2,0	10,2	9,3	2,0	2,7	20,9	2,4	1,9
		10-20	15,9	14,8	20,0	8,6	2,7	2,0	14,1	2,1	1,9
		20-30	6,9	3,0	8,1	7,9	2,8	1,0	9,4	1,7	1,3

Продолжение приложения 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	26,9	4,8	9,6	9,1	2,2	2,5	14,8	2,2	2,0
		10-20	11,5	5,2	8,7	8,0	3,6	1,5	10,4	2,2	1,7
		20-30	9,6	1,4	9,6	5,7	3,2	1,7	8,4	1,7	1,5
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	16,2	2,1	11,5	7,4	1,4	2,8	16,5	3,0	2,1
		10-20	10,2	1,7	10,2	6,2	2,0	2,4	11,9	2,5	2,0
		20-30	5,8	1,7	9,3	5,9	2,3	1,1	10,4	1,8	1,8
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	24,0	3,9	10,2	10,5	3,7	3,7	15,2	2,4	1,7
		10-20	14,5	3,2	13,8	9,3	2,8	2,8	11,6	1,7	1,4
		20-30	12,0	1,7	7,1	7,8	2,7	2,7	8,6	1,4	1,1
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	37,2	3,7	9,3	9,0	3,4	3,4	15,2	2,0	2,0
		10-20	8,7	3,6	11,0	8,7	2,7	2,7	13,6	1,4	1,5
		20-30	8,9	2,7	7,9	7,0	2,1	2,2	12,4	1,2	1,6
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	15,5	6,3	7,1	9,0	2,6	2,0	13,4	2,3	2,4
		10-20	9,8	1,2	14,8	8,2	2,2	2,2	11,8	1,6	2,1
		20-30	7,9	1,1	8,1	5,7	2,1	1,8	10,7	1,4	1,5
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	20,0	1,7	16,6	9,9	4,2	2,8	17,8	2,4	2,2
		10-20	12,6	0	10,0	8,0	4,5	3,5	14,2	1,7	2,0
		20-30	9,6	0	7,9	7,3	3,6	4,2	13,5	1,3	1,4
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	18,2	5,1	16,6	10,2	3,8	5,4	19,6	2,1	2,2
		10-20	14,5	3,2	8,5	8,2	3,0	4,2	16,1	1,6	1,3
		20-30	9,3	1,1	7,4	5,3	2,2	2,3	14,6	0,8	1,2
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	16,6	2,6	16,6	11,1	2,9	3,5	15,1	2,5	2,4
		10-20	10,0	1,7	11,5	10,6	3,3	2,5	12,7	1,6	2,0
		20-30	8,5	1,1	7,4	7,1	2,9	1,2	11,5	1,3	1,4
НСР ₀₅		0-30	6,33	1,03	2,73	1,21	1,02	0,84	2,70	0,73	0,65

Приложение 23. Содержание аммиачного азота в почве под подсолнечником по годам

Вариант		Слой почвы, см	Содержание в почве аммиачного азота, мг/кг								
			2011 г.			2012 г.			2013г.		
			посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка	посев	цветение	уборка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Одновидовой посев подсолнечника	вспашка (20-22 см)	0-10	4,29	следы	2,08	2,34	следы	следы	2,90	следы	следы
		10-20	4,03	следы	0,78	2,21	следы	следы	2,12	следы	следы
		20-30	следы	следы	0,91	1,75	следы	следы	0,39	следы	следы
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	следы	следы	1,17	2,73	следы	следы	0,87	следы	следы
		10-20	1,30	следы	0,65	1,52	следы	следы	2,34	следы	следы
		20-30	5,33	следы	следы	1,43	следы	следы	0,95	следы	следы
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	следы	следы	0,65	0,56	следы	следы	1,13	следы	следы
		10-20	3,38	следы	0,85	4,20	следы	следы	1,13	следы	следы
		20-30	следы	следы	0,52	4,25	следы	следы	1,00	следы	следы
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	1,04	следы	1,24	2,08	0,41	следы	1,30	0,50	следы
		10-20	1,95	0,13	0,91	1,15	0,54	следы	1,73	0,02	следы
		20-30	следы	следы	1,30	0,72	0,02	0,06	1,52	0,04	следы
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	5,20	2,86	1,56	3,12	0,26	0,15	1,95	0,82	следы
		10-20	3,64	1,04	1,56	2,90	0,56	0,82	1,30	0,26	следы
		20-30	следы	2,47	0,91	2,88	0,39	2,47	1,39	0,13	следы
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	следы	0,46	1,30	1,69	0,35	0,98	1,52	0,35	следы
		10-20	1,56	0,65	1,43	1,52	0,74	1,35	0,87	следы	следы
		20-30	1,82	2,95	1,11	1,36	следы	0,34	следы	0,30	следы
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0,13	следы	1,04	2,08	0,39	следы	0,74	0,52	следы
		10-20	следы	следы	0,98	1,30	0,56	следы	1,43	0,39	следы
		20-30	следы	следы	1,17	0,52	0,52	следы	0,78	следы	следы

Продолжение приложения 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Бинарный посев подсолнечника с донником жёлтым по горчице белой	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	2,86	2,86	1,24	1,60	следы	следы	1,13	1,17	следы	
		10-20	1,56	1,04	1,04	1,41	0,91	следы	1,00	следы	следы	
		20-30	0,78	2,47	0,91	1,34	0,26	следы	1,00	следы	следы	
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	0,13	следы	1,17	1,39	0,95	следы	следы	0,74	0,39	следы
		10-20	0,78	следы	1,30	1,37	0,35	следы	следы	0,78	следы	следы
		20-30	0,78	следы	1,24	1,26	0,28	следы	следы	0,61	0,78	следы
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по редьке масличной	вспашка (20-22 см)	0-10	0,13	1,69	0,85	1,34	следы	следы	2,34	0,04	следы	
		10-20	следы	1,17	0,52	1,19	0,91	1,05	0,39	следы	следы	
		20-30	2,21	следы	0,72	1,34	следы	следы	0,35	1,17	следы	
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	следы	0,39	0,39	1,34	0,48	следы	следы	0,22	0,37	следы
		10-20	3,12	0,78	0,33	1,34	1,28	следы	следы	1,56	следы	следы
		20-30	1,95	1,69	0,65	1,19	0,04	следы	следы	0,48	0,91	следы
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	следы	следы	0,78	1,60	0,78	следы	следы	1,21	следы	следы
		10-20	2,47	следы	0,52	1,41	0,39	следы	следы	0,74	0,26	следы
		20-30	1,43	следы	0,39	1,19	0,43	следы	следы	0,13	0,37	следы
Бинарный посев подсолнечника с люцерной синей по горчице белой	вспашка (20-22 см)	0-10	0,26	следы	0,78	1,10	0,35	0,13	1,91	0,78	следы	
		10-20	0,78	следы	0,52	0,52	0,63	0,61	1,95	0,48	следы	
		20-30	следы	следы	0,59	0,37	0,69	следы	0,87	следы	следы	
	дисковая обработка (10-12 см)	0-10	1,17	2,21	0,33	1,23	0,39	следы	следы	1,69	0,35	следы
		10-20	1,56	следы	0,33	1,13	0,69	следы	следы	1,13	0,39	следы
		20-30	0,52	следы	0,72	1,08	0,39	следы	следы	0,43	0,84	следы
	плоскорезная обработка (20-22 см)	0-10	1,43	следы	0,65	1,58	0,22	следы	следы	0,61	0,04	следы
		10-20	1,82	следы	0,33	1,39	0,43	следы	следы	1,00	0,39	следы
		20-30	1,82	следы	0,26	1,28	0,39	следы	следы	0,82	0,04	следы
НСР ₀₅		0-30	0,85	0,38	0,49	0,27	0,59	0,40	1,34	0,46	0	

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. Наименование внедрённого мероприятия «Бинарные посевы подсолнечника «Посейдон» с люцерной синей»
2. Разработка внедрена при выполнении НИР по хоздоговору

«Плодородие чернозёма типичного и урожайность подсолнечника при различных приёмах биологизации и основной обработки почвы в лесостепи ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению Кафедрой земледелия ВГАУ
4. Наименование хозяйства (организации), его адрес ИП ГЛ. КФХ «Палихов А.А.» Воронежская область, Хохольский район, с. Яблочное
5. Календарные сроки внедрения (начало – окончание) 7 апреля 2012 г. – 5 сентября 2013 г.
6. Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) 57 га
7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га.) и на весь объем внедрения в рублях
Производственные затраты на 1га 11624 руб.
Стоимость продукции с 1га 65000 руб.
Чистый доход с 1 га 53376 руб.
Чистый доход с площади внедрения 3042432 руб.
8. Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет

9. Фамилия, и.о. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства

доктор с.-х. наук, профессор Дедов А.В., аспирантка Несмеянова М.А.,
руководитель КФХ Палихов А.А.

Председатель комиссии:

ИП ГЛ. КФХ Палихов А.А. Палихов А.А.

Главный бухгалтер Шихова Л.М.

Ответственный за внедрение Дедов А.В.

Несмеянова М.А.



Акт составлен «5» сентября 2013 г.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. **Наименование внедрённого мероприятия** «Бинарные посевы подсолнечника «Посейдон» с люцерной синей»
2. **Разработка внедрена при выполнении НИР по хоздоговору**

«Плодородие чернозёма типичного и урожайность подсолнечника при различных приёмах биологизации и основной обработки почвы в лесостепи ЦЧР»

3. **Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению** Кафедрой земледелия ВГАУ
4. **Наименование хозяйства (организации), его адрес**
ИП гл. КФХ Облов В.А. Воронежская область г. Эртиль, ул. Тургенева, д. 22
5. **Календарные сроки внедрения (начало – окончание)**
10 апреля 2012 г. – 28 августа 2013 г.
6. **Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически)** 48 га
7. **Экономический эффект от внедрения на единицу (га.) и на весь объем внедрения в рублях**
Производственные затраты на 1га 11580 руб.
Стоимость продукции с 1га 56000 руб.
Чистый доход с 1 га 44420 руб.
Чистый доход с площади внедрения 2132160 руб.
8. **Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет**

9. **Фамилия, и.о. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**

доктор с.-х. наук, профессор Дедов А.В., аспирантка Несмеянова М.А., глава КФХ Облов В.А.

Председатель комиссии:



ИП гл. КФХ Облов В.А. _____ Облов В.А.
 Главный бухгалтер _____ Семёнова О.В.
 Ответственный за внедрение _____ Дедов А.В.
 _____ Несмеянова М.А.

Акт составлен «28» августа 2013 г.