

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

КАСМИНИН ГРИГОРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В
УПРАВЛЕНИИ ФАКТОРАМИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЕМЕ
ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

по специальности 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

кандидат сельскохозяйственных наук,

доцент ВЛАСОВА О.И.

Ставрополь – 2014 г

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| Глава 1 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ – КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ФАКТОРОВ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ | 8 |
| 1.1 Влияние основной обработки на агрофизические свойства почвы в посевах сельскохозяйственных культур | 8 |
| 1.2 Влияние обработки почвы на агробиологические факторы плодородия | 18 |
| 1.3 Влияние основной обработки почвы на урожайность и продуктивность подсолнечника | 41 |
| Глава 2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКИ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ | 49 |
| 2.1 Почвенно-климатические условия места проведения опытов | 49 |
| 2.2 Погодные условия в годы проведения опытов | 52 |
| 2.3 Схема проведения опытов | 57 |
| 2.4 Методики проведения исследований | 59 |
| Глава 3 ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ | 62 |
| 3.1 Влияние приемов основной обработки на плотность почвы | 62 |
| 3.2 Водопрочность структуры почвы | 67 |
| 3.3 Динамика влажности почвы | 70 |
| 3.4 Строение пахотного слоя почвы | 76 |
| 3.5 Структурно-агрегатный состав почвы | 80 |
| Глава 4 ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОБИОЛОГИЧЕ- СКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ | 86 |
| 4.1 Влияние приемов обработки на потенциальную засоренность почвы | 87 |
| 4.2 Влияние приемов обработки почвы на фактическую засоренность посевов подсолнечника | 89 |
| 4.3 Вынос основных элементов питания культурным и сорным компонентами агрофитоценоза | 94 |
| 4.4 Аллелопатический механизм взаимовлияния культурного и сорного компонентов агрофитоценоза | 98 |
| 4.5 Влияние приемов обработки на целлюлозолитическую активность почвы | 104 |
| Глава 5 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА | 109 |
| 5.1 Структура урожая | 109 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Урожайность подсолнечника..... | 113 |
| 5.3 Масличность семян..... | 115 |
| Глава 6 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА..... | 116 |
| ВЫВОДЫ..... | 118 |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ..... | 121 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 122 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 151 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Подсолнечник – важная масличная культура в мировом сельском хозяйстве. По данным ФАО, в 2011 году посевные площади подсолнечника составили 26,1 млн. га при средней урожайности 15,4 ц/га. Его возделывают в 60 странах как южного, так и северного полушария, в тропическом, субтропическом и умеренном климате. Основными производителями подсолнечника являются Россия (9,7 млн. т), Украина (8,7 млн. т), Аргентина (3,7 млн. т), Франция (1,8 млн. т), Китай (1,7 млн. т), Венгрия (1,4млн. т), Турция (1,3 млн. т). О возможности выращивания подсолнечника при орошении свидетельствует опыт Индии (0,5 млн. т), Ирака (0,07 млн. т), Ирана (0,05 млн. т), Египта (0,03 млн. т) и ряда других стран (Мельник А.В., Троценко В.И., Говорун С.А. и др., 2013).

Теоретическое обоснование механической обработки почв сдерживается сложностью, многогранностью и противоречивостью влияния обработки на плодородие и разнообразием почвенно-климатических условий (Гребенникова В.В., 2013). Для выбора системы обработки (её приемов) необходимо полагаться на научные рекомендации, в основе которых исследования для конкретных условий.

Механическая обработка почвы оказывает значительное воздействие не только на рост и развитие культурных растений, но и на все компоненты, образующие полевые агроценозы. Кроме того, приемы обработки почвы – одни из самых энергоемких и ресурсозатратных технологических операций в растениеводстве, на него приходится примерно половина энергетических затрат от всего объема возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому, поиск путей и возможности сокращения кратности и глубины обработок является одной из актуальных проблем современного земледелия (Макаров И.П., 1984; Бондарев А.Г., 2004; Кирюшин В.И., 2007).

Достигнутый уровень урожайности подсолнечника в Ставропольском крае далеко не исчерпывает потенциальных возможностей районированных

сортов и гибридов в регионе. В связи с этим большой научный и практический интерес представляет влияние приемов обработки почвы при возделывании подсолнечника на плодородие почвы и урожай культуры.

Цель исследований – совершенствование системы основной обработки почвы под подсолнечник, направленное на сохранение почвенного плодородия и повышение урожайности культуры.

Для реализации цели исследования поставлены следующие **задачи**:

- изучить динамику агрофизических показателей плодородия почвы в связи с применяемыми приемами основной обработки почвы;
- проанализировать фитосанитарную обстановку почвы и посевов подсолнечника;
- определить биологическую активность почвы;
- изучить влияние приемов обработки почвы на урожайность подсолнечника и качество получаемой продукции;
- дать экономическую оценку эффективности возделывания культуры по изученным приемам обработки почвы.

Научная новизна. Впервые на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья на основе комплексной оценки агрофизических и агробиологических факторов плодородия дано обоснование оптимальным приемам обработки под подсолнечник. Экономически обосновано производство маслосемян подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы.

Достоверность полученных результатов подтверждается анализом теоретических достижений российских и зарубежных ученых; использованием корректных методик; большим количеством наблюдений и учетов в лабораторных и полевых опытах, критериями статистической обработки результатов исследований и положительными результатами при внедрении на производстве.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Приемы обработки почвы способствуют оптимизации агрофизических и агробиологических факторов плодородия почвы.

- Проведение вспашки на глубину 20-22 см способствует снижению засоренности посевов подсолнечника.
- Экономическая оценка подсолнечника определяются различными по интенсивности приемами обработки почвы.

Практическая значимость. В результате проведенных полевых и лабораторных исследований в условиях многолетнего многофакторного стационарного полевого опыта производству рекомендованы приемы основной обработки почвы в технологии возделывания подсолнечника, что способствует повышению плодородия почвы и получению стабильной, экономически целесообразной урожайности подсолнечника.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО ОПХ «Луч» Новоселицкого района на площади 500 га с годовым экономическим эффектом в 0,25 млн. рублей.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и получили одобрение на научно-практических конференциях, проходивших в ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» (2011 - 2014 гг.), «Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе» (2012 г.), «Аграрная наука, творчество, рост», «Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК» (2013). По материалам исследований опубликовано 6 научных статей, в том числе 2 в рецензируемых изданиях, рекомендованном ВАК РФ. В данных статьях отражено основное содержание диссертации.

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена в 2011–2014 годах при личном участии автора в разработке программы и методики проведения опытов, полевых и лабораторных исследований, статистической обработке полученных результатов, их анализе, написании работы, выводов и предложений производству.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 164 страницах машинописного текста и включает в себя введение, 6 глав – обзор

литературы, программу, методики и условия проведения исследований, результаты исследований, заключение, выводы, предложения производству, список использованной литературы, насчитывающий 225 источника, в том числе 22 – зарубежных авторов, 13 приложений. Работа иллюстрирована 25 таблицами и 12 рисунками.

Автор настоящей работы сердечно признателен за помощь научному руководителю кандидату сельскохозяйственных наук, доценту Власовой Ольге Ивановне. А так же доктору сельскохозяйственных наук, профессору, академику РАН Пенчукову Виктору Макаровичу; доктору сельскохозяйственных наук, профессору Дорожке Георгию Романовичу; декану факультета агробиологии и земельных ресурсов, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Есаулко Александру Николаевичу. Благодарен за оказанную помощь при проведении исследований сотрудникам кафедры общего и мелиоративного земледелия Ставропольского государственного аграрного университета.

Глава 1 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ – КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ФАКТОРОВ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Один из главных вопросов земледелия – как обрабатывать землю, чтобы создать лучшие условия для посева семян и получения высокого урожая, не потерял своей актуальности и до настоящего времени. Часть проблем, связанных с обработкой почвы, остается нерешенной в результате того, что многие теоретические научные изыскания не находят связи с практическим земледелием. Система обработки почвы, как по зонам Российской Федерации, так и в пределах одного хозяйства должна быть адаптирована к конкретным почвенно-климатическим условиям, возделываемым культурам, типам и видам севооборотов, построена на принципах энерго- и ресурсосбережения, защиты почв от эрозии и дефляции (Манейлов В.В., Богомазов С.В., 2005).

1.1 Влияние основной обработки на агрофизические свойства почвы в посевах сельскохозяйственных культур

В земледелии важнейшими задачами являются повышение эффективности использования пашни и плодородия почвы.

От плодородия почвы в значительной степени зависит рост и развитие растений, а, следовательно, и урожайность сельскохозяйственных культур. Уровень плодородия зависит от конкретных показателей физико-химических, биохимических, температурных, водно-воздушных, солевых и окислительно-восстановительных почвенных режимов. В свою очередь, режимы определяются климатическими условиями, агрофизическими свойствами почв, их гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, потенциальным запасом элементов питания, содержанием, составом и запасом гумуса, интенсивностью микробиологических процессов, реакцией и другими физико-химическими свойствами.

По мнению И.А. Вольтерс, Л.В. Трубачевой, А.И. Тивикова (2012), для расширенного воспроизводства почвенного плодородия большое значение

имеют агрофизические факторы, характеризующие оптимальное сложение пахотного слоя.

А.Н. Сухов (2011) утверждает, что наиболее существенным образом обработка почвы сказывается на таких её агрофизических свойствах, как плотность, порозность, твёрдость и структурно-агрегатное состояние.

Определяющим фактором агрофизики почвы является плотность. Длительное (20 лет) применение минимальных обработок способствовало оптимизации сложения верхнего слоя. В полях зернопаропропашного севооборота плотность верхнего слоя составляла 1,04-1,10 г/см³; при отвальной обработке — 1,04-1,06 г/см³ (Юшкевич Л.В., 2005).

Подсолнечник предъявляет определенные требования к плотности почвы в период прорастания семян. Первым трогается в рост, выходит из семени и углубляется в почву зародышевый корешок. За счет роста подсемядольного колена выходят и выносятся на поверхность семядоли. В это время важно, чтобы семена имели тесный контакт с почвой, т.е. важны формирование плотного ложа для них, наличие влаги и чтобы верхний слой был рыхлым (Кислов А.В., Черных М.В., 2007).

А.Г. Бондаревым (2004) определено, что многочисленные проходы техники по полю способствуют разрушению структуры сухой почвы, ее истиранию. При увлажнении такая почва заплывает, а последующее иссушение приводит к формированию крупных глыб. Плотность почвы повышается и достигает 1,3-1,5 г/см³ и даже более.

В.В. Гребенниковой (2013) отмечено, что в слое почвы 0-20 см по всем системам обработки почвы сложение характеризуется как рыхлое. Выявлено уплотнение почвы выше оптимального на минимальной и нулевой системах обработки со слоя 40-60 см до 1,51 г/см³.

При оптимальной плотности складываются благоприятные для роста и развития растений водно-воздушный и пищевой режим, а также микробиологическая активность почвы (Ревут И.Б., 1972).

В.А. Николаев, Н.И. Паулкин, А.В. Савченко (2012) считают, что стабилизирующим фактором снижения плотности корнеобитаемого слоя является отвальная система обработки почвы, где отмечается уменьшение плотности пахотного (0-20 см) слоя на $0,06 \text{ г/см}^3$ и на $0,03 \text{ г/см}^3$ подпахотного (20-30 см) слоя.

Содержание влаги в почве тесно связано с ее плотностью. Плотность во многом будет зависеть от физических свойств почвы (гранулометрический и минералогический составы, агрегированность и др.), а также от исходной порозности и содержания воды в поровом пространстве. Проведение системы поверхностно-отвальной обработки способствовало существенному снижению плотности почвы в слое 0-10 см с 1,11 до $1,09 \text{ г/см}^3$. Это объясняется созданием бездефицитного баланса гумуса путем периодического оборота пласта, что способствует улучшению условий структурообразования (Перевода Т.И., 2008).

Проведенными исследованиями Г.Н. Черкасова (2011) установлено неоднозначное влияние изучаемых факторов на показатели агрофизического состояния чернозема типичного. Так, наиболее оптимальные показатели плотности были выявлены при отвальной, несколько хуже при поверхностной и нулевой обработках. Показатели водостойчивости уменьшались в ряду: нулевая обработка → поверхностная обработка → отвальная вспашка.

По мнению Н.В. Беседина (2012), если равновесная плотность почвы соответствует оптимальной для культурных растений, то все жизненные процессы идут нормально, все режимы находятся в норме.

Исследования О.Г. Чамурлиева, Н.П. Мелиховой, Е.В. Зинченко (2011) показали, что плотность и пористость почвы в слое, в котором находится основная масса корней, на всех изучаемых вариантах были близки к оптимальным показателям (плотность при посеве колебалась от 1,20 на отвальных до $1,27 \text{ г/см}^3$ на дисковом лущении, а пористость - в пределах 45 - 52 % в среднем за вегетацию) и существенного влияния на рост и развитие растений не оказали.

Исследованиями С.В. Гаркуши, Е.П. Божко, А.П. Петрякова, В.Н. Самодурова (2013) установлено, что при ежегодном отказе от основной обработки почвы показатели плотности выше: в слое 0–10 см на $0,06 \text{ г/см}^3$, в слое 10–20 см – на $0,05$ и в слое 20–30 см – на $0,04 \text{ г/см}^3$, чем при классическом. В среднем в слое 0–30 см этот показатель составил $1,23 \text{ г/см}^3$, что на $4,2 \%$ выше в сравнении с классическим.

Также их исследования показали, что в начале вегетации подсолнечника значение общей пористости пахотного слоя в зависимости от способа основной обработки было близким к оптимуму – $54,1\text{--}56,0 \%$. В результате уплотнения пахотного слоя почвы к концу вегетации культуры на вариантах с ресурсосберегающими способами основной обработки отмечено снижение данного показателя до $52,1\text{--}53,0 \%$

По мнению В.Ю. Тимонова, Н.М. Чернышевой, С.С. Балабанова (2009), при выборе способов и орудий обработки почвы следует учитывать возможность изменения физических свойств почвы, в первую очередь объемной массы, под действием естественных факторов.

Определение объемной массы почвы показало, что в конце вегетации по мелкой ежегодной обработке плотность слоя 0–40 см увеличилась до $1,26 \text{ г/см}^3$ по сравнению с ярусной вспашкой ($1,20 \text{ г/см}^3$). Увеличение глубины до 40 см при использовании чизельного рыхления снижало объемную массу почвы в течение всей вегетации растений, особенно в слое 0–40 см на глубине хода лапы чизеля (Дегтярева И.А., 2011).

В исследованиях А.А. Романенко, П.П. Васюкова, В.М. Кильдюшкина, (2011) бессменная минимальная мульчирующая обработка почвы на глубину 6–8 см и мелкая мульчирующая на 12–14 см под пропашные культуры способствовали разрыхлению верхнего слоя, но приводили к уплотнению слоя 20–40 см до критических значений. Так, перед посевом плотность почвы в названных вариантах в слое 20–40 см составила $1,44\text{--}1,50 \text{ г/см}^3$, а перед уборкой – $1,48\text{--}1,54 \text{ г/см}^3$. Это привело к повышению твердости почвы, снижению порозности и оструктуренности.

Применение различных способов обработки влияет на показатели плотности и пористости каштановой почвы. Плотность не обработанных горизонтов можно считать удовлетворительной и применение технологии минимальной обработки – обоснованной (Цховребов В.С., Шеховцов В.С., Лысенко И.О., 2012).

В опытах А.В. Кислова, М.В. Черных (2008) сопоставление плотности почвы и урожайности подсолнечника в зависимости от обработки показало, что наибольший урожай получен при показателях объемной массы 0–30 см, слоя – в пределах 1,18–1,21 г/см³ весной и 1,20–1,24 к уборке. Это свидетельствует о высокой толерантности подсолнечника к уплотнению и возможности минимализации обработки.

По данным отечественных и зарубежных авторов, оптимальная для сельскохозяйственных культур твердость почвы колеблется от 0,8 до 1,8 МПа (Вадюнина А.Ф., 1970; Сухов А.Н., 2011).

В случае излишне рыхлой почвы поровое пространство настолько велико, что корни растений не имеют хорошего контакта с поверхностью твердой фазы, где содержатся в поглощенном состоянии многие элементы питания (Брежнев Д.Д., 1981; Ревут И.Б., 1972; Шеин Е.В., 2006).

С.Н. Шевченко и В.А. Корчагин (2008) подчеркивают, что научной базой современных ресурсо- и энергосберегающих технологий, основанных на минимальных обработках почвы, служит установленная закономерность: черноземы степных районов Среднего Поволжья для регулирования их агрофизических, агрохимических и биологических свойств не нуждаются в постоянной вспашке и других глубоких обработках. По многолетним наблюдениям ученых Самарского НИИСХ, плотность почвы по вспашке и глубокому рыхлению составляет 1,05–1,1 г/см³, по мелким отвальным и безотвальным обработкам – 1,1–1,15 г/см³, по поверхностным обработкам дисковыми орудиями – 1,12–1,2 г/см³, то есть по всем способам не выходит за пределы оптимальной.

Системы обработки почвы влияют на структурный состав почвы и водопроходимость.

А.Н. Сухов (2011) отмечает, что длительная мелкая обработка почвы в зернопаропропашном севообороте привела к уменьшению количества водопроходимых агрегатов в верхнем (0-0,1 м) слое почвы, где критерий водопроходимости составил всего 21,2 % против 45,2 % при постоянной вспашке на 0,25-0,27 м. Напротив, в слое 0,2-0,3 м содержание воздушно-сухих и водопроходимых агрегатов по этим вариантам было почти одинаковым.

Структурное состояние почвы является важнейшей агрофизической характеристикой. Структура почвы создает оптимальные условия водного, воздушного и теплового режимов и является одним из главных факторов ее плодородия (Шейн Е.В., 2005; Черкасов Г.Н., 2011).

Доказано, что любое излишество ухудшает структурное состояние почвы и снижает ее плодородие, лучшие результаты достигаются при минимальном числе операций (Щукин С.В., 2007).

Т.И. Перегуда (2008) отмечает, что применение ежегодной поверхностной обработки способствовало увеличению содержания водопроходимых агрегатов при достоверном значении 63,51% в целом по пахотному горизонту.

При поверхностной обработке отмечается существенное увеличение доли агрегатов < 0,25 мм в слое 10-20 см. Это, возможно, было вызвано двумя причинами. Под воздействием интенсивных механических рыхлений при ежегодной поверхностной обработке в слое 0-10 см идет накопление пылеватой фракции, которая способна мигрировать вниз по пахотному горизонту. Кроме того, на этой системе обработки в нижнем слое (10-20 см) складываются анаэробные условия, что обуславливает интенсивные процессы минерализации гумусовых соединений, и как причина этого — увеличение содержания частиц размером менее 0,25 мм (Перегуда Т.И., 2008).

Определение структурно-агрегатного состава почвы Г.И. Баздыревым, (2000) показало, что обработки плоскорезными и дисковыми орудиями способствуют повышению количества водопроходимых агрегатов в среднем на 5,0%

по сравнению с отвальными.

Структурный анализ, проведенный методом сухого фракционирования, показал, что в среднем за три года на начало весенней вегетации подсолнечника наилучшая структура почвы формировалась при классическом способе основной обработки. Коэффициент структурности равен 2,50 единиц, а количество агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) – 71 %; при нулевом способе основной обработки значения показателей структуры почвы были самыми низкими – 2,06 единиц и 67,3 % соответственно (Гаркуша С.В, 2013).

По данным В.В. Рзаевой, Д.И. Еремина (2010), содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном горизонте чернозема выщелоченного при отвальной, безотвальной и дифференцированной обработках повышается до 77,5–79,8 %, а при нулевой системе происходит резкое снижение до 53,7 %. Дифференцированная обработка почвы способствует улучшению водопропускности агрегатов пахотного горизонта с 56,2 до 49 %. Безотвальная и нулевая системы обработки за 33 года сформировали горизонты с минимальной порозностью аэрации: в слое 30–40 см – 11 % от объема почвы; при отвальной и дифференцированной обработках она была выше – 16–19 % от объема почвы.

По данным И.А. Дегтяревой (2011), в системе с ярусной и чизельной обработками значительно возрастает содержание фракций размером 10-5 и 3-1 мм. При ежегодной мелкой обработке отмечаются более низкие показатели оструктуренности.

Как отмечает А.И. Якунин (2005), наилучшая агрегация пахотного слоя на вариантах без основной обработки и поверхностной обработки обеспечила увеличение коэффициента структурности на 1,5–3,6 единиц по сравнению с контролем.

О.К. Боронтов, Т.В. Арбузова, В.А. Королев (2010) установили, что система комбинированной основной обработки чернозема выщелоченного повлияла на способность почвы к структурообразованию. Так, коэффициент структурности увеличился до 3, что выше по сравнению с безотвальной и от-

вальной системами обработки соответственно на 15 и 17%. При этом повышалась водопрочность почвенных агрегатов.

Большинство свойств почв, в том числе структура и строение, а также характер порового пространства изменяются в зависимости от содержания жидкой фазы (или влажности почвы, так как жидкая фаза в основном состоит из воды).

Культурные растения, возделываемые на агроландшафтах Ставрополя, требуют для создания урожая разное количество влаги и отличаются способностью использовать её из почвы (Системы земледелия Ставрополя, 2011). По данным В.П. Лухменева, Н.В. Лухменева (2006), коэффициент водопотребления подсолнечника – 16 мм/ц (160 т воды на 1 ц семян).

Влага в почве является одним из основных факторов плодородия, урожайности сельскохозяйственных культур. Значение этого фактора значительно возрастает в связи с повышением требовательности культур к влаге (Баздырев Г.И., 2000).

По мнению И.А. Вольтерс и др. (2013), при недостатке воды в почве ухудшаются ее агрофизические свойства, затухают биологические и химические процессы, из-за чего уменьшается количество и доступность элементов питания растений. Каждая полевая культура, в зависимости от особенностей вегетации и применяемой агротехники, потребляет разное количество влаги и питательных веществ и оказывает неодинаковое влияние на физические свойства почвы. В результате этого создаются различные условия для возделывания последующей культуры.

Продуктивная влага – одна из известных категорий почвенной влаги, та её часть, которая доступна для потребления корнями и используется растениями для нужд своей жизнедеятельности. Запасы продуктивной влаги в почве могут рассматриваться в качестве критерия влагообеспеченности возделываемой в сельском хозяйстве растительности (Вольтерс И.А., Трубачёва Л.В., Власова О.И., Тивиков А.И., 2013).

Т.И. Перегуда (2008) отмечает, что поверхностно-отвальная и отвальная системы обработки почвы обусловили существенное увеличение влажности по всем слоям пахотного горизонта в сравнении с отвальной обработкой, что объясняется лучшим развитием культуры на этих вариантах.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое при минимальной и нулевой системах обработки выше за счет увеличения плотности почвы (Гребенникова В.В., 2013).

По многолетним данным, во всех полях пятипольного севооборота, вспаханных осенью на зябь, в том числе и после подсолнечника, аккумулятивная почвой влага осадков концентрируется преимущественно в слое 0–100 см, равномерно распределяясь по всему слою и составляя при этом по полям от 34 до 52 % от общего количества осадков этого периода.

Просачивание влаги в более глубокие слои почвы (100–160 см) в поле после подсолнечника составляет 8 % (Литвинов Д.В., 2013).

И.Н. Листопадов (2005) утверждает, что чизельная обработка почвы по продуктивности севооборотов имела преимущества в засушливые годы (до 12 %), тогда как в годы с достаточной влагообеспеченностью более высокие показатели получены при системе обработки, включающей отвальную вспашку. Вместе с тем, чизельная обработка обеспечила более высокую эрозионную устойчивость полей (в среднем на 19,2 %).

Наличие в нижней части пахотного горизонта уплотненной плужной подошвы также сказывается на характере распределения влаги: повышение плотности и сокращение объема крупных и влагопроводящих пор снижает фильтрацию, уменьшая нисходящий поток и увлажнение нижележащей толщи (Гасина А.И., 2013).

В вариантах с энергосберегающими способами обработки содержание продуктивной влаги уменьшилось по сравнению со вспашкой. При поверхностном и мульчирующем способах обработки запасы влаги составили 316,8 и 314,6 мм, что на 12,3 и 14,5 мм (3,7 и 4,4 %) меньше, чем на контроле (Гаркуша С.В., 2013).

В.Ю. Тимонов (2010) считает, что борьба за сохранение влаги в почве это борьба за сохранение наиболее благоприятного агрофизического режима почвы. Все приемы регулирования влажности почвы есть приемы регулирования агрофизических свойств почвы.

В вариантах с чизельной и комбинированной мульчирующими обработками запасы продуктивной влаги в весенний период в слое 0-100 см оказались выше, чем после вспашки на 13,7 и 9,1 мм соответственно. На фоне минимальной мульчирующей обработки на 6-8 см влагонакопление, наоборот, снижалось на 12,2 мм (Романенко А.А., Васюков П.П., Кильдюшкин В.М., 2011).

Наблюдения Ю.Н. Плескачева, Н.И. Сёминой, С.Е. Антонниковой (2013) за влажностью почвы в период получения полных всходов подсолнечника показали, что наибольшая влажность почвы в слое 0-0,4 м была на вариантах чизельной обработки рабочими органами «Ранчо» на глубину 0,35-0,37 м от 19,4 до 20,1 %, на варианте вспашки плугом ПН-4-35 на глубину 0,27-0,30 м – 18,1 %.

Минимизация основной обработки почвы не оказывала отрицательного влияния на накопление продуктивной влаги. В слое почвы 0-100 см весной ее содержалось от 163 мм по нулевой обработке до 170 мм по отвальной вспашке (Полоус В.С., 2010).

В опытах А.Н. Ивановой, В.И. Панова, И.Н. Донских (2007) в условиях Костромской области наибольшая влажность почвы (10%) отмечена в слое 20-30 см в вариантах с безотвальным рыхлением и вспашкой плугом с вырезными отвалами.

Н.Н. Зезин (2006) отмечает, что в условиях Среднего Урала вспашка и мелкие обработки равноценны по влиянию на содержание влаги в почве. Количество воды в почве в период вегетации растений главным образом зависит от выпадающих в это время осадков.

В Ставропольском крае установлено, что плоскорезная и нулевая обработки под подсолнечник способствуют интенсивному накоплению влаги в

зимний период. Однако к началу сева подсолнечника из-за большой плотности почвы на этих вариантах влаги теряется больше, а содержание ее выравнивается и колеблется незначительно по сравнению с культурной вспашкой (Мелешко А.П., Чумачев В.Я., 1985).

В исследованиях Г.Р. Дорожко, Д.Ю. Бородина (2012) за осенне-зимне-весенний период в необработанной почве с большой массой растительных остатков сохранялось влаги больше, и она в основном локализовалась в метровом слое. В слое 30-100 см по вспашке сохранилось только 91,66 мм, по поверхностной обработке - 97,62 мм, а по прямому посеву - 107,89 мм, то есть по двум предшествующим способам в этом слое влага слабо аккумулировалась, а при прямом посеве накопление влаги шло более интенсивно.

К началу сева подсолнечника по прямому посеву в метровом слое почвы накопилось продуктивной влаги 252,06 мм, что на 41,83 мм больше, чем по вспашке (Дорожко Г.Р., Пенчуков В.М., Власова О.И., Бородин Д.Ю., 2011).

Безотвальный способ обработки чернозема обыкновенного под подсолнечник в зоне неустойчивого увлажнения более экологичен, т.к. обуславливает формирование в большем количестве дефляционно устойчивых агрегатов, улучшает водный режим, водопрочность агрегатов (Ситников В.Н., 2006).

1.2 Влияние обработки почвы на агробиологические факторы плодородия

Наряду с признанием конкуренции как соревнования за потребление ресурсов (Moormann D., 1994; Onofri A., Tei F., 1994; McDonald A.J., Riha S.J., 1999) многими исследователями в качестве главного или хотя бы существенного фактора организации агрофитоценозов указывается аллелопатия (Райс Э., 1978; Muller C., 1970; Гродзинский А.М., 1990).

По А. М. Гродзинскому (1991), аллелопатия (от греч. *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание, испытываемое воздействие) – круговорот физиоло-

гически активных веществ (колинов), которые играют роль регулятора внутренних и внешних взаимоотношений, возобновления, развития и смены растительного покрова в биогеоценозе. Сущность ее заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других – тормозящее влияние.

Л.М. Медведева, В.Н. Косова (2013) утверждают, что не всегда пожнивные остатки, которые запахиваются в почву, служат удобрением. Нередко они оказывают неблагоприятный эффект на последующие культуры.

Преобладающее большинство исследователей рассматривает аллелопатию как прямое, непосредственное влияние выделений (метаболитов, экскретов, фитонцидов и т.п.) одного организма (например, растения или микроорганизма) на другое. Согласно одним авторам, аллелопатия охватывает явление угнетения. Другие исследователи считают, что аллелопатия включает также явление стимуляции (Ямбакова М., 2008; Семенова Е.Ф., 2008; Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В., Морозкина Н.А., Фадеева Т.М., 2011).

Аллелопатия является мощным, глобальным природным фактором жизни растений, что и определяет актуальность изучения этого явления. Эффективность химического взаимодействия определяется активностью колинов растения-донора и их концентрацией, онтогенетическим и физиологическим состоянием растения-акцептора, условиями внешней среды, других факторов (Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., 2011; Передериева В.М., Власова О.И., Шутко А.П., 2011).

По мнению О.Д. Трегубова и Т.Т. Тайсаева (2012), геохимия аллелопатии заключается в отслеживании химических взаимодействий растений на атомарном уровне, определении явных и скрытых причин и следствий таких взаимодействий в конкретных ландшафтах.

По утверждению А.М. Гродзинского (1965), аллелопатическая активность отмечена у многих культурных растений. У растений, давно введенных

в культуру, аллелопатическая активность, как правило, значительно ниже, чем у диких родственников. Так, наиболее древние культуры пшеница, овес, рис, виноград, табак, картофель, кукуруза накапливают в своем окружении очень небольшое количество биологически активных веществ. Более молодые культуры – рожь, гречиха, ячмень, подсолнечник и особенно совсем молодые – клевер, люцерна, житняк, суданская трава, а также большинство интродуцированных из естественной флоры очень активны в аллелопатическом отношении.

Аллелопатически активные вещества, выделяемые органами растений в почву, оказывают значительное влияние на прорастание семян и развитие проростков: задерживают или ускоряют развитие семян, изменяют или преодолевают состояние их покоя, воздействуют на прорастание семян и формирование органов проростка. Аллелопатическая активность растений нередко коррелирует со способностью к почвоутомлению. Некоторые виды, очень активные в прямом аллелопатическом влиянии, не оставляют после себя вредных продуктов жизнедеятельности (Гродзинский А.М., 1991).

Н.П. Косолап (2008) отмечает, что характер влияния в значительной мере зависит от концентрации выделений. Например, слабая концентрация колинов может стимулировать жизнедеятельность, и наоборот: высокая – угнетать или даже вызывать гибель растений.

Поскольку химическая природа колинов разнообразна, активность растворов выражается в условных единицах, а именно в мг/л кумарина – известного тормозителя, принятого за стандарт (УЕК). Действие разных концентраций кумарина выражается типичной одновершинной кривой с отметками показателя предельно высокой токсичности (1364 мг/л), при которой происходит полное угнетение роста, и низкой (до 5 мг/л), при которой происходит стимуляция прорастания (Литвинов Д.В., 2013).

Формы взаимоотношений между компонентами растительных сообществ многообразны и выражаются как в прямом, так и в косвенном воздействии.

Сегодня ученые признают, что аллелопатия является составной частью взаимоотношений между растениями, но не все согласны признать высокую степень ее влияния на их рост и развитие. Достаточно велика аллелопатическая активность многих сорных растений. Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост кукурузы, овса и озимой ржи в 1,5–2,0 раза и уменьшают густоту стеблестоя ржи в 2–3 раза. Посевы озимой пшеницы сильно страдают от выделений ромашки непахучей, василька синего, щавеля малого. Рост кукурузы тормозят выделения щетинника сизого, ежовника, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой (Медведева Л.М., Косова В.Н., 2013).

По данным ученых, очень высокая аллелопатическая активность отмечается у дикого подсолнечника, культурная форма оказывает меньше влияния. Аллелопатические исследования Л.М. Медведевой, В.Н. Косовой (2013) показали значительную ингибирующую активность водорастворимых вытяжек физиологически активных веществ из корневых послеуборочных остатков *Helianthus annuus L.* на рост и развитие пшеницы сорта Омская 32. Ингибирующая активность водорастворимых вытяжек физиологически активных веществ из почвы ризосферы проявляется в меньшей степени.

Природные механизмы, для создания устойчивой системы, направлены на сокращение числа культурных растений за счет распространения сорных. Интенсивность конкурентных отношений между культурным и сорным компонентом агрофитоценоза во многом зависит от биологических особенностей видов, образующих агрофитоценоз. Сильным конкурентным воздействием характеризуются виды сорняков, имеющие экологическую общность с культурными растениями (Передериева В.М., Власова О.И., Шутко А.П., 2011).

По мнению Э. Райса (1978), аллелопатия отличается от конкуренции, при которой происходит полное или частичное изъятие из среды некоторого фактора, необходимого другому растению в том же местообитании.

Исследования С.И. Силкова (2010) показали, что водные настои соломы гречихи оказывают большее ингибирующее влияние на проростки пше-

ницы и гречихи, чем настои пшеницы при тех же концентрациях на проростки пшеницы и гречихи.

Растительные остатки озимой пшеницы ингибируют прорастание семян и первоначальный рост проростков озимого рапса при любом количестве их присутствия в растворе питательной среды. Только при концентрации настоя 5 и 10% наблюдается очень слабое и слабое аллелопатическое воздействие, а при концентрации 20% и выше – сильное и очень сильное (Дридигер В.К., Попова Е.Л., 2013).

Как показывают результаты исследований Т.Н. Глубшевой, Е.Н. Карпушиной (2009), у амброзии полыннолистной больше биологически активных веществ накапливается в листьях. Аллелопатически активные вещества значительно, достоверно снижают энергию прорастания, всхожесть, силу начального роста. Немного слабее (в порядке уменьшения эффекта) влияют соцветия и стебли. А экстракты из корней и ризосферной почвы показали небольшие достоверные расхождения с контролем.

Лабораторные исследования Т.Н. Глубшевой (2010) по изучению влияния настоя амброзии на прорастание семян подсолнечника выявили слабый, но стимулирующий эффект по всем трем признакам – от 4% до 15%, хотя известно сильное угнетение амброзией полыннолистной пропашных культур.

Наибольшее ингибирующее действие на семена яровой пшеницы оказывали двудольные многолетние сорные растения *Cirsium arvense* и *Sonchus arvense*, в вытяжках которых всхожесть составила 19,8–21,2 %, а процент от контроля — 20,2–21,7 (Рзаева В.В., 2012).

По данным В.А. Гульшиной (2007), растения семейства амарантовых, к числу которых принадлежат и некоторые виды сорных растений, обладают антиоксидантными свойствами, в их составе содержатся пектины, обладающие детоксицирующими, радиопротекторными, антибактериальными свойствами, и летучие вещества, обладающие аллелопатическими свойствами. Такого же мнения придерживается F. Einhelling и I. Rasmussen (2003).

Аллелопатически агрессивной культурой для льна масличного на начальных этапах онтогенеза является тимофеевка луговая Карабиха: число нормально развитых льняных растений на 26 % ниже контроля. Стимулирующим эффектом на прорастание семян и развитие растений льна обладает чечевица Веховская: превосходство по сравнению с контролем составляет 10% (Семенова Е.Ф., 2011).

В опытах Д.Н. Балеева, А.Ф. Бухарова (2011) в растениях обнаружены две группы эндогенных ингибиторов роста, представленные соединениями фенольной (фенолы) и терпеноидной (абсцизовая кислота) природы. Общими свойствами, присущими ингибиторам этих двух групп, являются накопление в растительных тканях в период торможения ростовых процессов, подавление роста растягивающихся клеток и процессов, связанных с прорастанием семян.

Ярко выраженным ингибирующим действием обладают вытяжки из бодяка полевого, вьюнка полевого, одуванчика лекарственного, василька синего, подмаренника цепкого, причем оно начинается уже с минимальных концентраций. При соотношении навески сорняка и воды 1:50 проросло от 16 до 21% семян редиса. С увеличением концентрации раствора ингибирование составляет от 90 до 80% по сравнению с контролем (Власова О.И., Вольтерс И.А., Трубачева Л.В., 2012).

В результате исследований Д.Н. Балеева, М.И. Ивановой, А.Ф. Бухарова (2011) было отмечено, что полновозрастные растения корневого сельдерея и петрушки обладают значительной аллелопатической агрессивностью. У тестовой культуры индау посевное нормально развитые проростки отсутствовали.

По мнению М.Ю. Меньщакковой, В.В. Хрущевой (2013) водная вытяжка из органов борщевика оказывает угнетающее действие на прорастание овса, что можно объяснить содержанием в них аллелопатических веществ. Вытяжка из листьев оказывает более сильное действие, чем из стеблей, что, вероятно, связано с тем, что основная часть этих веществ синтезируется в листьях.

А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, А.Р. Бухарова (2011) установили, что для укропа и сельдерея было характерно сильное, но нестабильное проявление аллелопатии. Петрушка и пастернак отличались менее значительным и более выровненным проявлением аллелопатической активности.

В результате проведенных исследований в максимальной степени эффект угнетения отмечен при использовании экстрактов из генеративных органов — семян и цветков. Вегетативные органы в порядке возрастания аллелопатического эффекта располагаются следующим образом: корнеплод — стебель — лист (Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., 2011; Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., 2012).

В формировании аллелопатического комплекса растений важное место принадлежит корневым выделениям. Считается, что синтез и выделение аллелопатично активных веществ возникли у высших растений как средство защиты от животных, бактерий и грибных патогенов (Благініна А.А. , Парфенюк А., 2013).

С помощью специфических биотестов тестов С.В. Шершовой (2012) было установлено, что экстракт эхинацеи бледной обладает активностью подобной активности основных групп гормонов. Был обнаружен ауксинподобный эффект экстракта, который проявлялся в увеличении зоны ризогенеза (на 31,7–95,1 %) и длины корней у черенков фасоли (3,0–93,3 %).

Физиологически активные вещества могут продуцировать не только растения, но и микроорганизмы. Существует 4 основных группы таких веществ. Вещества, образуемые микроорганизмами и подавляющие другие микроорганизмы, называются антибиотиками, а подавляющие жизнедеятельность высших растений – миазминами. Вещества, образуемые высшими растениями и подавляющие развитие микроорганизмов – фитонцидами, влияющие на развитие высших растений – колинами. Отсюда становится очевидной огромная экологическая роль аллелопатии, которая относится к числу мощных природных факторов, оказывающих сильнейшее влияние на рост, продуктивность, видовой состав естественных и культурных сообществ

растений, состав микроорганизмов и плодородие почвы в целом (Зинченко М.К., Стоянова Л.Г., Селицкая О.В., 2012).

А.А. Федоров, И.Ш. Малогулова (2013) утверждают, что в настоящее время знания аллелопатических исследований широко используется не только в сельском хозяйстве и озеленении офисов и квартир, но и при культивировании лекарственных растений в фармации.

Бурное развитие хозяйственной деятельности человека привело к интенсивному, часто разрушительному, воздействию на окружающую среду. Поскольку при таких воздействиях могут резко изменяться свойства почвы, почвенная биота может быть использована как индикатор степени нарушения биogeоценоза. Именно в почвенном слое происходит взаимодействие малого биологического и большого геологического круговоротов. Благодаря этому в почве формируется главное свойство - плодородие. Основную роль в этом играют микробиологический комплекс и биохимические механизмы трансформации вещества и энергии.

О.М. Кольцова (2012) утверждает, что антропогенное воздействие вызывает перестройку микробоценоза, которая выражается в перераспределении различных групп микроорганизмов. Деятельность микроорганизмов имеет огромное значение в формировании почвы и создании ее плодородия.

Наиболее важным является биологическое направление мобилизации плодородия черноземов. Из этого вытекает большое значение обработки – основного фактора регулирования биологических процессов в почве.

Положительные и отрицательные стороны рассматриваемых приемов могут иметь различное значение в зависимости от вида возделываемых культур, конкретных почвенно-климатических, складывающихся погодных и других условий. Вместе с тем следует иметь в виду, что эффективность приемов обработки почвы связана с ее влиянием на почвенные биологические процессы. По мнению С.И. Коржова (2010), по степени перемешивания разрыхляемой почвы чизелевание превосходит плоскорезную обработку, но уступает вспашке.

Согласно обобщенным R. Ваемер (1988) данным, при нулевой обработке почвы по сравнению с обычной увеличивается содержание органических веществ в верхнем слое; снижается аэрация и температура почвы, что ограничивает процессы минерализации и нитрификации; возрастают потери азота вследствие выщелачивания нитратов; растительные остатки (включая солому злаковых) могут содержать растворимые в воде фитотоксичные вещества.

В процессе многолетних комплексных исследований И.А. Дегтяревой, М.М. Ильясова, Д.С. Дмитричевой (2011) было установлено, что возделываемые культуры оказывают стимулирующее действие на микрофлору выщелоченного чернозема, которая довольно динамична и меняется в течение вегетационного периода растений. Количество микроорганизмов изученных групп было значительно больше в ризосфере по сравнению с почвой, не занятой растительностью.

В микробоценозе чернозема выщелоченного отмечено сокращение бактерий и увеличение количества плесневых грибов, что объясняется изменением баланса ионов водорода и кальция в ППК в пользу первых. Изменяется и динамика ферментативной активности. Так, активность фосфатазы показывает недостаток подвижного фосфора и несбалансированность круговорота этого элемента (Кольцова О.М., 2012).

В опытах В.Ф. Мареева (2009) прослеживается тенденция в том, что по поверхностным обработкам в верхней части (0-10 см) пахотного слоя распад льняной ткани, заложенной в почву, идет не хуже, чем по вспашке. Заметное уменьшение наблюдается в нижнем слое 10-20 см, т.е. происходит некоторая дифференциация распада органического вещества по слоям почвы. Такое явление происходит потому, что в вариантах с поверхностными обработками, верхняя часть пахотного слоя богаче органическим веществом и микроорганизмы действуют более активно.

И.Я. Пигоревым (2004) установлено, что в слое 0-20 см наибольшая степень разложения льняного полотна была на участке с безотвальным рых-

лением плоскорезом (39,7%) и несколько ниже на пахотной почве (34,1%). Анализ микробиологической активности в слое 20-40 см показал, что она существенно ниже, чем в слое 0-20 см и по вариантам составила: плоскорезная обработка – 22,6%; вспашка – 23,7%; вспашка с углублением – 30,3%. При точности опыта в 2,5% можно утверждать, что рыхление подпахотного слоя способствует микробиологической активности в слое 20-40 см.

Наиболее высокая целлюлозолитическая активность почвы в посевах озимой пшеницы складывается после эспарцета на сидерат и занятого пара. С увеличением глубины исследуемого слоя активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почве снижается независимо от предшественника (Передериева В.М., Дорошко Г.Р., Власова О. И., 2012; Самойленко М.В., Передериева В.М., Шутко А.П., 2012).

По данным В.Н. Ситникова (2006), целлюлозоразлагающая активность почвенной микрофлоры зависит от режима увлажнения и находится в пределах 53-68%. По безотвальному рыхлению она на 4-6% выше, чем по отвальной обработке.

Исследованиями Д.Р. Майсямовой, Н.В. Абрамова (2008) установлено, что более благоприятные условия для жизнедеятельности всех групп микроорганизмов складывались при разноглубинной обработке чернозема обыкновенного, где их численность в слое 0-20 см было 27,4 млн./г почвы. Количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов в зависимости от обработок составляет от 51 до 1447 тыс./г почвы. Максимальная численность данных микроорганизмов отмечена по минимальной обработке во все годы исследований - от 887 до 1046 тыс./г почвы.

А.Р. Аблаева, Р.Ф. Хасанова, Р.Р. Сафиуллина (2011) отмечают, что целлюлозолитическая активность может служить характеристикой трансформации органического вещества и определять уровень плодородия почв и продуктивность биоты.

По данным С.И. Коржова (2010), при уплотнении обыкновенного чернозема с 0,9-1,0 до 1,17-1,23 г/см³ при многократном воздействии движите-

лей Т-150К количество бактерий, грибов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов снижается в 1,5-2 раза, актиномицетов – в 3 раза, нитрификаторов – на 30%. Ухудшение биогенности почвы отрицательно сказывается на мобилизации элементов питания растений.

Известно, что при поступлении в почву богатых азотом органических соединений активизируется протеолитическая система почвы, целлюлоза индуцирует рост целлюлазной активности почвы, декстраны повышают активность декстраназы, фосфорорганические соединения активизируют действие фосфогидролаз, различные фенолсодержащие соединения индуцируют накопление фенолоксидаз (Салем М.А., Гиниятов Н.Ш., Багаева Т.В., 2005).

Наблюдениями Г.С. Егоровой, А.В. Тивелева (2012) установлено, что в среднем за три года наиболее высокая интенсивность распада целлюлозы на всех изучаемых вариантах приходилась на пахотный слой почвы 0-0,30 м. Быстрота распада целлюлозы в основном определяется наличием в почве растворимых и доступных микроорганизмам форм азота.

Исследованиями установлено, что в посевах подсолнечника, размещенного в севообороте после озимой пшеницы, более активное разложение растительных остатков озимой пшеницы отмечается по отвальной и мелкой + чизельной обработкам. Эти обработки обеспечивали максимальную общую биологическую активность в посевах подсолнечника и более высокую урожайность (Егорова Г.С., Тивелев А.В., 2012).

Согласно Л.Н. Коробовой, А.В. Шинделову (2012), гербицидная нагрузка ухудшает экологическое состояние выщелоченного чернозема, снижая численность агрономически полезных микроорганизмов и повышая насыщенность фитотоксичными формами грибов.

По мнению О.Г. Марьиной-Чермных, Г.С. Марьина, Н.Н. Апаевой (2012), многие почвенные микромицетные организмы адаптированы к интенсивным антропогенным воздействиям без видимого ущерба для своей жизнедеятельности. Другие микромицеты в условиях повышенного антропогенного воздействия активно реагируют на внешние условия вплоть до перехода из

одного ранга встречаемости (например, доминанта) в другой (например, редко встречаемого).

С.В. Богомазов, С.М. Надежкин (2008) считают, что снижение интенсивности минерализации поступающих в почву послеуборочных остатков вызывает рост фитотоксичности чернозема выщелоченного.

При отвальной системе обработки внесение как одной соломы, так и соломы с полной нормой минеральных удобрений, привело к увеличению численности грибов по всему пахотному горизонту, причем более существенному на фоне органо-минеральных удобрений. Эта же тенденция наблюдается и при поверхностной системе обработки (Колесникова И.Я., Чебыкина Е.В. и др., 2011).

В опытах В.С. Полоус (2011) минеральные удобрения и энергосберегающие обработки оказали положительное влияние на почву и растения. Наибольшая активность (53-61 % распада ткани) почвы отмечалась при проведении минимальной обработки и в варианте без механической обработки осенью. По отвальной вспашке биологическая активность почвы была ниже и составила 26 %.

В черноземах выщелоченных кубанского варианта поясности выявлена высокая активность уреазы и фосфатазы (свидетельство интенсивного азотного и фосфорного обмена), средняя - инвертазы и каталазы, слабая – дегидрогеназы, тогда как в почвах терского варианта отмечена высокая активность уреазы, средняя - инвертазы, фосфатазы и каталазы, очень слабая (в основном) и слабая – дегидрогеназы (Улигова Т.С., Жежева Ф.В., Тах И.П., 2010).

О.М. Кольцова (2010) отмечает, что ферменты в почве способствуют поддержанию целостности и устойчивости системы. Ферментативная активность является результирующим показателем жизнедеятельности почвенной биоты как в настоящее время (прижизненные выделения), так и в прошлом. По активности фосфатазы косвенно можно судить о содержании подвижных фосфатов в почве.

Сорные растения являются постоянными компонентами в агрофитоценозах. Независимо от уровня развития земледелия, применяемых агротехнических приемов и средств защиты растений сорные растения в том или ином количестве присутствуют в посевах сельскохозяйственных культур, так как они эволюционно являются сопутствующим продуктом практического земледелия.

Сорные растения – самостоятельная экологическая группа растительного происхождения. Источником сорной растительности является естественная растительность. Выделение из естественной растительности сорной протекало под действием естественного отбора. В результате этого многие представители сорных растений меняли биологические особенности и приближались к культурным растениям. Эти изменения проходили под влиянием условий окружающей среды. Сорняки нуждаются в тех же факторах жизни, что и культурные растения. Поэтому они являются сильными конкурентами культурных растений и резко снижают урожай (Адиньяев, Н.Л. Адаев Э.Д., 2006; Caussanel J.P., 1986).

Н.И. Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко, (2010); В.С. Полоус (2011) отмечают, что сорные растения в сельскохозяйственном производстве России занимают первое место среди факторов, наносящих ущерб урожаю культурных растений. Потери от сорняков практически сравнимы с таковыми от вредителей и болезней вместе взятыми.

Согласно традиционным взглядам, в теории и практике земледелия популяции сорных растений воспринимались обычно как чуждый и посторонний компонент посевов сельскохозяйственных культур (Cousens R., 1987).

Согласно мнению К. Hurle (1993), в современной земледелии идет смена концепции о понимании роли сорных растений в агроэкосистемах и отношении к ним. Концепция, центром которой являлось «уничтожение», «искоренение», сменяется концепцией регулирования и управления численностью сорных растений. Основанием для такого развития системы оказывается не только угроза всё большего загрязнения агроэкосистем гербицидами,

но и соображения о том, что сорные растения представляют собой опасность не своим видовым разнообразием или наличием в посевах, а высокой численностью. Поэтому вместо дорогостоящего и фактически нереального уничтожения сорняков экономически более целесообразно не допускать их массового разрастания и снижать их численность до безопасного уровня (Krzymuski J., Rola J., Rola H., Filipiak K., 1988).

Сорные растения, входящие в состав агрофитоценоза как один из компонентов, формируют так называемое сегетальное сообщество, которое в определенной мере независимо от культурных компонентов агрофитоценоза, так как организовано банками семян и вегетативных зачатков, сохраняющихся в почве (Гродзинский А.М., 1990; Marshall E.J.P., 1987; Oliver L.R., 1988; Gerhards R., 1997)

Г.И. Баздырев (2004) считает, что формирование широкого видового разнообразия сорных растений агрофитоценозов обуславливается, в частности, наличием в почве определенного, а зачастую очень высокого, потенциального запаса семян и органов вегетативного размножения сорняков.

У многих видов сорных растений незрелые семена при благоприятных условиях способны достигать биологической зрелости и затем длительно сохранять свою жизнеспособность (Snaniforth R.J., Cavers P.B., 1979; Maxwell B.D., Colliver C.T., 1995).

Выбор способов обработки почвы определяется климатическими и погодными условиями, агрофизическим состоянием пахотного слоя, видовым составом сорняков, степенью засоренности поля. В каждом конкретном случае предусматриваются использование тех или иных почвообрабатывающих машин и орудий, определенная специфика и последовательность технологических операций. При этом важно использование ресурсо- и энергосберегающих, почвозащитных технологий с применением комбинированных и безотвальных почвообрабатывающих комплексов, а также сочетание в севообороте безотвальной и отвальной обработок (Лукомец В.М., Пивень В.Т.,

Тишков Н.М., 2011; Caussanel J.P., 1989; Kuhne S., Jahn M., Wick M., Beer H., 2001; Rahmann G., 2011).

Подсолнечник обладает сравнительно высокой конкурентной способностью по отношению к сорной растительности, и, несмотря на это, одной из причин получения низкой урожайности является его высокая засоренность (Васильев Д.С., 1983,1990, Чумачёв В.Я., Лучинский С.И., Лукьяненко А.Г., 1990; Лучинский С.И., Чумачёв В.Я., 2009).

Основными засорителями посевов подсолнечника являются широколиственные однолетние сорняки: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) марь белая (*Chenopodium album*). Сильно иссушают и обедняют однолетние злаковые сорняки просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), щетинник сизый (*Setaria glauca*) (Яловой А.В., 2004; Жидков В.М., Гришичкин А.Н., 2011).

По данным С.И. Лучинского, Т.В. Князевой (2010), засоренность подсолнечника на протяжении вегетационного периода постоянно изменяется. Одни сорняки вытесняются другими, более приспособленными к конкретному фитоценозу. Доминирующими сорняками практически в течение всего вегетационного периода являются злаковые сорняки.

Подсолнечник в первой половине вегетации слабо конкурирует с сорняками. Поэтому большое внимание при его возделывании уделяется борьбе с сорной растительностью. Особенно чувствителен подсолнечник к засорению посевов в течение первого месяца после появления всходов, когда растет сравнительно медленно. В этот же период начинается самая ответственная фаза – дифференциация конуса нарастания, во время которой закладываются цветочные бугорки (будущие цветки). Чем выше засоренность в этот промежуток времени, тем меньше образуется цветков, что, естественно, определяет величину будущего урожая. (Зеленский Н.А., Келигов И.А., 2009; Гаркуша С.В., 2013; Хрюкина Е.И., Наумов М.М., 2013; Еськов С.В., Еськова О.В., 2013).

По мнению Ю.Н. Плескачёва, С.Е. Антонниковой (2013), большую опасность для всходов подсолнечника представляют горчица полевая, марь белая, гречиха вьюнковая, овсюг, щетинники, щирица запрокинутая.

Способы основной обработки почвы оказывают различное влияние на распределение семян и вегетативных зачатков сорных растений в пахотном слое. С.В. Рымарь (2007) отмечает, что по плоскорезной обработке и безотвальному рыхлению воздушно-сухая масса сорняков повышалась соответственно на 95 и 45% по сравнению со вспашкой.

Исследования С.В. Гаркуши (2013) показали, что в период полных всходов культуры на фоне классического способа обработки на 1 м² посевов насчитывалось 127 шт. сорняков, в то время как по энергосберегающим способам обработки – 427–447 шт., или в 3,3–3,5 раза больше.

Переход к ресурсосберегающим технологиям связан с особым вниманием к мероприятиям по защите растений. Необходимо отметить, что при постоянном использовании минимальных обработок (на 6-8 см) отмечен наиболее высокий инфекционный фон (Романенко А.А., Васюков П.П., Кильдюшкин В.М., 2011).

По мнению Р. Мансурова (2010), поверхностная обработка верхнего слоя почвы при ресурсосберегающем земледелии приводит к массовому размножению сорняков, болезней и вредителей. В этом случае важно чередовать агротехнические, биологические и химические мероприятия.

А.М. Пестряков (2007) отмечает, что систематическое длительное применение минимальной и поверхностной обработок приводит к увеличению засоренности посевов в 1,5-2 раза и сухой массы сорняков – в 1,30-1,32 раза по сравнению с вариантами комбинированных систем обработок.

Изучение динамики засоренности посевов при различных системах обработки в течение двух ротаций севооборота показало, что наименьшая засоренность достигается при отвальных системах обработки. Перед уборкой на удобренном фоне она составила 8,9 шт./м², в том числе многолетними – 2,8

шт./м², на неудобренном – соответственно 36,8 и 9,3 шт./м² (Гармашов В.М., Витер А.Ф., 2008).

В опытах А.А. Борина (2009) по всем культурам количество и масса сорняков при безотвальной обработке заметно выше, чем при отвальной, а комбинированная обработка занимает среднее положение. Причем в первые годы закладки севооборота эти различия были более заметны.

Система чередования безотвальных обработок и вспашки не на много уступала ежегодной разноглубинной вспашке, так как позволяла заделывать семена сорняков на разную глубину и лучше регулировать их численность (Божко Е.П., Баршадская С.И., Вышегородцева Л.Н., 2005).

Исследования М.М. Ильясова, А.Х. Яппарова (2010) в республике Татарстан показали, что мелкая ежегодная поверхностная и плоскорезная обработка в системе севооборота обусловила самую высокую засоренность в сравнении с отвальной вспашкой. А наибольшей противосорняковой эффективностью отличилась система, включающая ярусную обработку.

При переходе к минимальным обработкам почвы, как правило, сильно увеличивается засоренность посевов злаковыми сорняками, которые, несмотря на применение гербицидов, успевают значительно ослабить культурные растения. В результате возделываемая культура может существенно снизить урожайность и, как следствие, потребление почвенного азота даже при неизменной его минерализации в почве (Шарков И.Н., 2009).

Исследования и производственный опыт В.Н. Чурзина, А.В. Калмыкова (2010) показали, что при соблюдении основной и предпосевной обработки почвы можно хорошо очистить поля от сорняков за счёт механических способов.

По мнению Б.А. Смирнова (2009), поверхностно-отвальная система обработки позволяет уменьшить засоренность посевов. Семена сорных растений, осыпавшиеся на поверхность почвы при ежегодной вспашке, не удушаются, а лишь перемешиваются с почвенной массой пахотного слоя и частично провоцируются к прорастанию в посевах. При периодической вспашке

большая часть семян сорняков, накопившихся за четыре - пять лет в верхнем слое почвы, заделываются на дно борозды и теряет жизнеспособность. При этом на поверхность выносятся более чистый от семян сорняков почвенный слой, а извлеченные семена сорных растений, не потерявшие всхожести за четыре года, прорастают наиболее активно в ранневесенний период, до предпосевных обработок, и в основном уничтожаются ими, что снижает засоренность посевов и улучшает условия формирования урожая.

Уничтожение сорной растительности в посевах подсолнечника эффективно только тогда, когда учитывается тип засорённости и качественное выполнение всех операций. Это относится не только к основной обработке почвы, но и к своевременному, возможно, полному уничтожению сорняков в период ухода за посевами, ибо от этого во многом зависит уровень урожайности (Медведев Г.А., Екатериничева Н.Г., Камышанов С.И., 2010).

Анализ данных В.Н. Чурзина, А.В. Калмыкова (2010) по видовому составу сорняков показывает, что в посевах подсолнечника преобладали однолетники, относящиеся к следующим группам: яровые однолетники - марь белая, марь сизая, горец вьюнковый, щирица запрокинутая, щетинник сизый. Из корнеотпрысковых многолетников - вьюнок полевой и осот полевой.

На черноземе обыкновенном возможно возделывание подсолнечника при минимальной и осенней нулевой обработке почвы. Однако без удобрений и гербицидов засоренность посевов в этих вариантах, по сравнению с отвальной вспашкой, увеличивалась более чем в 2,2 раза.

Научные исследования и производственная практика свидетельствуют, что на черноземах обыкновенных возможно выращивание масличных культур при минимальной и даже нулевой обработке почвы. Безотвальная обработка помогает решать проблему защиты почв от дефляции и водной эрозии, способствует преодолению весенне-летней засухи за счет накопления зимних осадков и в то же время усиливают засоренность посевов, снижают мобилизацию питательных веществ, особенно азота (Шурупов В.Г., Полоус В.С., 2009; Полоус В.С., 2010).

Исследования Т.А. Трофимовой (2010) показали, что приёмы минимализации обработки почвы (замена отвальной обработки на безотвальное рыхление, поверхностную или мелкую обработку почвы) или полный отказ от обработки приводят к росту засоренности посевов и увеличению потребности в гербицидах. Системы энергосберегающих технологий будут успешны в том случае, когда проблема роста засоренности посевов будет устранена.

По данным В.С. Полоус (2010), внесение удобрений под основную обработку почвы способствовало увеличению числа сорняков по всем вариантам обработки почвы. Число сорняков в варианте с минимальной обработкой почвы увеличилось на 56 %, без обработки – на 102 %. Это связано с более высокой способностью сорных растений использовать почвенное плодородие и элементы питания вносимых минеральных удобрений, особенно по энергосберегающим обработкам (Лучинский С.И., Лучинский В.С., 2010).

Амброзия полыннолистная является наиболее злостным сорняком в посевах подсолнечника. Её вредоносность еще более возрастает при внесении под подсолнечник минеральных удобрений.

Учеными было установлено, что подсолнечник и зарази́ха находятся в непрерывном процессе сопряженной эволюции – «хозяин-паразит». Поэтому селекция подсолнечника на устойчивость к зарази́хе должна проводиться постоянно (Горбаченко Ф.И., Усатенко Т.В., Горбаченко О.Ф., 2010; Антонова Т.С., Ситало Г.М., Арасланова Н.М. и др., 2009).

При использовании отвальной обработки роль гербицидов в получении дополнительной продукции ниже, а в вариантах с плоскорезным рыхлением почвы их значение резко возрастает (Гнатовский В.М., Лихачёв Н.И. и др., 2008).

В опытах А.Н. Гришичкина (2012) сухая масса сорной растительности без применения гербицидов на плоскорезной обработке равнялась 242 г/м², на варианте, где проводилась вспашка 0,25–0,27 м, масса составила 219 г/м².

Учет засоренности посевов в фазу образования соцветий показал, что наименьшее число сорняков (51,7 шт./м² однолетних и 4,7 шт./м² многолет-

них) отмечается при сроке сева, когда почва на глубине 8 см прогревается до 10-12 °С (Зеленский Н.А., Келигов И.А., 2009).

Высокую конкуренцию подсолнечнику составляют щетинники, просо куриное, марь белая, щирица запрокинутая, горчица полевая, пикульник обыкновенный, чистец однолетний, бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, пырей ползучий и др. Произрастание на 1 м² одного растения развитого щетинника или проса куриного снижало урожай семян подсолнечника на 0,23 ц/га, бодяка полевого – на 0,94 ц/га (Хрюкина Е.И., Наумов М.М., 2013).

В опытах И.Я. Пигорева (2004) варианты с глубокой вспашкой имели более ровные всходы подсолнечника, а участки были менее засорены, чем при безотвальной обработке. Начиная с фазы 5-13 листа растения на варианте с углублением на 2-3 дня увеличивают период прохождения фенологических фаз, имели большую облиственность.

Безотвальные обработки и особенно «нулевой» фон приводили к заметному увеличению засоренности посевов, что особенно отмечается в начальные фазы роста растений подсолнечника. Предшественники также оказали влияние на засоренность посевов. Несколько больше сорняков отмечалось по кукурузе и ячменю, меньше – по пшенице. Так, перед первой между-рядной обработкой по вспашке насчитывалось, в зависимости от предшественника, 58–66 сорняков на 1 м², по плоскорезной обработке – 81–89, по вариантам обработки стойками СибИМЭ-67-79 и по нулевой обработке – 96–107. Перед уборкой засоренность посевов уменьшилась и составила, соответственно, 19–23; 30–33; 25–30 и 38–43 шт./м² (Громов А.А., Давлятов И.Я., 2006).

Как утверждают Г.А. Медведев, Н.Г. Екатериничева, С.И. Камышанов, (2010), больше всего сорняков к уборке остается у всех изучаемых гибридов на варианте с поверхностной обработкой почвы бороной БДТ-7. Между отвальной обработкой плугом ПН-4-35 и плоскорезной обработкой НИН-5 заметных различий по засоренности не было.

Засоренность многолетними сорняками на минимальных фонах была выше, а малолетними – наоборот, ниже, чем при глубоких обработках, но численность их не превышала соответственно 4,0–4,5 и 82,5–109,0 шт/м² (Кислов А.В., Черных М.В., 2007).

Интенсивная технология возделывания подсолнечника предусматривает обязательное применение гербицидов для борьбы с сорняками. Широкий производственный опыт подтвердил, что применение широкого спектра гербицидов может оказывать негативное действие на темпы начального роста, снижать полевую всхожесть, удлинять продолжительность наступления хозяйственной спелости у подсолнечника.

Надо отметить высокую стоимость гербицидов, необходимость наличия дополнительного технического оснащения, высокую энергоемкость и трудоемкость. Всё это приводит к значительному повышению затрат и снижению рентабельности. Поэтому часто это звено интенсивной технологии не срабатывает на конечные экономические показатели. Нарушение технологии внесения гербицидов может приводить к нежелательным экологическим последствиям (Чурзин В.Н., Калмыков А.В., 2010).

Одним из наиболее важных элементов питания подсолнечника является азот, поглощение которого начинается с начала роста растений и продолжается до физиологической спелости семян. При этом интенсивность поглощения данного элемента меняется в течение вегетации. Наиболее интенсивное потребление азота из почвы наблюдается в начальный период развития культуры, особенно в период образования корзинки – начала цветения.

Подсолнечник относится к культурам, с относительно низкой потребностью в фосфоре. По мнению Р.С. Сагдиева (2011), поглощение данного элемента растениями происходит постепенно в течение всей вегетации. На повышенных фонах питания данный процесс протекает чуть интенсивнее в первую половину вегетации.

Определение выноса питательных веществ с урожаем основной и побочной продукции показало, что подсолнечник, в отличие от других культур

севооборота выносит значительное количество калия и характеризуется наиболее высокими затратами питательных веществ на формирование весовой единицы абсолютно сухого вещества урожая (Литвинов Д.В., 2013).

В период фазы цветения подсолнечник потребляет 60% азота, 80% фосфора и 90% калия от их общего выноса из почвы за весь период вегетации (Соболева Е.А., Лукин А.Л., 2012).

На образование 1 тонны семян изучаемые сорта и гибриды подсолнечника расходовали 46,9-47,8 кг азота, 13,0-13,3 кг фосфора, 84,5-86,6 кг калия при среднем соотношении в затратах N:P:K равным 3,6:1:6,5 (Тишков Н.М., Дряхлов А.А., Пихтярев Р.В., 2009).

По мнению В.С. Цховребова, В.С. Шеховцова, И.О. Лысенко (2012), на содержание элементов питания способы обработки почвы влияния не оказывают.

Внесение при посеве $N_{20}P_{30}$ способствует максимальному потреблению растениями подсолнечника азота, фосфора и калия относительно других способов применения азотно-фосфорного удобрения независимо от изучаемых приёмов обработки почвы. Вынос азота возрастал на 3,7-9,5 кг/га (7,4-21,6%), фосфора – на 1,3-3,4 кг/га (7,3-21,8 %) и калия – на 4,5-10,7 кг/га (4,0-10,1%).

На величину выноса элементов питания доля вклада составила: способа обработки почвы 16,4-38,1 %, способа внесения удобрений – 17,4-18,2 и сорта, гибрида – 1,9-4,6 % (Тишков Н.М., Гончаров А.А., 2011).

Лабораторные исследования В.А. Кожаева (2014) показали, что вынос питательных элементов сорными растениями весьма существенен и порой превышает содержание их в культурных растениях. Особенно велик вынос азота, обусловленный быстрым ростом и значительным развитием сорных растений, по сравнению с контрольными посевами. Так, например, одно растение щирицы запрокинутой содержало 3,60% азота, канатник Теофраста – более 2,66 %, а полынь обыкновенная – 3,33%.

Установлено, что в посевах (без применения гербицидов) в горной зоне сорняки выносят с 1 га в среднем 104 кг азота, 54 кг фосфора, 27 кг калия, 34

кг кальция и 19 кг магния. В предгорной зоне, соответственно: 24, 10, 10, 18 и 20 кг; а в равнинной – 95, 31, 17, 17 и 49 кг.

По обобщенным данным В.М. Лукомца, В.Т. Пивня, Н.М. Тишкова, (2011), при численности на 1 м² 100–200 хорошо развитых сорных растений из почвы выносятся 60–140 кг/га азота, 20–30 кг/га фосфора и 100–140 кг/га калия. Подсолнечник на формирование одной тонны семян с гектара потребляет 50–60 кг/га азота, 20–25 кг/га фосфора и 90–120 кг/га калия.

Исследованиями В.С. Полоус (2011) было установлено, что в среднем сорные растения содержали 1,53 % азота, 0,59 % фосфора и 2 % калия. Таким образом, даже при низкой численности и массе сорняков перед уборкой они выносят из почвы по культурной вспашке до 73 кг азота, 28 кг фосфора и 96 кг калия.

При внесении удобрений, за счет более высокой урожайности семян и вегетационной массы, увеличивался вынос с урожаем азота на 16,9-25,8 кг/га (14,9-22,8%), фосфора на 6,9-8,8 (14,9-19,0%) и калия на 33,1-72,5 кг/га (14,6-32,0%), а расход их на формирование 1 тонны семян вырос: азота на 0,6-3,9 кг (1,4-9,2%, фосфора на 0,3-1,1 (1,7-6,3%) и калия на 0,8-14,3 кг (0,9-16,9%) в зависимости от количества внесенных в севообороте удобрений (Тишков Н.М., Дряхлов А.А., 2008).

Наибольшим выносом фосфора (2800-3800 мкг/г) характеризовались ромашка непахучая, марь белая, щетинник сизый и просо куриное, серы - бодяк полевой (3700 мкг/г), ромашка непахучая и марь белая (2300-2500 мкг/г), магния – бодяк полевой и марь белая (4700-4800 мкг/г), кремния – просо куриное, марь белая, пырей ползучий (1000 мкг/г).

Таким образом, чтобы уменьшить потери элементов питания из почвы в результате поглощения их сорняками, необходимо проводить направленные мероприятия по сокращению численности и искоренению тех видов сорняков, которые способны к наибольшему выносу питательных веществ (Мельникова О.В., 2008).

1.3 Влияние основной обработки почвы на урожайность и продуктивность подсолнечника

Как показали исследования В.Н. Чурзина, А.В. Калмыкова (2010), при строгом соблюдении основной и предпосевной обработки почвы, сроков посева, приёмов ухода за посевами можно получать достаточно высокие урожаи семян подсолнечника.

Гибриды подсолнечника, в отличие от сортов-популяций, обладают более высоким потенциалом урожайности, дружно цветут и созревают, выровнены по высоте растений, наклону корзинки и другим морфологическим признакам. Это позволяет свести к минимуму потери урожая при уборке, получить однородный по влажности ворох и выработать в последующем из него высококачественное пищевое растительное масло (Байманов А.С., 2008).

М.В. Захарова, С.В. Гончаров (2007) утверждают, что урожайность семян в значительной степени определяется продолжительностью периода всходы – цветение, а сбор масла с единицы площади и в меньшей степени масличность семян – продолжительностью периода цветение – физиологическая спелость.

Основным показателем, определяющим уровень урожайности подсолнечника, являются индивидуальная продуктивность растений, а также элементы его структуры. По мере интенсификации технологии возделывания наблюдалась тенденция к увеличению элементов структуры урожая и уменьшению пустозерной части корзинки (Фоменко Т.В., Духнай Е.Н., 2007).

Исследованиями В.Н. Чурзина, А.В. Калмыкова (2009) установлено, что из элементов структуры урожая, определяющих продуктивность растения и посева в целом, значительная роль принадлежит количеству растений на площади, величине корзинок, количеству семян в корзинке и выходу полноценных семян.

Величина урожайности гибридов подсолнечника во многом определяется фотосинтетической деятельностью посевов. Опыты Г.А. Медведева,

В.С. Утученкова (2010) показали, что интенсивное нарастание ассимилирующей поверхности и сухого вещества у всех гибридов начинается с фазы образования корзинки.

Многолетние исследования говорят о том, что при отсутствии корнеотпрысковых сорняков и использовании новых высокоэффективных гербицидов обычную вспашку под подсолнечник вполне возможно заменить более мелкой отвальной обработкой корпусным луцильником на глубину 12-14 см. При этом снижение урожайности составит 0,4 ц/га, или 1,5 %, а расход горюче-смазочных материалов уменьшится на 35-40 % (Бушнев А.С., 2009).

Применение минеральных удобрений и гербицидов обеспечивало при минимальной, поверхностной и нулевой основной обработке почвы формирование урожайности подсолнечника на уровне 2,3-2,1 т/га (Полоус В.С., 2010; Назарько А.Н., 2011; Назарько А.Н., 2012).

М.С. Пересадько (2009) отмечает, что наиболее высокий уровень урожайности подсолнечника формировался при норме высева семян 50 тыс. шт./га и составлял 2,69-2,79 т/га у гибрида Оскил, и 2,64- 2,81 т/га у гибрида Ясон.

Урожайность семян подсолнечника с 1 га была максимальной при классическом способе обработки (2,83 т/га). Снижение продуктивности культуры по энергосберегающим способам обработки почвы составило 0,54, 0,72 и 0,93 т/га соответственно. Наименьшая урожайность (1,90 т/га) семян подсолнечника получена при нулевом способе обработки (Гаркуша С.В., 2013).

Использование в севообороте под пропашные культуры чизельной мульчирующей и комбинированной системы обработки почвы обеспечивало получение урожайности возделываемых культур на уровне вспашки: кукурузы на зерно 4,8-5,0 т/га, подсолнечника 2,9 т/га, сои 2,1-2,2 т/га (Романенко А.А., Васюков П.П., Кильдюшкин В.М., 2011).

Самая высокая урожайность семян сортов и гибрида подсолнечника в опытах Н.М. Тишкова, А.А. Гончарова (2011) формировалась при внесении $N_{20}P_{30}$ при посеве по фону всех изучаемых способов основной обработки

почвы. На величину урожая семян равное влияние оказывали способ обработки почвы (14,4 %) и способ внесения удобрений (14,0 %) при доле вклада сорта, гибрида 8,7 %.

Причины низкой урожайности кроются в состоянии корнеобитаемого почвенного слоя. И.Я. Пигоревым (2004) доказано, что любой семенной материал на низком агрофоне, повышенной плотности почвы и как следствие неблагоприятном водно-воздушном режиме не позволяет формировать растения с высокой урожайностью и масличностью семян.

Анализ урожайных данных Г.А. Медведева, Д.Е. Михалькова, С.И. Камышанова (2012) показывает, что все изучаемые гибриды наибольшую урожайность формируют на глубокой плоскорезной обработке почвы ППН-5 и наименьшую – при поверхностной обработке БДТ-7. Обычная отвальная вспашка по уровню урожайности гибридов занимала промежуточное положение.

Если обычную отвальную вспашку принять за контроль, то обработка плоскорезом ППН-5 увеличивала урожайность гибридов в среднем на 0,24 т/га или на 10,2 %, а поверхностная обработка БДТ-7 снижала урожайность на 9,75 % (Медведев Г.А., Екатериничева Н.Г., Камышанов С.И., 2010).

Наибольшая урожайность гибрида Джаззи и сорта Родник сформировалась по интенсивной технологии с использованием вспашки в качестве основной обработки почвы. Однако наиболее высокие экономические показатели (чистый доход и рентабельность) были получены по экологической технологии с применением комбинированной обработки почвы (Бельтюков Л.П., Парфенюк А.А., Чеботарев В.А., Донцов В.Г., 2011; Донцов В.Г., Бельтюков Л.П., Кувшинова Е.К., 2013).

А.В. Калмыковым (2010) установлено, что применение междурядных обработок в сочетании с гербицидом способствовало повышению урожайности подсолнечника и выходу кондиционных семян. Так, урожайность семян у гибрида Донской 22 составила 2,96 т/га; при внесении в рядки NP урожай-

ность повышалась до 3 т/га. Урожайность семян у гибрида Сигнал, соответственно, составила 2,8 и 2,9 т/га при 2,75-2,82 т/га у гибрида.

В зоне обыкновенных черноземов Волгоградской области мульчирование поверхности почвы растительными остатками с последующим глубоким рыхлением по своей эффективности не уступало отвальной и безотвальной обработкам и обеспечивало урожайность у гибридов в среднем за два года до 2,28 т/га (Чурзин В.Н., Воронина В.П., Дудникова Н.Н., 2012).

В результате исследований Л.В. Карповой (2008) в условиях Пензенской области и установлено, что внесение минеральных удобрений $N_{12}P_{52}$ д. в. на га и плотность агроценоза подсолнечника 70 тыс. растений на 1 га к уборке способствовали формированию урожая в пределах 2,36-2,66 т/га.

В.В. Агеев, В.И. Демкин (1988), В.Я. Чумачев (1987), А.Н. Есаулко (1997) утверждают, что в условиях неустойчивого увлажнения Северного Кавказа урожайность маслосемян в 20-23 ц/га вероятнее всего возможна при размещении удобрений плугами и плоскорезами-глубокорыхлителями, чем фрезой или орудиями поверхностной обработки почвы.

По мнению С.И. Черкашина (2005), в юго-восточной части Краснодарского края в зоне неустойчивого увлажнения на типичных черноземах максимальная продуктивность сортов и гибридов подсолнечника получена при севе 10 апреля с густотой стояния растений 50 тыс./га. Урожайность семян достигла 1,33-3,12 т/га, а сбор масла 0,56-1,52 т/га в зависимости от генотипа подсолнечника.

С.П. Подлесным (2012) выявлено, что звено лен масличный – озимая пшеница – подсолнечник в составе 8-польного севооборота на 0,87 т з.е./га, или на 7,04 % более продуктивно по сравнению со звеном лен масличный – подсолнечник – озимая пшеница 3-польного севооборота, и возделывание рассматриваемых культур в этом многопольном севообороте агрономически более целесообразно.

В зоне распространения предкавказских черноземов и каштановых почв недостаток влаги в период налива семян подсолнечника приводит к

снижению природы и масличности. За последние годы имело место, когда лучшие отечественные и зарубежные гибриды подсолнечника даже при высоком агрофоне питания усыхали на корню в первые недели налива семян, а у некоторых сортов и гибридов пустозёрность семян в корзинке составляла 35-50 % (Энеев М.Д., 2009).

На основании результатов своих исследований А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, М.С. Сигида, В.А. Бузов (2010) предложили уравнения прогноза урожайности маслосемян подсолнечника для умеренно влажной и зоны неустойчивого увлажнения Северного Кавказа: $Y = 26,58 + 0,05x_3 - 0,07x_5 - 0,13x_8$ (где Y – урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га, x_3 – осадки от посева до уборки, мм, x_5 – осадки от цветения до уборки урожая, мм, x_8 – осадки в период цветения, мм).

Сочетание плоскорезной обработки почвы на глубину 20-22 см с безотвальным рыхлением на глубину 35-40 см уступает отвальной вспашке по урожайности семян до 10 % и сбору масла до 15 %, но превосходит плоскорезную обработку на 12 и 13 % соответственно (А.А. Гончаров, 2011).

В условиях эрозионноопасных агроландшафтов наиболее эффективна чизельная мульчирующая обработка. Она не только способствует повышению урожайности, но и обладает почвозащитными функциями (Кильдюшкин В.М., Бугаевский В.К., 2007).

С.И. Полевщиков, А.С. Веркошанский (2011) отмечают, что наиболее высокие показатели масличности, при всех сроках сева, гибриды подсолнечника имели при норме высева 8 кг/га. Максимальную (38,6 – 40,0%) масличность семена подсолнечника имели при посеве через 10 дней после ранневесеннего сева.

В исследованиях А.Н. Есаулко, Е.А. Седых (2013) наивысшая урожайность семян подсолнечника была получена при внесении $N_{87}P_{78}K_{27}$ и составила 2,97 т/га. Но такие показатели качества, как масличность, сбор масла и содержание олеиновой кислоты были выше на варианте с внесением

N₆₀P₆₀K₆₀ (масличность составила 50,0%, сбор масла - 0,95 т/га и содержание олеиновой кислоты - 84,1 %), при урожайности 2,87 т/га.

Технологическая ценность маслосемян подсолнечника определяется качеством масла, которое принято характеризовать кислотным числом, числом омыления и йодным числом. К высшему классу поставляемых семян подсолнечника относят партии семян с кислотным числом не более 0,8 № КОН/г (Соболева Е.А., Лукин А.Л., Котов В.В., 2011).

Проведенные исследования А.Н. Пузикова, Ю.Н. Суворовой (2012) показали, что для получения максимального сбора масла сорта масличного типа необходимо возделывать при густоте стояния растений не более 70 тыс. шт./га и ширине междурядий 70 см.

На величину сбора масла самое большое влияние оказывал способ обработки почвы (32,1 %), что значительно выше доли вклада способа внесения удобрений (16,5 %) и сорта, гибрида (2,8 %) (Тишков Н.М., Гончаров А.А., 2011).

И.В. Гильгенберг (2007) отмечает, что замена в системе основной обработки почвы вспашки менее затратными способами сопровождается снижением себестоимости продукции и повышением рентабельности.

Ресурсосберегающие технологии на одну треть снижали затраты денежных средств на возделывание культуры при урожайности семян выше ее уровня, чем при обычной интенсивной технологии со вспашкой почвы в осенний период (Лухменев В.П., Лухменев Н.В., 2006).

В опытах В.М. Гнатовского, Н.И. Лихачёва (2008) присутствие подсолнечника в структуре посевных площадей значительно повышало экономическую эффективность севооборотов.

Применение ресурсосберегающих способов основной обработки почвы (мелких 8–10 см и прямого посева), на первый взгляд, предполагает снижение затрат. Однако доход с 1 га посевов подсолнечника при энергосберегающих способах обработки снижается за счет уменьшения урожайности и необходимости применения дополнительных химических прополок посевов. При

классическом способе обработки почвы условно чистый доход с 1 га посевов в среднем за 3 года составил 17,7 тыс. руб., а при энергосберегающих – 11,9-14,4 тыс. руб. (Гаркуша С.В., 2013).

Проведённая А.А. Романенко, П.П. Васюковым, В.М. Кильдюшкиным (2011) биоэнергетическая оценка свидетельствует о том, что менее затратна система с минимальной обработкой почвы под пропашные, при реализации которой в севообороте требовалось до 75,8 ГДж/га энергии, что на 15,2-23,7 % меньше, чем в других вариантах. Однако на фоне этой обработки энергоёмкость сухого вещества полученного с урожаем биомассы возрастает до 4122 МДж, что на 5,5-29,5 % выше, чем при использовании других обработок. Так же необходимо обратить внимание на то, что самое высокое приращение энергии с 1 га получено при чизельной (328 ГДж) и комбинированной (326 ГДж) обработках.

Повышение рентабельности производства семян подсолнечника в современных экономических условиях требует дополнительной оценки ранее принятых агротехнических приемов и общей технологии возделывания подсолнечника с целью снижения материальных и энергетических затрат, что безусловно снизит себестоимость продукции и повысит доходность этой культуры (Жидков В.М., 2011; Гришичкин А.Н., 2012).

Проведенный Г.А. Медведевым, Н.Г. Екатериничевой, С.И. Камышановым (2010) экономический анализ показал, что различная обработка почвы оказывает значительное влияние на эффективность производства маслосемян подсолнечника. Наилучшие экономические показатели в условиях Волгоградской области были получены на варианте с глубокой плоскорезной обработкой ППН-5.

По данным немецких авторов, производительность плуга составляет 0,5 га/час; техники, используемой при почвозащитной обработке, – 1 га/час, а при нулевой обработке (прямой посев) – 2 га/час. При этом, как показывают наблюдения, во многих случаях в такой ситуации пестицидов требуется больше, чем при традиционной вспашке с помощью плуга, что может поста-

вить под сомнение целесообразность перехода к новой системе обработки. В то же время при ее применении, и в особенности в случае прямого посева, увеличивается водоудерживающая способность почвы, а оставляемый на ее поверхности слой соломы снижает непродуктивные потери влаги на испарение. Переход на беспашотную технологию требует большей агрикультуры для защиты агроценозов от вредителей и сорняков, предотвращения водной и ветровой эрозии почв и т.д. (Fisher N.M., Davies D.H.K., 1991).

В системе обработки почвы дальнейшая минимализация должна привести к тому, что вообще почву не обрабатывать и воздействовать на нее только в процессе заделки семян при посеве, то есть перейти к прямому посеву всех культур. Это позволит отказаться от целого шлейфа машин и орудий по промежуточной, основной и предпосевной обработкам почвы, существенно сократит тракторный парк, сэкономит горюче-смазочные материалы и другие ресурсы (Дридигер В.К., 2009).

По мнению А.А. Иванова, А.И. Иванова, В.В. Кошеляева, Г.В. Ильиной (2012), дальнейшее повышение урожайности подсолнечника потребует изменений в земледелии, перехода на более высокую современную технологию, которая базируется на комплексном использовании потенциала гибридов и сортов, оптимизации водного и питательного режимов, применении интегрированных систем защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, современном комплексе машин для возделывания.

Таким образом, приведенный обзор литературных источников подтверждает особенность систем основной обработки почвы в зависимости от погодных условий, режима увлажнения, гранулометрического состава, фито-санитарной обстановки и др. Определению влияния приемов обработки почвы на основные факторы плодородия выщелоченного чернозема и посвящена данная научная работа.

Глава 2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКИ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия места проведения опытов

Для получения стабильно высоких урожаев подсолнечника необходимо оптимальное районирование сортов и гибридов с учетом их физиологических характеристик и климатических показателей региона (Усатов А.В., Устенко А.А. и др., 2012).

Исследования проводили в 2011–2014 гг. в стационарном опыте кафедры агрохимии и земледелия опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета.

Полевые исследования проводили в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. Опытная станция СтГАУ расположена на Ставропольской возвышенности, согласно схеме агроклиматического районирования, в III агроклиматическом районе. Климатические условия обусловлены влиянием вертикальной зональности (высота над уровнем моря 500–550 м) и резко континентальным климатом прилегающих районов.

Характерной особенностью зоны является неустойчивое увлажнение по годам и неравномерность выпадения осадков в течение года. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 623 мм, за вегетационный период выпадает 350–370 мм, среднегодовая температура воздуха 9,2°C. Гидротермический коэффициент 1,1–1,3. Сумма положительных температур воздуха выше 10° составляет 2800–3200°C. Нарастание температуры весной идет быстро. Средняя месячная температура самого теплого месяца (июля) +21,9°C. Средняя месячная температура самого холодного месяца (января) –3,7°C. Минимальные температуры зимой опускаются до –32°C. Продолжительность зимы колеблется от 85 до 110 дней. Максимальная глубина промерзания почвы 27–29 см, а в отдельные годы до 100 см. Снежный покров неустойчив, средняя высота его 15–20 см. В течение зимы очень часты оттепели. Весенние заморозки заканчиваются в апреле, иногда отмечаются и в мае. Среднесуточная тем-

пература воздуха поднимается выше $+10^{\circ}\text{C}$ после 15–20 апреля. Переход среднесуточных температур через отметку $+5^{\circ}\text{C}$ происходит, как правило, весной – в начале апреля, осенью – во второй декаде ноября. Лето жаркое, максимальная температура достигает отметки $+37^{\circ}\text{C}$ и выше.

Высокие температуры обуславливают большую испаряемость, которая превышает количество выпадающих осадков.

Относительная влажность воздуха характеризует степень насыщенности воздуха водяными парами, которые оказывают большое влияние на развитие растений. В июле–августе относительная влажность воздуха опускается до 57–62%, что оказывает неблагоприятное действие на развитие растений. Нередким явлением на территории хозяйства являются засухи и суховеи. Общее число дней с суховеями достигает 50–60. Суховеи могут сопровождаться сильными ветрами со скоростью более 15 м/с, накопление влаги в почве осуществляется преимущественно за счет осадков холодного периода, чему способствует неглубокое промерзание почвы, частые оттепели и невысокое испарение зимой.

Продолжительная тёплая осень, мягкая и малоснежная зима со слабым промерзанием почвы, глубокое осенне-зимнее промачивание почвы чередуются здесь с периодом значительного иссушения почвы в весенне-летнее время.

Землепользование находится на Ставропольской возвышенности, на высоте 500–600 м над уровнем моря. Господствующей формой рельефа учебно-опытного хозяйства является слабоволнистая равнина с пологими склонами, используемая под земледелие. Крутые склоны со смытыми и неразвитыми почвами, как правило, заняты низкопродуктивными природными кормовыми угодьями.

Уровень грунтовых вод в хозяйстве составляет 1,1–6,0 метра. В зимне-весенний период грунтовые воды поднимаются почти к поверхности почвы (3–25 см), а в летне-осенний период их уровень опускается за пределы почвенной толщи. Испарение почвенно-грунтовых вод способствует накоплению

солей в почвенном профиле. В различные периоды года накопление на поверхности или в более глубоких горизонтах.

Естественная растительность на территории хозяйства сохранилась только на крутых склонах и на возвышенных участках со слаборазвитыми почвами, близко подстилаемыми известняками. Здесь она занята большей частью низкопродуктивными сенокосами и пастбищами. Травянистая растительность более продуктивна на склонах северной экспозиции.

Генезис черноземов неразрывно связан с особенностями материнских пород (лесссы, лессовидные суглинки, элювий и делювий карбонатных пород) и травянистой растительностью степей. На начальных этапах почвообразования растения создают мощный войлок дернины. Опад степной растительности богат зольными элементами и имеет хорошие запасы азота и фосфора. Это благоприятствует развитию процессов гумификации. По этой причине все черноземы имеют серый, серо-бурый или темно-серый цвет.

Значительную роль в гумусообразовании играет богатый минералогический состав почвообразующих пород и их карбонатность.

В химическом составе лессовидных суглинков преобладает кремнезем, значительное количество падает на долю окислов алюминия и сравнительно меньше – окислов железа. Эти породы характеризуются значительным содержанием фосфора (0,10–0,17 P_2O_5) и калия (1,71–2,03 K_2O), что позволяет характеризовать эти отложения как богатую породу для образования почв.

Почвы отличаются высокой емкостью поглощения, обусловленной высоким содержанием высокодисперсных илистых частиц. Емкость поглощения пахотного слоя 40 мг-экв/100 г почвы.

Почвенный покров опытной станции СтГАУ довольно однороден и почвы залегают здесь большими контурами. Почвы хозяйства представлены черноземом выщелоченным глубокомицелярно-карбонатным, тяжелосуглинистым.

Чернозем выщелоченный характеризуется в настоящее время средним содержанием гумуса (5,2–5,9%), нитрификационной способностью (16–30

мг/кг), подвижного фосфора (18–28 мг/кг, по Мачигину) и средним – обменного калия (240–290 мг/кг). Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная, рН находится в пределах 6,2–6,7. Содержание общего азота – 0,25%, общего фосфора – 0,13–0,15%, общего калия – 2,3%.

У выщелоченных черноземов линия вскипания от НС1 проходит на 20 см ниже в начале второго метра.

Таким образом, почвы опытной станции СтГАУ обладают высоким плодородием, имеют хорошую зернисто-комковатую структуру (горизонт А), среднюю гумусированность, оптимальную реакцию почвенного раствора, достаточное содержание основных элементов питания, отсутствие вредных солей, а также удачно сочетаются здесь с благоприятными климатическими условиями, что позволяет ежегодно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

2.2 Погодные условия в годы проведения опытов

Место проведения исследований характеризуется как «зона рискованного земледелия», отличающаяся неустойчивым режимом увлажнения и перепадом показателей температурного режима. Анализ погодных условий в годы проведения опытов показал, что сумма осадков и температурный режим изменялись, в связи с чем менялась влагообеспеченность культуры.

Подсолнечник отличается высокой потребностью к влаге, его транспирационный коэффициент 470-550, но одновременно он и засухоустойчив. Опушение эпидермиса, покрывающего стебель и листья подсолнечника, предохраняет растение от жары и суховея. Подсолнечник быстро восстанавливает ассимиляционную деятельность листьев в ночное время. Поэтому подсолнечник хорошо переносит почвенную засуху и мало поддается губительному действию атмосферной засухи (Минкевич И.А., Борковский В.Е., 1949).

В таблицах 1, 2 отражены данные выпадения осадков и температуры с 2011 по 2014 год, которые свидетельствуют, что среднегодовое количество осадков за 2011 год было ниже среднегодовой нормы и составило 546

мм. Среднегодовая температура воздуха в 2011 году так же была ниже (8,7 °С) среднемноголетней (9,2 °С). Январь и февраль этого года характеризовались низкими температурами и количеством выпавших осадков. Минимальное значение температуры, зафиксированное в январе, приходится на 20 число и составляет -14,7 °С. В феврале температура максимально опускалась до -17,2 °С. Высота снежного покрова зимой также была самой низкой в 2011 году (8,4-11,2 см).

В апреле, мае и июне выпало достаточно большое количество осадков, что позволило накопить в почве оптимальное количество влаги в период сева и появления всходов подсолнечника. Температурные показатели в оставшихся месяцах 2011 года были приближены к среднемноголетним. Только ноябрь был более холодным, а декабрь, наоборот, более теплым, чем в остальные годы и по среднемноголетним данным.

За годы исследований самыми холодными зимними месяцами оказались январь и февраль 2012 года. Средняя температура составила -5,4; -8,7 °С соответственно. Впервые среднемесячная температура марта была также отрицательной (-0,4 °С). Высота снежного покрова достигала 35 см. Среднегодовая температура 2012 года была выше среднемноголетней на 0,9 °С. В апреле и мае выпало всего 12 и 39 мм осадков, что на 32 и 27 мм ниже среднемноголетних показателей соответственно.

В 2013 году зима была теплой и малоснежной, среднемесячная температура января составила +0,8, февраля +1,6 °С, высота снежного покрова от 3 до 4,7 см. Количество осадков в эти месяцы были ниже нормы: всего 19 и 6 мм соответственно. Июнь и июль 2013 года были богаты на осадки, количество дней с осадками в эти месяцы: 16 и 12 дней соответственно. 07 июня 2013 года за 12 часов выпало 67 мм осадков, а 03 июля – 48 мм. Щедрым на осадки был и сентябрь, общее количество в этот месяц равняется 114 мм. Число дней с осадками – 19. Сумма осадков за 2013 год составила 658 мм, что является самым высоким показателем за все годы исследований и превышает среднемноголетнюю норму на 96 мм.

Температурный режим первой половины 2014 года по всем месяцам был приближен к среднегодовым показателям. В январе выпало 56 мм осадков, что на 27 мм выше нормы. Высота снежного покрова в зимние месяцы доходила до 46 см. В мае наблюдалось повышенное выпадение осадков – 135 мм. Число дней с осадками – 16, 02 мая 2014 года за 12 часов выпало 23 мм.

Атмосферное давление за годы исследований было примерно одинаковым и типичным для данной местности (таблица 3). Среднегодовой показатель за 2011 год равен 722,6 мм ртутного столба; за 2012 год – 722,2; за 2013 год – 721,9; в 2014 году с января по октябрь – 722,1 мм ртутного столба.

Относительная влажность воздуха зимой составляла 84-90 %, в весенние месяцы – 58-82 %. Летом она опускалась до 53-64%, осенью опять повышалась до 61-85 %. Наибольшая среднегодовая относительная влажность воздуха наблюдалась в 2011 году и составляла 76,7 %, что на 5-5,7 % выше, чем в остальные годы (таблица 4).

Таблица 1- Количество выпавших осадков в годы исследований, мм

| Годы | Месяц | | | | | | | | | | | | Сумма |
|---------------|-------|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 2011 | 19 | 15 | 49 | 66 | 80 | 107 | 56 | 24 | 38 | 44 | 31 | 17 | 546 |
| 2012 | 37 | 17 | 35 | 12 | 39 | 94 | 84 | 76 | 11 | 10 | 145 | 20 | 580 |
| 2013 | 19 | 6 | 52 | 23 | 64 | 132 | 127 | 14 | 114 | 45 | 40 | 22 | 658 |
| 2014 | 56 | 29 | 40 | 62 | 135 | 61 | 55 | 23 | 53 | - | - | - | 438* |
| Среднегодовое | 36 | 34 | 42 | 53 | 72 | 89 | 56 | 49 | 52 | 54 | 49 | 37 | 623 |

Таблица 2 - Температура воздуха в годы исследований, °С

| Годы | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне-годовая |
|---------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 2011 | -3,2 | -5,8 | +1,5 | +7,1 | +14,6 | +19,5 | +24,5 | +21,2 | +16,4 | +8,6 | -2,0 | +1,8 | 8,7 |
| 2012 | -5,4 | -8,7 | -0,4 | +14,4 | +18,3 | +21,5 | +22,7 | +22,3 | +18,4 | +14,0 | +5,5 | -1,1 | 10,1 |
| 2013 | +0,8 | +1,6 | +4,7 | +11,0 | +18,1 | +20,5 | +22,3 | +21,9 | +14,3 | +9,2 | +5,7 | -2,4 | 10,6 |
| 2014 | -3,2 | -1,6 | +4,3 | +9,3 | +17,4 | +19,3 | +23,0 | +24,7 | +17,5 | - | - | - | 9,8* |
| Среднегодовая | -3,7 | -2,5 | +2,3 | +9,6 | +14,8 | +19,2 | +21,9 | +20,8 | +16,4 | +10,0 | +3,4 | -1,5 | 9,2 |

Примечание * - в 2014 году данные указаны на момент завершения научных исследований по данной тематике

Таблица 3 - Атмосферное давление в годы исследований, мм ртутного столба

| Годы | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне- годовое |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 2011 | 724,6 | 721,8 | 724,9 | 720,5 | 722,0 | 719,3 | 719,0 | 720,7 | 722,2 | 724,6 | 727,0 | 724,9 | 722,6 |
| 2012 | 723,0 | 723,9 | 721,1 | 720,2 | 720,1 | 720,9 | 720,3 | 720,2 | 723,3 | 723,8 | 726,0 | 723,7 | 722,2 |
| 2013 | 720,6 | 722,8 | 719,5 | 722,1 | 721,3 | 719,4 | 719,2 | 720,7 | 720,4 | 725,3 | 724,7 | 726,6 | 721,9 |
| 2014 | 724,7 | 726,0 | 721,0 | 722,0 | 721,1 | 720,2 | 719,8 | 720,1 | 722,0 | - | - | - | 722,1* |

Таблица 4 - Относительная влажность воздуха в годы исследований, %

| Годы | Месяц | | | | | | | | | | | | Средне- годовая |
|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 2011 | 89 | 88 | 82 | 77 | 78 | 70 | 62 | 61 | 61 | 83 | 85 | 84 | 76,7 |
| 2012 | 90 | 86 | 76 | 58 | 64 | 61 | 60 | 61 | 58 | 74 | 88 | 84 | 71,7 |
| 2013 | 78 | 88 | 72 | 68 | 60 | 61 | 57 | 54 | 74 | 79 | 79 | 82 | 71,0 |
| 2014 | 85 | 80 | 74 | 67 | 73 | 64 | 53 | 47 | 69 | - | - | - | 70,8* |

Примечание * - в 2014 году данные указаны на момент завершения научных исследований по данной тематике

2.3 Схема проведения опытов

Исследования проводили в 2011–2014 гг. в стационарном опыте опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, которая находится в пределах Ставропольской возвышенности. Стационар представляет собой длительный опыт «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах», зарегистрирован в реестре аттестатов длительных опытов Геосети ВНИИА Российской Федерации.

В связи с целями и задачами исследований, объект изучения: гибрид подсолнечника фирмы «Syngenta» НК Брио, предмет изучения: четыре приема обработки почвы:

- 1) вспашка (ПЛН-4-35 на глубину 20–22 см);
- 2) чизельное рыхление (ПРБ-4,2 на 25–27 см);
- 3) комбинированная агрегатная обработка (АКМ-6 на 20-22 см);
- 4) дискование (БДМ 6х4 на глубину 10–12 см).

Расположение вариантов в повторениях – методом расщепленных делянок. Севооборот зернопаропропашной со следующим чередованием культур: горохоовсяная смесь (занятой пар) – озимая пшеница – озимый ячмень – кукуруза на силос – озимая пшеница – горох – озимая пшеница – подсолнечник, развернут в пространстве и времени (рисунок 1). Общая площадь делянки 108 м², учетная – 84 м². Повторность опыта трехкратная. Общая площадь стационара 6,4 га.

Опыты проводились на фоне рекомендованной системе удобрений – она синтезирована на основе материалов, полученных в рассматриваемом стационаре с насыщенностью севооборота NPK 115 кг/га (в т.ч. N₅₀P_{58,75}K_{6,25}), при соотношении N:P:K = 1:1,18:0,13 + 5 т/га навоза. В качестве удобрений в опыте применялась нитроаммофоска, а также использовались растительные остатки озимой пшеницы.

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|
| | 7,5м | | | | |
| 15м | | | | | IV расчётная |
| | | | | | III биологизированная |
| | Вспашка | Чизельное рыхление | Комбини- рованная | Дискование | II рекомендованная |
| | | | | | I контроль (без удоб- рений) |
| | | | | | система удобрения |
| Приёмы обработки почвы | | | | | |

Рисунок 1 – Схема проведения опыта в условиях стационара

Агротехника возделывания подсолнечника в опыте общепринятая для третьей почвенно-климатической зоны Ставропольского края и проводилась в соответствии со схемами проведения опытов (Системы земледелия Ставрополя, 2011).

Допосевная обработка заключалась в следующем: дискование стерни озимой пшеницы в 2 следа БДК-6,4 на глубину 8-10 см, внесение минеральных удобрений вручную согласно схеме опыта, вспашка на глубину 20-22 см в сентябре-октябре.

В других вариантах опыта вместо вспашки применяли чизельное рыхление ПРБ-4,2 на 25-27 см, комбинированную агрегатную обработку АКМ-6 на 20-22 см и дискование БДМ 6х4 на 10-12 см.

Предпосевная обработка почвы в весенний период по всем вариантам опыта состояла из двукратной культивации (КПТ-9,4 на глубину 10-12 см и КП-12 на 8-10 см) и предпосевной культивации на 6-8 см культиватором для пропашных культур Hatzenbichler.

Посев проводили сеялкой Great Plains PD8070 на глубину 6-8 см при ширине междурядий 70 см. Заданная густота стояния 55-60 тыс/га.

С целью уничтожения сорняков перед посевом вносили гербициды трофи 90 (2 л/га) и раундап (2 л/га).

В течение вегетации для уничтожения сорняков и рыхления междурядий проводились две междурядные культивации КРНГ-5,6 на глубину 8-10 см и 6-8 см.

Уборку подсолнечника проводили поделяночно прямым комбайнированием ACROS 580+жатка Falcon 5600. После уборки проводили сушку.

Проведение лабораторных исследований осуществляли на базе лаборатории «Технологии возделывания полевых культур» кафедры общего и мелиоративного земледелия СтГАУ, в лаборатории «Определение показателей качества и безопасности пищевой продукции, продовольственного сырья» учебно-научной испытательной лаборатории (УНИЛ) СтГАУ.

2.4 Методики проведения исследований

Полевые и лабораторные исследования проводили по утвержденным методикам.

Определение строения пахотного слоя почвы проводили методом насыщения в цилиндрах. Цилиндром–буром отбирали образец почвы с естественным сложением в слое 0-30 см, в четырех местах делянки перед севом культуры, в фазу цветения и полную спелость (Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И., 2005).

Плотность почвы – с помощью почвенного бура АМ-7 (ГОСТ 15150-69). Почвенные образцы отбирали с горизонтов 0–0,1; 0,1–0,2 и 0,2–0,3 м перед севом, в фазу цветения и полную спелость. Определение агрегатного состава почвы проводили перед севом подсолнечника, в фазу цветения и полную спелость методом сухого просеивания и разделения почвенного образца с пахотного горизонта на фракции (Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И., 2005).

Водопрочность структуры почвы – по методу П.И. Андрианова, метод основан на учёте агрегатов, распавшихся в воде за определённый промежуток времени. Образцы почвы отбирали с пахотного горизонта проводили пе-

ред севом озимой пшеницы, в фазу весеннего кушения и полную спелость (Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И., 2005).

Влажность почвы, максимальную гигроскопичность, продуктивную влагу определяли весовым методом. Пробы почвы для определения влажности отбирали в полевых условиях послойно специальным игольчатым буром, на глубину до 1 м через каждые 10 см, взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 г, затем крышки снимали и бюксы с почвой помещали в сушильный шкаф и высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С. После высушивания бюксы с почвой взвешивали и с помощью математических расчетов, вычисляли влажность почвы, максимальную гигроскопичность, продуктивную влагу (Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И., 2005).

Целлюлозолитическую активность пахотного слоя почвы проводили методом Йожефа Сэги (1983).

Засоренность посевов определяли с помощью рамки площадью 1 м² (70 см x 144 см), в трех местах делянки в фазы цветения и полной спелости подсолнечника (Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И., 2005).

Подсчет густоты стояния растений, количества и массы сорняков по видам и фазам развития подсолнечника проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983).

Аллелопатическую активность почвы определяли по методике А.М. Гродзинского, Е.Ю. Костромы, Т.С. Шроля, И.Г. Хохловой (1990) с использованием в качестве тест-культуры семян редиса и кресс-салата и непосредственно возделываемой культуры (при пролонгированном действии). Почву для анализа отбирали из ризосферы культуры перед уборкой. Затем в лабораторных условиях отвешивали по 100 г почвы в трехкратной повторности с каждого варианта опыта. Помещали почву в чашки Петри, увлажняли до пастообразного состояния и накладывали фильтр. На фильтр раскладывали по 20 семян тест-культуры, предварительно замоченных на 12 часов и

проращивали в течение 3-х суток в термостате. Затем вели замеры длины корешков.

Определение элементов питания в растительных образцах проводили по методике Б.А. Ягодина (1987).

Масличность семян определяли согласно ГОСТ 10857-64, массу 1000 зёрен – ГОСТ 10842-89.

Учет урожая проводили методом механизированной уборки по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983) с последующим пересчетом на стандартную влажность (ГОСТ 10856-96) и чистоту (ГОСТ 10854-88).

Статистическая обработка результатов исследований выполнена дисперсионным методом по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы «Полифактор».

Экономическую эффективность рассчитывали согласно рекомендациям А.М. Емельянова (1982) на основе существующих норм, расценок и закупочных цен по состоянию на год реализации.

Глава 3 ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

По мнению В.М. Пенчукова (Системы земледелия Ставрополья, 2011), система обработки почвы – очень важный элемент системы земледелия. На обработку почвы приходится до 50% всех энергетических затрат. От нее зависят агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, во многом определяющие урожай и его качество.

Способы обработки, являясь основным фактором изменения агрофизических свойств пахотного слоя почвы и создания условий роста растений в начальный период, в значительной мере определяют общее развитие сельскохозяйственных культур и их урожай (Перегида Т.И., 2008).

3.1 Влияние приемов основной обработки на плотность почвы

Среди агрофизических характеристик в первую очередь следует называть плотность почвы. От неё зависит водный, воздушный, тепловой режимы почвы, направленность и интенсивность физико-химических и микробиологических процессов. Это сказывается на мобилизации питательных веществ, их условий для формирования мощной корневой системы (Мамаева Г.Г., 2002; Поминов В.А., 2008).

Исследования Г.И. Казакова (2008) показали, что значения оптимальной плотности сложения почвы меняются даже для одних и тех же культур в разных зонах в зависимости от содержания гумуса в почве, ее гранулометрического состава, структуры. Например, черноземные почвы, имеющие объемную массу доступности и использовании растениями. С плотностью сложения почвы непосредственно связаны эффективность и качество механической обработки, затраты на тяговые усилия.

В результате проведенных исследований установлено, что плотность почвы пахотного слоя различается в зависимости от приемов ее обработки (приложение 1). В наших исследованиях наибольшим изменениям подвержен

показатель плотности в пахотном слое и незначительным – в более глубоких слоях, где агротехнические приемы возделывания оказывают незначительное влияние.

Плотность почвы 0–0,1 м слоя по изучаемым приемам обработки почвы различается и находится в пределах 1,19–1,22 г/см³ перед севом культуры, 1,29–1,33 – в фазу цветения подсолнечника, а к полной спелости достигает 1,34–1,39 г/см³ (рисунок 2). Что ещё раз подтверждает тот факт, что плотность почвы является динамичным показателем.

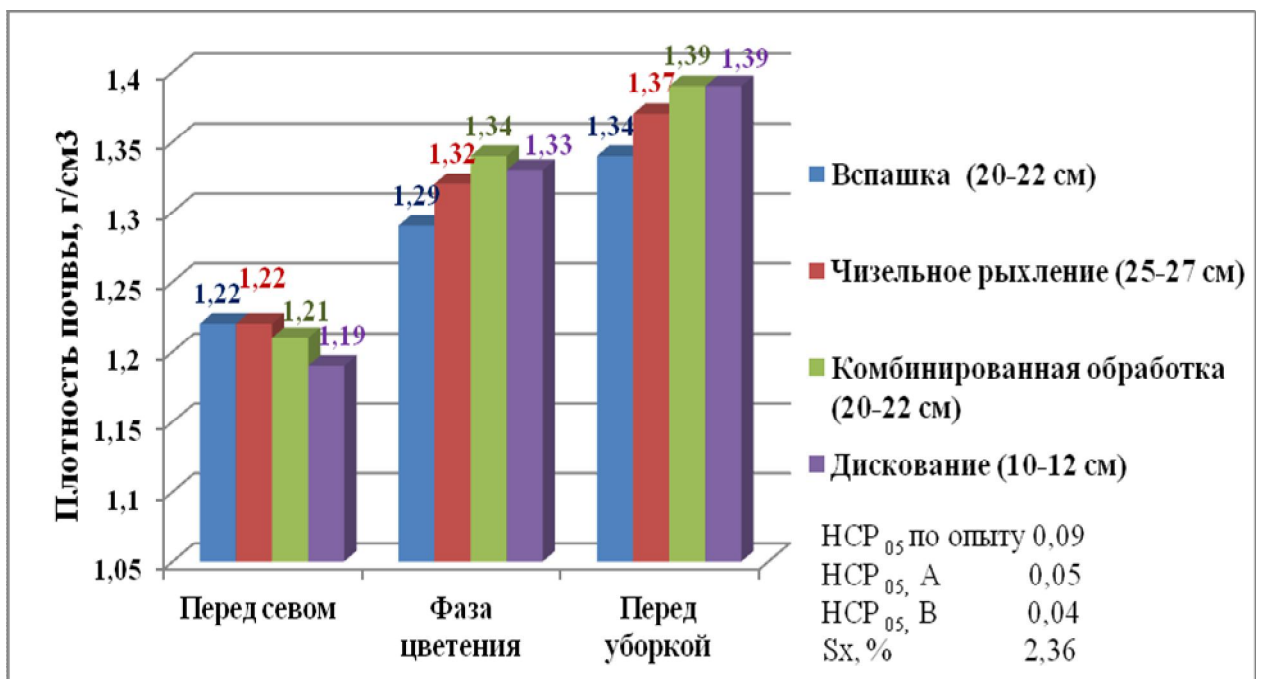


Рисунок 2 – Плотность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы, г/см³ (слой почвы 0-0,1 м)

Плотность почвы в целом по пахотному 0–0,3 м слою, как правило, возрастает. При этом в верхнем слое 0–0,1 м почва перед севом культуры достаточно рыхлая и обеспечивает оптимальные условия для появления дружных и своевременных всходов, развития корневой системы подсолнечника. Показатели плотности, которые составляют в среднем 1,19 г/см³ при использовании дискования, возрастают с применением комбинированной агрегатной обработки и чизельного рыхления до 1,21-1,22 г/см³. На варианте со вспашкой в этом слое почвы плотность также доходит до 1,22 г/см³. Более низкие показате-

тели плотности почвы при мелких обработках обусловлены сосредоточением максимального количества органического вещества, плотность которого меньше, чем минеральной части. Причем эта тенденция сохраняется и при определении плотности почвы в слое 0,1–0,2 м, так как растительные остатки, перераспределяясь в нижележащие слои, оструктурируют почву и обеспечивают оптимальные параметры агрофизических свойств почвы, в том числе и плотность (таблица 5).

Таблица 5 – Плотность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы, г/см³ (слой почвы 0,1-0,2 м)

| Прием обработки, А | Срок отбора, В | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
|---|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вспашка (20-22 см) | Перед севом | 1,30 | 1,35 | 1,28 | 1,23 | 1,29 |
| | Фаза цветения | 1,33 | 1,36 | 1,30 | 1,29 | 1,31 |
| | Перед уборкой | 1,42 | 1,47 | 1,45 | 1,37 | 1,43 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | Перед севом | 1,26 | 1,31 | 1,28 | 1,20 | 1,26 |
| | Фаза цветения | 1,37 | 1,40 | 1,33 | 1,31 | 1,35 |
| | Перед уборкой | 1,44 | 1,50 | 1,48 | 1,44 | 1,47 |
| Комбинированная агрегатная обработка (20-22 см) | Перед севом | 1,25 | 1,34 | 1,27 | 1,19 | 1,26 |
| | Фаза цветения | 1,39 | 1,42 | 1,34 | 1,33 | 1,37 |
| | Перед уборкой | 1,42 | 1,51 | 1,46 | 1,42 | 1,45 |
| Дискование (10-12 см) | Перед севом | 1,20 | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 1,22 |
| | Фаза цветения | 1,40 | 1,44 | 1,34 | 1,35 | 1,38 |
| | Перед уборкой | 1,45 | 1,54 | 1,52 | 1,47 | 1,49 |
| НСР ₀₅ по опыту | | 0,08 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | - |
| НСР ₀₅ , А | | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | |
| НСР ₀₅ , В | | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | |
| Sx, % | | 2,10 | 2,63 | 3,09 | 3,55 | |

В слое почвы 0,1–0,2 м плотность почвы перед севом подсолнечника выше на 0,2–0,9 г/см³, чем в слое 0–0,1 м. Это, прежде всего, зависит от сил гравитации, так как верхний слой почвы оказывает давление на нижерасположенный. В слое 0,2–0,3 м, который в процессе подготовки почвы под сев подсолнечника почти не обрабатывается, плотность почвы перед севом культуры составляет от 1,30 до 1,36 г/см³ (таблица 6).

Таблица 6 – Плотность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от способов и приемов обработки почвы, г/см³ (слой почвы 0,2–0,3 м)

| Прием обработки, А | Срок отбора, В | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
|---|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вспашка (20-22 см) | Перед севом | 1,31 | 1,35 | 1,29 | 1,25 | 1,30 |
| | Фаза цветения | 1,36 | 1,39 | 1,34 | 1,34 | 1,36 |
| | Перед уборкой | 1,44 | 1,49 | 1,47 | 1,42 | 1,46 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | Перед севом | 1,34 | 1,37 | 1,33 | 1,27 | 1,33 |
| | Фаза цветения | 1,39 | 1,40 | 1,36 | 1,37 | 1,38 |
| | Перед уборкой | 1,47 | 1,52 | 1,47 | 1,48 | 1,49 |
| Комбинированная агрегатная обработка (20-22 см) | Перед севом | 1,33 | 1,39 | 1,35 | 1,26 | 1,31 |
| | Фаза цветения | 1,38 | 1,42 | 1,37 | 1,38 | 1,39 |
| | Перед уборкой | 1,46 | 1,52 | 1,48 | 1,47 | 1,48 |
| Дискование (10-12 см) | Перед севом | 1,36 | 1,41 | 1,36 | 1,29 | 1,36 |
| | Фаза цветения | 1,44 | 1,48 | 1,40 | 1,42 | 1,44 |
| | Перед уборкой | 1,50 | 1,55 | 1,49 | 1,51 | 1,51 |
| НСР ₀₅ по опыту | | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | - |
| НСР ₀₅ , А | | 0,08 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | |
| НСР ₀₅ , В | | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | |
| Sx, % | | 3,59 | 3,68 | 2,99 | 3,33 | |

Высокая плотность почвы нижележащего слоя зависит также от отсутствия в выщелоченном черноземе структурообразователя – ионов кальция,

которые вымыты в нижние слои (1,1-1,2 м). Такая плотность почвы указывает на ее слитость, обработка почвы сопровождается большими затратами энергии при механическом воздействии на неё рабочими органами почвообрабатывающих машин, образующими глыбистую структуру, которая слабо поддается разрыхлению. Очевидно, что описанные тенденции прослеживаются в фазу цветения и в полную спелость подсолнечника.

В фазе цветения корзинок плотность почвы существенно повышается и составляет в слоях 0–0,1 и 0,1–0,2 м соответственно от 1,29 до 1,31 и 1,38–1,32 г/см³.

В слое почвы 0,2-0,3 м в эту фазу плотность так же увеличивается до 1,36 – 1,44 г/см³. Но теперь максимальный её показатель приходится на прием мелкой обработки, при котором этот слой почвы вообще не обрабатывается.

В фазе полной спелости подсолнечника при возделывании его по озимой пшенице плотность почвы значительно увеличивается, что указывает на то, что данная почва слитая и склонна к уплотнению и переуплотнению. В слое почвы 0-0,1 м по годам исследования она варьирует в пределах 1,33 – 1,42 г/см³. В более глубоких слоях (0,1-0,2 и 0,2-0,3 м) плотность возрастает до 1,43 – 1,49 и 1,46 – 1,50 г/см³ соответственно.

В более засушливые годы исследований наблюдалось повышение плотности почвы на 0,5-0,7 г/см³ во всех слоях пахотного горизонта.

К настоящему времени выявлено, что плотность сложения почвы зависит не только от гранулометрического состава, содержания гумуса, но и является функцией ее структурных качеств. Многочисленными исследованиями установлено, что в зависимости от типа почвы и структуры плотность сложения меняется в широких пределах. По обобщенным данным, в зависимости от гранулометрического состава для роста и развития культурных растений требуется определенная плотность (объемная масса почвы). Для большинства культур она находится в пределах от 1,10 до 1,30 г/см³. При уплотнении почвы уменьшается не только объем пор, но и их размер. Это весьма

важно для роста корневых волосков. Уплотненная почва хуже впитывает и фильтрует влагу, а это при наличии ливневых осадков способствует усилению поверхностного стока, эрозии и в целом снижению влагообеспеченности растений. Причинами снижения урожаев на уплотненных почвах являются: недостаток кислорода и избыток углекислого газа, плохая водопроницаемость и ухудшение водного режима, ухудшение свыше $1,3 \text{ г/см}^3$, считаются очень плотными, тогда как для сероземов и многих подзолистых почв такие показатели характерны при рыхлом сложении (Земледелие Ставрополя, 2011).

По нашему мнению, увеличение плотности пахотного слоя почвы под пропашными культурами объясняется продолжительным периодом вегетации, когда поверхность почвы остается открытой, а также значительным увеличением кратности проходов по полю машинно-тракторных агрегатов при междурядных культивациях.

Как показали наши исследования, под подсолнечник предпочтительно проводить в качестве приема основной обработки использование вспашки, вместе с тем целесообразно в отдельных случаях заменить её на менее ресурсозатратные безотвальные обработки, так как плотность не выходит за пределы оптимального значения.

3.2 Водопрочность структуры почвы

Водопрочность – способность почвенных агрегатов сопротивляться разрушительному действию воды. Эта способность приобретается в результате скрепления механических частиц органическими и минеральными коллоидами. Которые должны обладать способностью коагулировать необратимо, и тогда почвенные агрегаты приобретают способность не распадаться под действием воды. Такими коллоидами являются катионы Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{+++} , Al^{+++} . При наличии одновалентных катионов Na^+ необратимой коагуляции не происходит и водопрочной структуры не образуется. Наиболее водопрочная структура образуется при взаимодействии гуминовых кислот с минералами монтмо-

риллонитовой группы, гидрослюдами, менее водопрочная – при взаимодействии с кварцем, кремнекислотой и каолинитом. Это свидетельствует о том, что водопрочность – косвенный показатель содержания органического вещества (Дорожко Г.Р., Передериева В.М. Власова О.И., 2008).

Минимализация обработки с поверхностной заделкой органических удобрений в значительной степени повышает содержание в верхних слоях почвы агрономически ценных водопрочных агрегатов.

Это объясняется, прежде всего, накоплением в данной части почвенного профиля значительного количества пожнивных и корневых остатков. Немаловажная роль в этом отношении принадлежит микроорганизмам и почвенной фауне.

Водопрочность структуры почвы в нашем стационарном опыте характеризуется по Бахтину и Долгову как «отличная» и «хорошая». Вместе с тем она различается по приемам обработки почвы, а также изменяется по фазам развития подсолнечника (приложение 2).

Перед севом водопрочность ниже по сопоставлению с фазой цветения и полной спелостью (рисунок 3). На варианте со вспашкой в среднем она самая низкая – 55,1%, при комбинированной обработке – 57,7, при чизельном рыхлении – 63,8, а при дисковании – 71,0%.

Снижение водопрочности на варианте со вспашкой (20–22 см) объясняется вовлечением в пахотный горизонт менее гумусированного нижнего слоя почвы (20–30 см), а также более сильной аэрацией верхнего слоя, что усиливает процесс минерализации органического вещества.

К фазе цветения корзинки подсолнечника происходит некоторое увеличение водопрочности – от 1,8 до 3,3%. Наименьшее значение показал вновь вариант со вспашкой – в среднем 56,9%. При обработке комбинированным агрегатом – 61,0%. По фактору обработки почвы существенно выше показатель водопрочности при чизельном рыхлении – 66,8%, еще выше при дисковании – 72,8%.

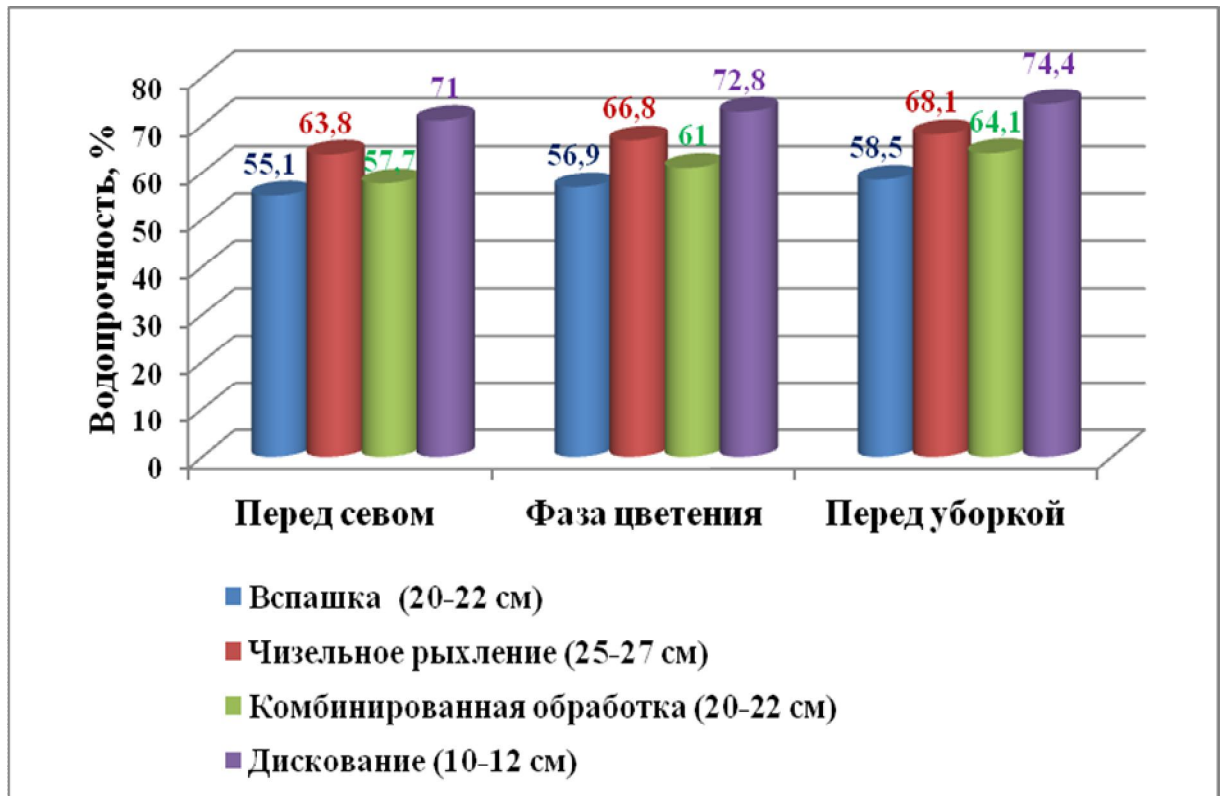


Рисунок 3 – Водопрочность структуры почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки, % (2011- 2014гг.)

Аналогичное увеличение водопрочности произошло и в фазе полной спелости. Этот показатель составлял в среднем от 55,8% по вспашке до 74,4% при дисковании. Комбинированная и чизельная обработка занимали промежуточное значение. Тенденция к увеличению водопрочности по всем вариантам и во все фазы развития культуры прослеживалась в 2012 году по сравнению с остальными годами, что связано с наименьшим количеством и характером выпадения осадков в период от посева до уборки подсолнечника, а также с повышенной плотностью почвы.

Эти данные позволяют сделать вывод, что почва сразу после проведения обработки подвержена распылению и обладает более низкой водопрочностью, в процессе вегетации подсолнечник развивает мощную корневую систему, которая делит почву на мелкие комки, уплотняет их, а по мере отмирания корней и образования гуминовых веществ, придает им прочность.

В виду мощного физического воздействия на структуру почвы при вспашке образуется больше микроагрегатов, активнее происходят процессы

окисления кислородом воздуха, что пагубно сказывается на водопрочности почвенных агрегатов. Такая почва будет легче поддаваться эрозионным и дефляционным процессам.

Важным фактором водопрочности структуры верхних слоев почвы на фоне мелкой обработки – дискования – является повышенное содержание здесь не только растительных остатков, но и гумусовых веществ, в частности детрита. Мелкая обработка обеспечивает максимальную водопрочность почвы, в среднем по годам исследований она составляет от 71,0 до 74,4 %.

Подсолнечник – пропашная культура, возделывается с широкими междурядьями, в которых почва в процессе вегетации культуры может подвергаться разрушению. Положительной стороной этой культуры является хорошо развитая корневая система, которая способствует структурообразованию. Полученные данные (приложение 2), доказанные с помощью математической обработки, показывают, что разница в показателях водопрочности как по приемам обработки почвы, так и по срокам отбора на варианте с использованием дискования существенно выше, чем по остальным вариантам.

Следовательно, дискование почвы в качестве приема основной обработки способствует значительному увеличению корненасыщенности пахотного слоя почвы, что обуславливает заметное повышение водопрочности.

3.3 Динамика влажности почвы

По данным науки и практики, в засушливых регионах урожайность сельскохозяйственных культур ограничивается влагообеспеченностью. Поэтому необходимо осуществлять все меры для накопления и сохранения почвенной влаги и рационального сберегающего ее использования растениями.

Главным источником почвенной влаги являются атмосферные осадки. От того, сколько количества воды содержится в почве, зависят многие технологические процессы при обработке, снабжение растений водой в процессе роста и развития, микробиологические, физико-химические процессы, обуславливающие превращение всех питательных веществ в почве и поступле-

ние их с водой в растение. Поэтому задача земледелия заключается в создании в почве оптимального водного режима, благоприятного для растений. Этого можно достичь с помощью накопления и сохранения почвенной влаги.

Подсолнечник – относительно засухоустойчивая культура, однако урожайность этой культуры находится в прямой зависимости от уровня влагообеспеченности посевов. Подсолнечник большое количество воды расходует в процессе транспирации. Через устьица растений теряется большая часть воды. За вегетационный период (с мая – по сентябрь) одно растение испаряет в среднем свыше 200 кг воды. Растение имеет хорошо развитую корневую систему, использующую воду из глубоких слоев почвы. Общий расход почвенной влаги за вегетационный период с 1 га посева подсолнечника составляет от 3900 до 5800 т, из которых на формирование урожая маслосемян подсолнечника расходуется от 1900 до 2400 т. Подсолнечник может использовать влагу на глубине до 3 м, иссушая тем самым практически полностью слой почвы на глубину 1,5 м.

Водопотребление у подсолнечника на разных этапах развития неодинаково. Большое значение в период от посева до появления всходов имеет степень увлажнения почвы. При прорастании семена подсолнечника поглощают от 70 до 100 % воды от первоначальной своей массы.

Около 25 % влаги от общего объема водопотребления расходуется в период от начала появления всходов и до образования корзинки. В это время подсолнечник потребляет влагу из слоя почвы до 0,8 м.

Максимальное водопотребление наблюдается в период от образования корзинки и до цветения и составляет около 30 % всей расходуемой воды.

Гораздо меньше влаги растения потребляют после цветения. Показатели качества маслосемян подсолнечника зависят от условий влагообеспеченности. В засушливые годы при острой нехватке влаги в почве масличность маслосемян подсолнечника снижается (Дьяков А.Б., 1975).

Для хорошего формирования урожая подсолнечника большое значение имеют осенне-зимние запасы влаги, количество осадков в период с мая по

сентябрь. Не вся влага, находящаяся в почве доступна растениям, это необходимо учитывать при изучении водного режима почвы. Часть её не усваивается, так как связана с почвой. Поэтому продуктивная влага имеет огромное значение для обеспечения жизнедеятельности растений.

Наши исследования (приложение 3) по изучению влияния приемов основной обработки почвы на накопление продуктивной влаги показали, что влажность и запасы влаги в метровом слое почвы изменялись в зависимости от приема обработки почвы в течение вегетации культуры. В среднем было установлено, что к моменту сева подсолнечника наибольший запас продуктивной влаги в верхнем десятисантиметровом слое почвы (таблица 7) накапливался на вариантах с применением дискования (20,0 мм) и чизельного рыхления (19,7 мм).

Таблица 7 – Запас продуктивной влаги в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки в слое почвы 0-0,1м (2011–2014 гг.)

| Прием обработки почвы, А | Срок отбора, В | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|-----------------|--|
| | перед севом | фаза цветения | полная спелость | НСР ₀₅ , В=0,6 |
| Вспашка (20-22 см) | 16,6 | 6,6 | 5,6 | 9,6 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 19,7 | 7,5 | 6,2 | 11,1 |
| Комбинированная (20-22 см) | 15,8 | 6,1 | 5,1 | 9,0 |
| Дискование (10-12 см) | 20,0 | 8,0 | 6,9 | 11,6 |
| НСР ₀₅ , А=0,7 | 18,0 | 7,1 | 6,0 | НСР ₀₅ =1,3 S _x , %=4,3 |

Влажность составляла 26,4 и 25,7 % соответственно (таблица 8). По комбинированной агрегатной обработке и вспашке влажность была ниже на 1,9-3,3%. Следовательно, несколько ниже и запас продуктивной влаги по этим приемам обработки почвы – 15,8 и 16,6 мм.

Таблица 8 – Влажность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки в слое 0-0,1 м (2011–2014 гг.)

| Прием обработки почвы, А | Срок отбора, В | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|-----------------|--|
| | перед севом | фаза цветения | полная спелость | НСР ₀₅ , В=1,0 |
| Вспашка (20-22 см) | 23,1 | 14,4 | 13,6 | 17,0 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 25,7 | 15,3 | 14,2 | 18,4 |
| Комбинированная (20-22 см) | 24,5 | 14,0 | 13,1 | 17,2 |
| Дискование (10-12 см) | 26,4 | 15,8 | 14,8 | 19,0 |
| НСР ₀₅ , А=1,2 | 24,9 | 14,9 | 13,9 | НСР ₀₅ =2,0 S _x , %=4,0 |

На варианте с применением отвальной обработки в слое 0–0,3 м (рисунок 4) содержится 33,7 мм влаги, несколько больше ее при использовании комбинированной обработки – 38,3 мм, тогда как по чизелеванию и дискованию – 42,5 и 40,7 мм. В метровом слое содержится соответственно 139,4; 140,5; 147,7 и 149,6 мм (таблица 9).

Запас влаги по всем вариантам обработки был достаточным для получения дружных всходов, однако преимущество остается за безотвальными и мелкими обработками.

Период цветения, который длится 10-12 дней, очень важен для подсолнечника, так как по отношению к влаге он считается критическим. К началу цветения рост стебля практически завершается, но корневая система продолжает расти, достигая более глубоких горизонтов почвы, особенно если влага в верхних слоях полностью использована. Например, в слое 0-0,1 м запас продуктивной влаги составлял всего 6,1 – 8,0 мм. Минимальное количество – при комбинированной агрегатной обработке, максимальное – при дисковании.

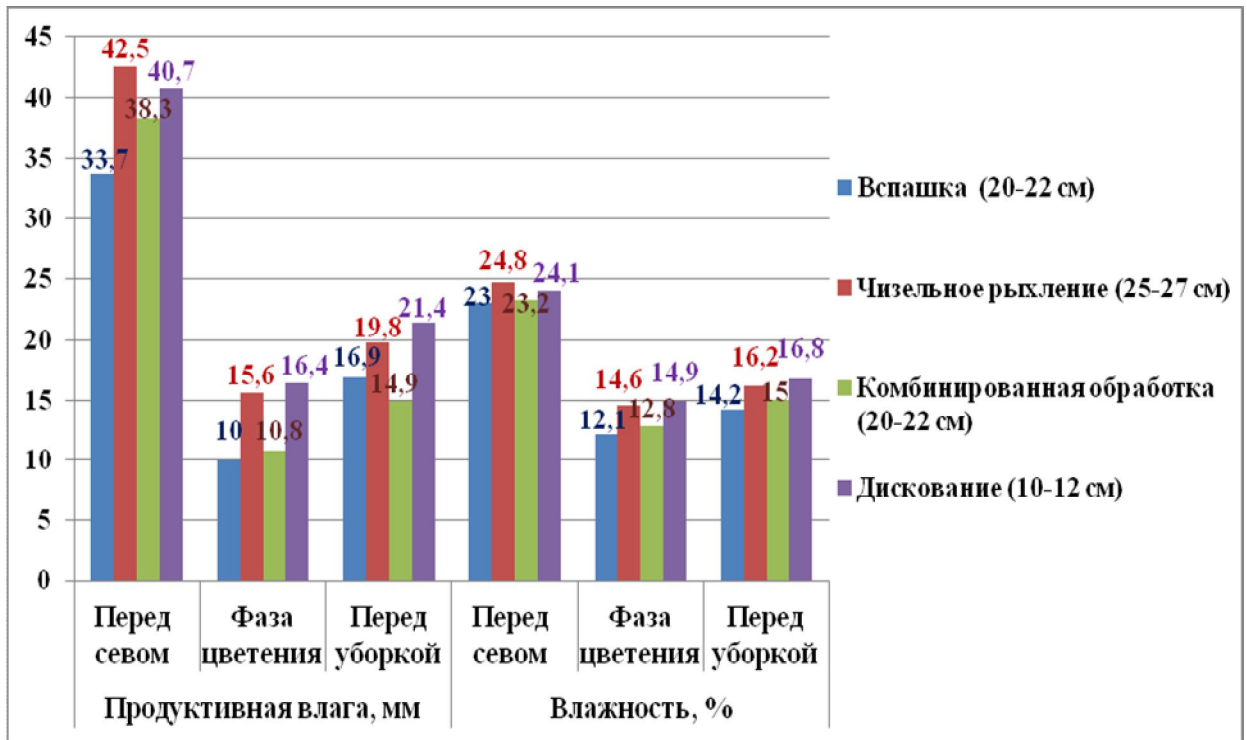


Рисунок 4 – Динамика влажности почвы и продуктивной влаги в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки в слое почвы 0-0,3м (2011–2014 гг.)

В фазе цветения подсолнечника максимальный запас влаги в метровом слое (108,8 мм) отмечен на варианте с дискованием на глубину 10-12 см, что важно для растений подсолнечника, так как культура наиболее требовательна к влаге в этот период. Это объясняется меньшим испарением с поверхности почвы за счет ненарушенного слоя почвы и оставлением растительных остатков. По остальным вариантам обработки запас продуктивной влаги варьирует от 102,5 при чизелевании до 92,3 мм по вспашке. Влажность почвы в этой фазе находится в пределах 12,1 – 14,9 % (таблица 10).

Различия по содержанию влаги между вспашкой и комбинированной обработкой незначительны, но применение чизельного рыхления и дискования достоверно увеличивает запас продуктивной влаги.

К уборке подсолнечника независимо от обработки почвы содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы снижалось. Тогда как, в слое 0-0,3 м за счет выпадения атмосферных осадков в сентябре её содержание повысилось на 3,9-6,9 мм, по сравнению с фазой цветения. Развитая корневая

система подсолнечника к концу вегетации использовала влагу более глубоких слоев почвы.

Таблица 9 – Запас продуктивной влаги в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки в слое почвы 0-1,0м (2011–2014 гг.)

| Прием обработки почвы, А | Срок отбора, В | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|-----------------|--|
| | перед севом | фаза цветения | полная спелость | НСР ₀₅ , В=3,6 |
| Вспашка (20-22 см) | 139,4 | 92,3 | 85,3 | 105,7 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 147,7 | 102,5 | 95,7 | 115,3 |
| Комбинированная (20-22 см) | 140,5 | 95,0 | 87,8 | 107,8 |
| Дискование (10-12 см) | 149,6 | 108,8 | 99,9 | 119,4 |
| НСР ₀₅ , А=4,1 | 144,3 | 99,7 | 92,2 | НСР ₀₅ =7,1 S _x , %=2,2 |

При чизельном рыхлении в метровом слое почвы влаги накопилось 95,7 мм, что существенно больше, по сравнению с обработкой комбинированным агрегатом (87,8 мм) и вспашкой (85,3 мм).

Таблица 10 – Влажность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки в слое 0-1,0м (2011–2014 гг.)

| Прием обработки почвы, А | Срок отбора, В | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|-----------------|--|
| | перед севом | фаза цветения | полная спелость | НСР ₀₅ , В=1,1 |
| Вспашка (20-22 см) | 24,9 | 13,3 | 13,8 | 17,3 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 26,6 | 14,6 | 14,2 | 18,5 |
| Комбинированная (20-22 см) | 25,1 | 13,8 | 13,9 | 17,6 |
| Дискование (10-12 см) | 26,9 | 14,9 | 14,5 | 18,8 |
| НСР ₀₅ , А=1,3 | 25,9 | 14,2 | 14,1 | НСР ₀₅ =2,2 S _x , %=4,3 |

Наибольший запас влаги (99,9 мм) фиксируется при дисковании, при которой создается наиболее благоприятный водный режим за счет создания рыхлого слоя на поверхности почвы и располагающейся под ним уплотненной прослойки. В этом случае рыхлый поверхностный слой хорошо усваивает атмосферные осадки, а плотная прослойка препятствует диффузному передвижению влаги в атмосферу, что в целом значительно улучшает водный режим почв в зонах недостаточного и неустойчивого естественного увлажнения.

Наблюдения за динамикой влажности почвы по годам показали, что из четырёх лет исследований наиболее благоприятным по водному режиму был 2013 год, что сказалось в результате на урожайности подсолнечника. Непосредственно перед посевом запасы влаги были на 1,2 % больше, чем в 2012 году, и на 0,4 % больше, чем в 2011 и 2014 годах. В дальнейшем к фазе образования корзинки за счёт выпадающих дождей в 2013 году произошло увеличение в разнице содержания влаги по сравнению с остальными годами и особенно 2012 годом. Это было основной причиной, почему посевы подсолнечника сформировали наименьший урожай по сравнению с другими годами исследований.

Полученные результаты подтверждают тот факт, что чизельное рыхление на глубину 25-27 см и дискование на 10-12 см способствуют повышению влажности почвы, а вследствие этого формированию оптимальных ресурсов влаги, наиболее существенным это становится в годы с выпадением осадков ниже нормы.

3.4 Строение пахотного слоя почвы

Пористость почвы – суммарный объём всех пор между частицами твёрдой фазы почвы и выражается в процентах от общего объёма почвы. Она зависит от гранулометрического состава: чем мельче гранулометрический состав почвы, тем выше пористость. Хотя крупные частицы образуют крупные поры, но общий их объём всегда меньше, чем объём суммы многочис-

ленных пор, образуемых мелкими частицами почвы. Также пористость зависит от структурности, деятельности почвенной фауны, содержания органического вещества, в пахотных слоях – от частоты и приёмов обработки и окультуривания почвы.

Исследованиями А.Г. Дояренко, К.К. Гедройца, В.В. Докучаева доказано, что благоприятным для полевых культур строение пахотного слоя почвы будет при общей пористости в пределах 50-60 % всего объема почвы.

Для наилучшего обеспечения растений водой и воздухом, для получения высоких урожаев важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость, заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 15% объёма. Исследованиями А.Г. Дояренко (1986) показано, что благоприятное строение пахотного слоя почвы для полевых культур наблюдается при некапиллярной пористости 12,5–30% и капиллярной 37,5–30%, следовательно, отношение первой ко второй может колебаться от 1:1 до 1:3.

Дальнейшее расширение соотношения между некапиллярной и капиллярной пористостью нежелательно, так как это приводит к более интенсивному передвижению водяных паров по некапиллярным промежуткам и к усиленной потере влаги из почвы.

Применение в опыте приемов обработки почвы различной интенсивности и глубины обеспечивает неодинаковое строение пахотного слоя почвы.

Величины общей пористости, в том числе капиллярной и некапиллярной, оптимальны перед севом подсолнечника, что является следствием проведенной обработки почвы. Вместе с тем имеются некоторые различия (приложение 4).

На варианте с применением вспашки из-за перемещения более оструктуренного, с высокой биогенной активностью слоя вверх, значения пористости максимальные – 56,5-57,8%, что на 0,9-3,6% выше по сравнению с комбинированной обработкой, на 2,3-4% – с чизельным рыхлением и на 1,6-3% – с дискованием (рисунок 5).



Рисунок 5 – Строение пахотного слоя почвы перед севом подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы (2011-2014 гг.)

Применение комбинированной обработки обеспечивает оптимальную величину общей пористости. Преимущество данного способа заключается в равномерном рыхлении пахотного слоя почвы, а также уменьшении количества проходов техники по полю, что и обеспечивает оптимальное соотношение между различными фазами почв. На данном варианте соотношение между пористостью аэрации и капиллярной сложилось 1:1,5. Несущественно ниже показатели строения пахотного слоя по безотвальной (чизельное рыхление) и мелкой (дискование) обработкам. Это обусловлено в большей степени действием растительных остатков, которые оказывают влияние на разуплотнение почвы.

К фазе цветения (рисунок 6) происходит некоторое снижение общей пористости вследствие естественного уплотнения, однако, по всем вариантам обработки почвы показатели пористости почвы по-прежнему оптимальные – в среднем от 54,1 на варианте отвальной обработки до 52,3% – при использовании дискования. Соотношения некопиллярной и капиллярной пористостей по годам исследований варьируют в пределах от 1:1,2 до 1:1,7.



Рисунок 6 – Строение пахотного слоя почвы в фазу цветения подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы (2011-2014 гг.)

К полной спелости подсолнечника (рисунок 7) общая пористость в среднем понизилась до значений: по вспашке – до 50,0%, по чизельному рыхлению – до 49,2%, по комбинированной обработке – до 51,1%, по дискованию – до 50,4%.

В наших исследованиях значения общей пористости за период вегетации подсолнечника во все годы исследований по всем приемам основной обработки не выходили за границы оптимальных. Исключение составил 2012 год. Наименьшая общая пористость по всем вариантам опыта наблюдалась именно в этом году, вследствие малого количества осадков в предпосевной период и в течение вегетации, их ливневого характера выпадения и переуплотнения почвы. Перед уборкой общая пористость составляла 44,7-49,8 %.

В литературе всё чаще приводятся данные, свидетельствующие о том, что не только избыточно плотное, но и чрезмерно рыхлое состояние почвы может оказывать вредное влияние на рост растений, заметно снижая их урожайность.

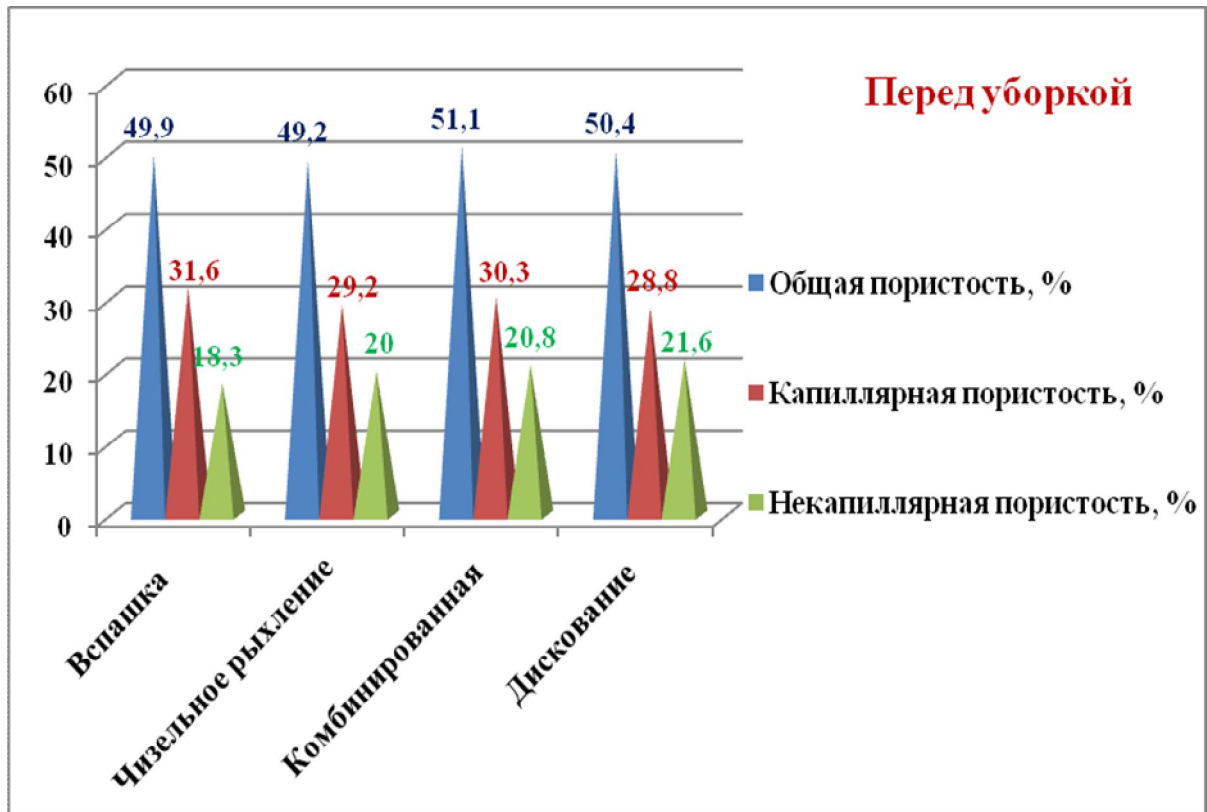


Рисунок 7 – Строение пахотного слоя почвы перед уборкой подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы (2011-2014 гг.)

Выявлено, что при избыточной рыхлости почвы вследствие нарушения контакта корней с ней заметно ухудшается снабжение растений питательными веществами и в значительной мере снижается их урожайность (Власова О.И., 2014).

Полученные данные позволили сделать выводы о том, что обработка почвы оказывает существенное влияние на формирование оптимальных показателей строения пахотного слоя почвы.

3.5 Структурно-агрегатный состав почвы

К числу важнейших факторов, определяющих плодородие почвы, относится её структурный состав. Он служит характерным генетическим признаком почвы, так как является функцией факторов, определяющих почвенный тип, гранулометрический, химический состав, а также наличие и качество органического вещества. Многочисленными исследованиями установлено,

что только структурная почва может обеспечить растение водой и воздухом одновременно. В такой почве в результате совокупности аэробных и анаэробных процессов создаются нормальные условия питания и жизнедеятельности растений.

По К.К. Гедройцу (1955), исходным энергетическим моментом для образования структуры почвы являются разноименно заряженные коллоиды и ионы диссоциированных электролитов. Противоположно заряженные коллоиды взаимно притягиваются, коагулируют, образуя первичные микроагрегаты. Первичные микроагрегаты сами могут сохранять остаточный заряд и, в случаях разноименных зарядов, будут взаимно притягиваться, создавая микроагрегаты второго, третьего и т.д. порядков. Микроагрегаты и агрегаты, образуемые в процессе коагуляции, в дальнейшем могут становиться механически прочными и водопрочными вследствие химических процессов, протекающих в почвах при сменных режимах. Аналогичные выводы делает в своих работах и Н.А. Качинский (1963).

В земледелии принята следующая классификация структурных агрегатов по величине: глыбистая структура, которая составляет комки более 10 мм в диаметре; макроструктура, или комковато-зернистая, – это комки от 10 мм до 0,25 мм в диаметре, и микроструктура, минеральные и органические частицы меньше 0,25 мм в диаметре.

В засушливых регионах особенно важно, по мнению Б.А. Доспехова (1978), чтобы орудия для обработки почвы за один проход создавали такую ее структуру, которая по своим агрофизическим свойствам была бы оптимальной для поглощения и расходования влаги. При этом в обрабатываемом слое должны сохраняться наиболее ценные агрегаты размером от 1 до 10 мм, поскольку именно они определяют условия водного питания растений и жизнедеятельности микроорганизмов.

Наблюдения за структурой почвы в наших опытах (приложения 5-9) показало, что обработки с оборотом пласта, приводили к увеличению глыбистой фракции до 33,5%, почва имела меньший коэффициент структурности.

Содержание глыбистой фракции перед севом подсолнечника, идущей по озимой пшенице, на варианте со вспашкой по годам исследований (рисунок 8) составляет от 18,2% (в 2013 году) до 28,4% (в 2011 году), в то время как при чизельном рыхлении – 13,9-19,2; комбинированной – 17,7-23,5; дисковании – 16,9-20,2%.

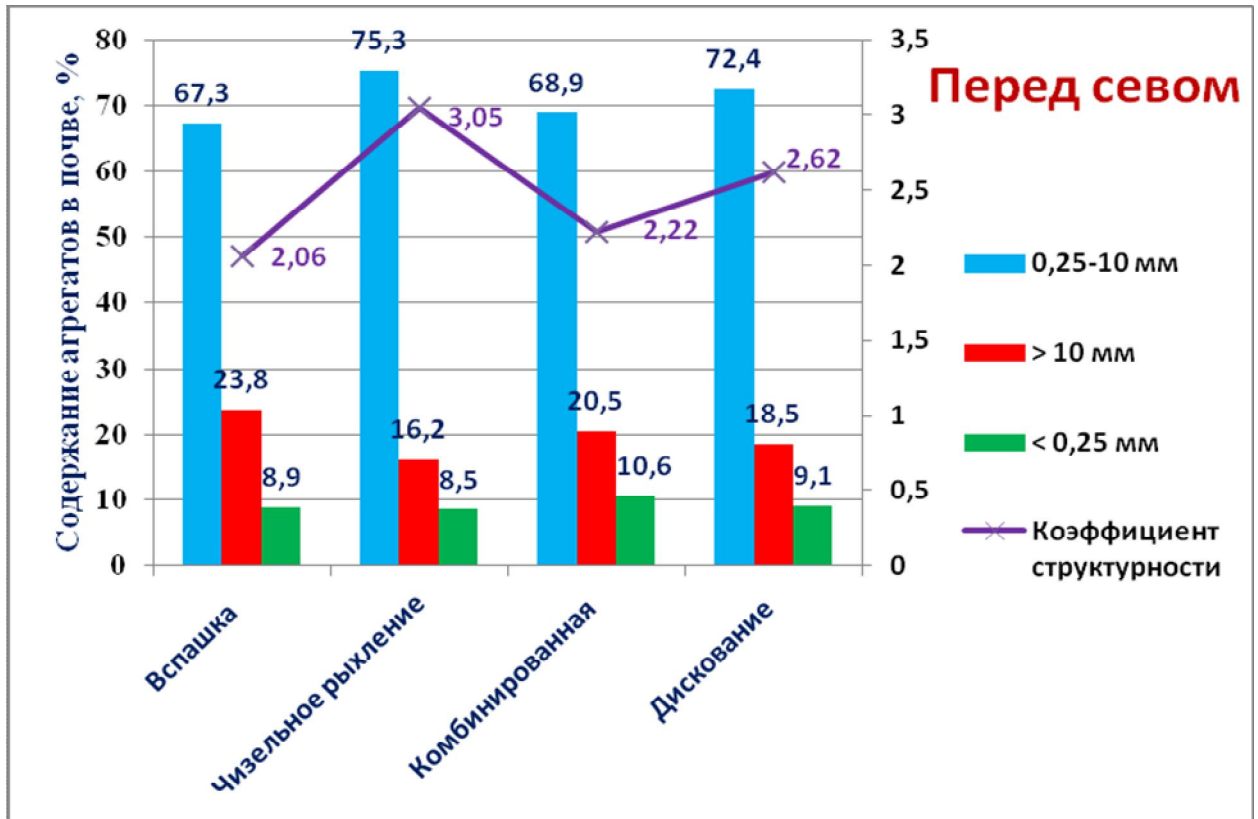


Рисунок 8 – Структурно-агрегатный состав почвы перед севом подсолнечника (2011-2014 гг.)

В дальнейшем глыбистая фракция ведет к образованию пылевидной фракции, к тому же происходит испарение влаги из почвы. Как следствие, в фазе цветения наблюдается большее образование пылевидной фракции (рисунок 9), которая ведет к ряду неблагоприятных явлений: оседая в нижележащих слоях почвы, она снижает воздухо- и водопроницаемость слоев почвы, что способствует её слитизации, при этом снижается активность микроорганизмов.

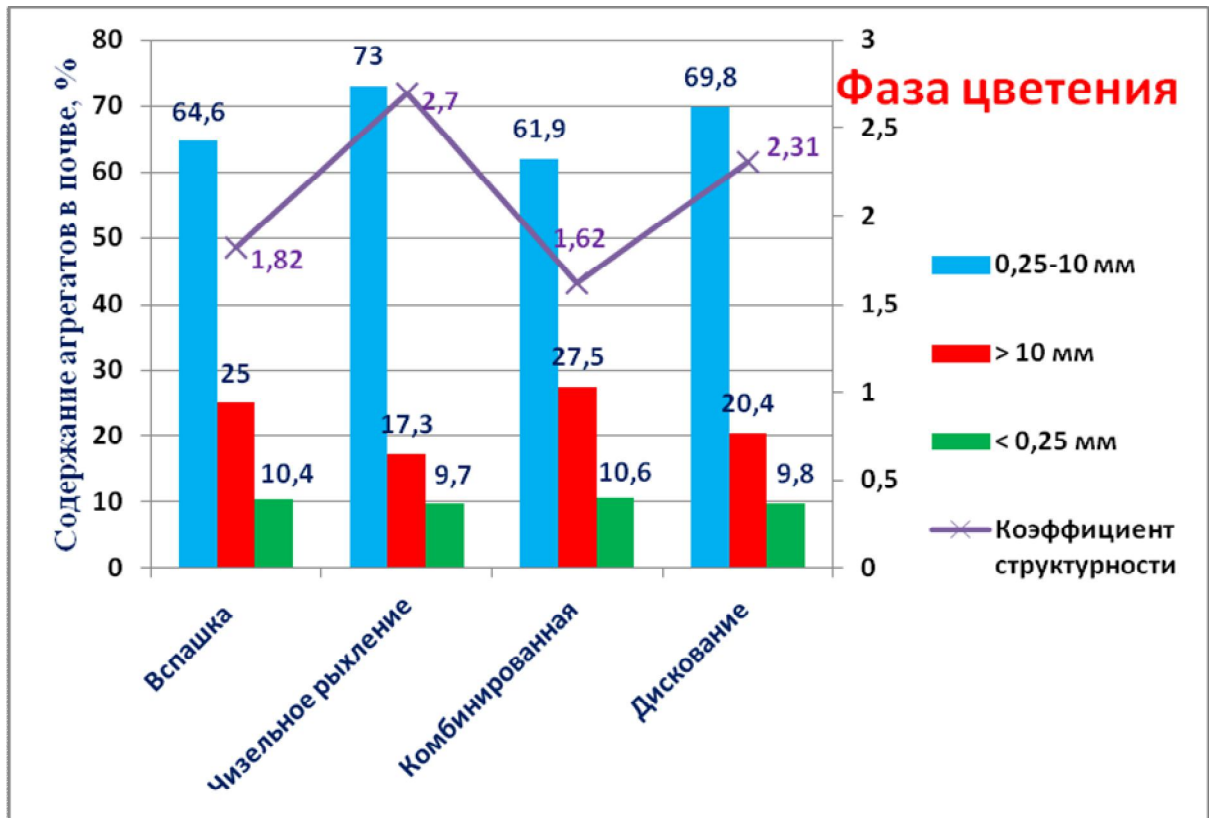


Рисунок 9 – Структурно-агрегатный состав почвы в фазу цветения подсолнечника (2011-2014 гг.)

Рыхлящее воздействие безотвальных почвообрабатывающих орудий на формирование агрономически ценной фракции 0,25–10 мм является более благоприятным по сравнению с отвальным плугом в связи с меньшим давлением на почвенную массу и снижением разрушающего действия на структурные отдельности почвы. По данным А.В. Мальцева, В.П. Калиниченко (2012), систематическое применение чизельной обработки почвы на чернозёме обыкновенном приводило к созданию сложения пахотного горизонта оптимальнее, чем при отвальной и поверхностной обработках почвы. Содержание агрономически ценной структуры почвы увеличивалось, содержание пылеватых частиц уменьшалось.

В наших опытах при использовании чизельного рыхления в качестве основной обработки почвы в 2011-2014 годах содержание агрономически ценных агрегатов находилось в пределах 69,0-78,2%, при коэффициентах структурности 2,22-3,58. Эти показатели максимальны среди всех вариантов опыта. В течение вегетации подсолнечника за счет увеличения глыбистой и

пылевой фракций количество агрономически ценных агрегатов снижалось. Но к уборке подсолнечника наблюдалось незначительное повышение этого показателя в отдельные годы.

Проведение комбинированной обработки способствует активному крошению пахотного слоя почвы, перемешиванию почвенных частиц с растительными остатками, что сопровождается образованием более мелких частиц почвы, при этом отсутствует резкая дифференциация между глыбистой и пылевидной фракцией. Коэффициент структурности в фазе цветения корзинок в среднем по годам – 1,62, в полную спелость – 1,98 (рисунок 10).

Коэффициент структурности при проведении дискования перед посевом 2,62; в фазе цветения – 2,31 и 2,56 – в фазе полной спелости.

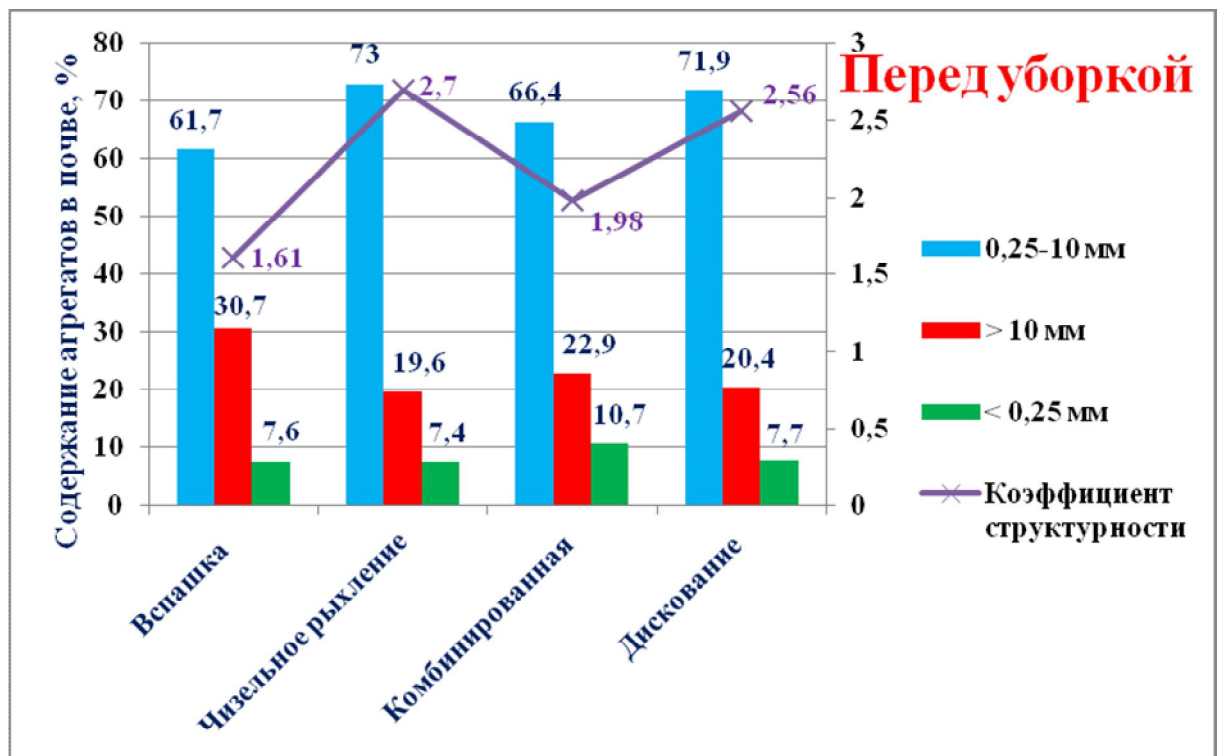


Рисунок 10 – Структурно-агрегатный состав почвы перед уборкой подсолнечника (2011-2014 гг.)

Лучшим в отношении формирования агрономически ценной фракции является использование в качестве основной безотвальной обработки, то есть чизельного рыхления. Измельчение и заделка растительных остатков, рыхление почвы на глубину до 22 см способствуют их частичному разложению и

перераспределению в более глубокие почвенные слои, в результате чего образуется среднекомковатая зернистая структура почвы.

Структурный состав почвы является прямым показателем физического состояния почвы и косвенным – наличия в почве органического вещества, способности почвы пропускать и кумулировать воду, крошиться и разрыхляться при механическом воздействии и т. д.

Глава 4 ВЛИНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДородия ПОЧВЫ

По данным академика Л.Н. Петровой (2008), выбор способов и глубины обработки почвы должен основываться на биологических критериях (требования растений к условиям почвенной среды, особенности жизнедеятельности почвенных микроорганизмов).

Возделывание различных полевых культур в сельскохозяйственном производстве всегда сопровождается появлением в их агрофитоценозах доминирующих групп сорняков. Они оказывают на сельскохозяйственные культуры разностороннее негативное влияние, усложняя фитосанитарную ситуацию (Сибикеева Ю. Е., 2013). На протяжении длительного времени земледельцами постоянно ведется борьба с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур. И, несмотря на постоянное развитие аграрной науки и сельскохозяйственного производства, применяемые в современных условиях различные методы борьбы, полностью очистить поля от сорняков не удастся. Ряд биологических особенностей дает им возможность оставаться на полях. Одними из таких особенностей являются: большая плодовитость сорняков, что дает значительный запас семян сорной растительности в почве, растянутый период прорастания и сохранения всхожести в течение многих лет и высокая приспособленность к распространению семян на значительные расстояния.

В целом, в современной земледелии идет смена концепции о понимании роли сорных растений в агроэкосистемах и отношении к ним. Концепция, центром которой являлась «борьба с сорняками», «уничтожение», «искоренение», сменяется концепцией регулирования численности сорных растений. Основанием для такого развития системы представлений оказывается не только угроза все большего загрязнения агроэкосистем остаточными количествами гербицидов, но и соображения о том, что сорные растения представляют опасность не своим видовым разнообразием или наличием в посевах, а высокой численностью. Поэтому вместо дорогостоящего и фактически

нереального уничтожения сорняков экономически более целесообразно не допускать их массового разрастания и снижать их численность до безопасного уровня.

В умеренно-влажной зоне Ставропольского края преобладает корнеотпрысково-малолетний и корнеотпрысково-корневищно-малолетний тип засоренности (Власова О.И., 2014).

Подавление культурных растений сорными происходит за счет высокой семенной продуктивности и пластичности последних по отношению к условиям произрастания, к тому же они более конкурентоспособны, особенно в условиях недостаточной густоты посевов культурных растений.

Известно, что большое влияние на развитие подсолнечника в начальные фазы роста растений оказывают сорняки (Anderson R.L., 1994), основная доля которых развивается в течение первого месяца после всходов. Этому способствует то, что культура высевается широкорядным способом (ширина междурядий 70 см), и в первый период вегетации подсолнечник формирует небольшую надземную массу, слабо конкурирующую с сорняками.

4.1 Влияние приемов обработки на потенциальную засоренность почвы

Для эффективной борьбы с сорной растительностью в посевах сельскохозяйственных культур необходимо знать состояние засоренности полей и, в частности, засоренность почвы семенами сорняков и основываться на знании биологических особенностей сорняков.

Обрабатываемый слой почвы – склад для семян сорных растений, поскольку при обработке почвы семена перемещаются из одного слоя почвы в другой, и это затрудняет борьбу с ними.

Зная потенциальную засоренность, уже можно разрабатывать способы и приемы борьбы с сорняками. В наших исследованиях особый интерес представлял вопрос, как потенциальная засоренность почвы изменяется в зависимости от применения различных приемов основной обработки.

Полученные данные (приложение 10) свидетельствуют о том, что на величину потенциальной засоренности оказывают влияние обработка почвы. При этом роль обработки почвы заключается не только в регулировании численности потенциальной засоренности, но и в различной рассредоточенности семян сорняков по слоям почвы, что в дальнейшем сказывается на появлении их всходов и уровне засоренности посевов (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние приемов основной обработки на потенциальную засоренность почвы, млн. шт./га (2011-2014 гг.)

| Прием обработки | Слой почвы, м | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|-----|
| | 0-0,1 | | 0,1-0,2 | | 0,2-0,3 | | 0-0,3 | |
| | млн. шт./га | % | млн. шт./га | % | млн. шт./га | % | млн. шт./га | % |
| Вспашка (20-22 см) | 48,6 | 27,4 | 51,9 | 29,3 | 76,6 | 43,3 | 177,1 | 100 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 76,3 | 40,8 | 67,6 | 36,1 | 43,2 | 23,1 | 187,1 | 100 |
| Комбинированная (20-22 см) | 54,5 | 30,8 | 60,3 | 34,0 | 62,4 | 35,2 | 177,2 | 100 |
| Дискование (10-12 см) | 112,8 | 50,3 | 49,2 | 21,9 | 62,5 | 27,8 | 224,5 | 100 |

Анализируя полученные данные, можно констатировать тенденцию к увеличению потенциальной засоренности при дисковании и чизельном рыхлении.

Отвальная обработка способствует очищению почвы, что объясняется перемещением семян сорняков на глубину более 20 см, тем самым, затрудняя их прорастание и увеличивая гибель. Основной объём семян сорных растений в этом варианте с использованием вспашки – до 43,3% – сосредоточен в слое 0,2–0,3 м. В слое почвы 0-0,1 м в среднем по годам исследований сосредоточено меньше всего семян сорных растений – 48,6 млн. шт./га. Это составляет 27,4 % от их количества в пахотном слое 0-0,3 м (177,1 млн. шт./га).

Вариант с использованием комбинированного способа обработки занимает промежуточное положение – распределение семян сорняков достаточно равномерное, а общее их количество незначительно превышает вариант с отвальной обработкой. Семена сорных растений в данном варианте распределяются по слоям так: в слое 0-0,1 м – 54,7; 0,1-0,2 м – 60,3; 0,2-0,3 м – 62,4 млн. шт./га, что составляет 30,8; 34,0 и 35,2 % соответственно.

Вариант с применением чизельного рыхления позволил сделать вывод, что количество семян сорных растений в слое 0-0,3 м на 10 млн. шт./га больше, чем по вспашке, что составляет 187,1 млн. шт./га. Большая часть семян сосредоточена в верхних слоях почвы: 40,8% – в слое 0-0,1 м, 36,1% – 0,1 - 0,2 м.

При использовании дискования в верхнем слое почвы сосредоточено более 50% семян сорных растений. Их количество составляет 112,8 млн. шт./га. По другим слоям семена распределились относительно равномерно. Суммарный объем семян сорняков в слое 0-0,3 м в этом варианте достигает 224,5 млн. шт./га. Это объясняется тем, что поверхностное сосредоточение растительных остатков приводит к увеличению засоренности посевов однолетними и многолетними сорняками. Увеличение глубины обработки почвы и заделки пожнивных остатков, с которыми заделываются и семена сорных растений, приводит к снижению засоренности посевов.

4.2 Влияние приемов обработки почвы на фактическую засоренность посевов подсолнечника

В условиях современного интенсивного земледелия борьба с сорными растениями – один из важнейших элементов системы земледелия, от которого зависит увеличение урожайности сельскохозяйственных культур.

Засоренность полей изменяется под влиянием многих причин, в том числе агротехнических мероприятий. Поэтому обследование полей на засоренность необходимо проводить ежегодно.

Культурное растение играет ведущую роль в развитии системы взаимоотношений между организмами в агрофитоценозе, и в связи с этим в определении его структуры составными элементами являются: видовые популяции растений, слагающие агрофитоценоз; сезонная их изменчивость в пространстве и во времени; характер распределения растений в пространстве; количественные соотношения между растениями.

Сорные растения затевают культурные растения, тем самым лишая их света. Они способны поглощать из глубоких слоёв почвы влагу и питательные вещества, выделяя из корневой системы в почву вредные вещества. Это зачастую приводит к снижению урожая, а в ряде случаев может привести и к гибели посевов (Фисюнов А.В. 1984).

Подсолнечник обладает сравнительно высокой конкурентной способностью по отношению к сорным растениям. Это травянистое однолетнее растение с мощным, хорошо облиственным вертикальным стеблем высотой до 250 см и более. Листья у подсолнечника широкие, расположены на стебле по спирали. По данным Д. И. Никитчина (1993), у основной массы среднеспелых сортов на стебле образуется по 28–32 листа. В начале вегетации листья составляют более 3/4 всей надземной массы, а по мере развития растения этот показатель снижается. Среднесуточный прирост в период от всходов до образования корзинки и до начала цветения 3,8–4,0 см, с чем связана особенность подсолнечника затеывать сорные растения, тем самым создавать хорошую конкурентоспособность.

На долю сорняков из общих потерь урожая приходится одна треть. Даже при высоком уровне земледелия, внедрения севооборотов, обработки почвы, в посевах подсолнечника встречаются такие виды сорных растений, которые приспособляются к технологии возделывания культурных растений.

За годы исследований (2011-2014 гг.) в посевах подсолнечника из одностольных малолетних сорных растений преобладали: овсюг обыкновенный (*Avena fatua*), просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*). Из двудольных малолетних преимущественно были: амбро-

зия полыннолистная (*Ambrósia artemisiifólia*), щирица запрокинутая (*Amarantus retroflexus*), подмаренник цепкий (*Calium aparine*), марь белая (*Chenopodium album*), портулак огородный (*Portúlaca olerácea*). Из многолетних преобладали: осот полевой (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), бодяк полевой, или осот розовый (*Cirsium arvensis*).

В фазу цветения по количеству сорных растений хорошо видно проявление приема обработки почвы, его эффективности по борьбе с сорными растениями. Обработка почвы влияет на плотность почвы, запасы влаги, температуру, на запасы семян и вегетативных органов сорных растений. По нашим данным (приложения 11 и 12), вспашка почвы способствует снижению засоренности. Так, засоренность посевов подсолнечника в фазе цветения составляет 30-37 шт./м², при сырой массе 161-270 г/м². По остальным приемам обработки почвы засоренность посевов выше. Повышается она в последовательности: чизельное рыхление → комбинированная агрегатная обработка → дискование. Разница между чизелеванием и комбинированной обработкой не столь велика (таблица 12).

По чизельному рыхлению количество сорных растений было больше, чем по вспашке, на 11-16 шт./м². Что объясняется большим сосредоточением семян сорных растений в верхнем слое почвы и вегетативных органов многолетних сорных растений, поскольку безотвальное рыхление только разрезает вегетативные органы, а этого недостаточно, так как необходима глубокая заделка их в почву.

По варианту комбинированной обработки количество сорных растений во время цветения подсолнечника составляло 47-60 шт./м², что в 1,6 раз больше, в сравнении со вспашкой.

Уменьшение глубины обработки способствовало значительному увеличению сорных растений. Максимальная засоренность посевов подсолнечника наблюдалась при дисковании на глубину 10-12 см. Размещение растительных остатков, а вместе с ними и семян сорняков в поверхностном слое почвы (на глубине, близкой к оптимальной для их прорастания), способствует созда-

нию наилучших условий для прорастания и развития сорных растений в течение вегетационного периода. Так в фазе цветения количество сорняков достигало 70-81 шт./м², что в сырой массе составляет 505-580 г/ м².

К уборке подсолнечника засоренность посевов по всем вариантам снижалась. Разница была не столь большой, как во время цветения, но всё же тенденция по приемам обработки сохранилась. На вспашке наблюдалось наименьшее число сорных растений 17-21 шт./м² (88-118 г/м²). На 3-5 шт./м² было больше при чизельном рыхлении и комбинированной агрегатной обработке. На дисковании количество сорняков по-прежнему максимально: от 24 до 29 шт./м², при сырой массе 114-195 г/м².

Таблица 12 – Количественно-весовой учет сорной растительности
в посевах подсолнечника

| Прием обработки | Фаза развития | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
|--|-----------------|----------|---------|---------|---------|
| Вспашка (20-22 см) | Фаза цветения | 35*/195* | 30/161 | 34/270 | 37/227 |
| | Полной спелости | 19/106 | 17/88 | 21/112 | 19/118 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | Фаза цветения | 54/415 | 41/330 | 52/376 | 53/450 |
| | Полной спелости | 21/109 | 21/97 | 25/129 | 19/121 |
| Комбинированная агрегатная обра- ботка (20-22 см) | Фаза цветения | 60/465 | 47/380 | 58/412 | 52/452 |
| | Полной спелости | 24/115 | 19/99 | 23/123 | 21/125 |
| Дискование (20-22 см) | Фаза цветения | 79/580 | 70/505 | 81/544 | 78/567 |
| | Полной спелости | 28/127 | 24/114 | 29/162 | 26/195 |

Примечание: * – в числителе кол-во, шт/м²; в знаменателе сырая масса, г/м²

Большую часть в сорном компоненте занимают яровые поздние сорняки – около 60%. Существенное количество и многолетних корнеотпрысковых – до 31% в фазе цветения и 16% к уборке подсолнечника.

На количество сорных растений в посевах подсолнечника большое влияние оказали условия влагообеспеченности в вегетационный период. 2012 год неблагоприятным по количеству выпавших осадков по сравнению с 2011, 2013 и 2014 гг. исследований, выпало меньшее количество осадков, что отрицательно сказалось на росте и развитии не только подсолнечника, но и сорных растений. Недостаток влаги приводил к неполноценному росту и развитию сорных растений.

Таким образом, согласно полученным результатам, можно сделать вывод о том, что видовая засоренность подсолнечника на вариантах опыта незначительно меняется в зависимости от приема основной обработки почвы. Одни сорняки вытесняются другими, более приспособленными к конкретному фитоценозу (в зависимости от сложившихся условий по годам и технологии возделывания) и создавать конкуренцию сельскохозяйственным культурам.

Рациональная и своевременная обработка почвы уменьшает засоренность малолетними и многолетними сорняками на 50–60%. Возросший уровень сельскохозяйственного производства, химизация, применение современной техники открыли новые возможности для поиска путей минимализации обработки почвы, разработки почвозащитных мероприятий и технологий. Минимализация обработки – безотвальная обработка, оставление стерни, мульчирование – изменяют условия существования сорняков. При систематическом безотвальном рыхлении, а также при поверхностных обработках основная масса семян сорняков сосредоточивается в верхнем слое, что и обуславливает более высокую засоренность посевов и вредоносность сорняков. Отказ от механических обработок, по мнению многих ученых, ведет к росту засоренности посевов. Происходят определенные изменения и в видовом составе сорняков. Установлено увеличение в сорном фитоценозе доли злаковых просовидных видов (просо куриное и др.). Поэтому одним из условий внедрения элементов минимализации обработки почвы является предварительно освоенный достаточно высокий уровень культуры земледелия, чистоты по-

лей, строгое соблюдение технологической дисциплины, проведение полевых работ в оптимальные сроки и с высоким качеством, правильное использование эффективных гербицидов, применение оптимальных доз удобрений и достаточный уровень технологической вооруженности хозяйств.

4.3 Вынос основных элементов питания культурным и сорным компонентами агрофитоценоза

Подсолнечник – культура очень требовательная к условиям минерального питания и плодородию почвы. Подсолнечник по уровню выноса азота и фосфора превышает большинство сельскохозяйственных культур, а по выносу калия тем более.

Наиболее интенсивно растения поглощают и усваивают азот в период максимального образования и роста стеблей и листьев, поэтому недостаток азота в этот период сказывается в первую очередь на росте растений: ослабляется рост боковых побегов, листья, стебли и плоды имеют меньшие размеры, а листья становятся бледно-зелеными или даже желтоватыми.

Фосфор ускоряет развитие и созревание растений, стимулирует плодоношение, благоприятствует интенсивному нарастанию корневой системы, чем повышает их засухоустойчивость. Фосфор активно поглощается растениями подсолнечника во время прорастания и появления всходов, а также в период цветения корзинок.

Исследования показали, что к фазе полной спелости питательные вещества перераспределялись по органам растений и основная масса азота (2,80-2,97 %) и фосфора (1,75-1,82 %) перемещались в семена в сравнении со значительно меньшими показателями в побочной продукции (0,76-0,80 %) и (0,37-0,39 %) соответственно (таблица 13).

Калий же, наоборот, большей частью оставался в побочной продукции (3,60-3,87 %) в сравнении с его концентрацией в семенах (2,28-2,34 %).

Наибольший вынос элементов питания с урожаем был отмечен в варианте с применением вспашки и составил по азоту 107,6 кг, фосфору – 61,6 кг и калию – 238,9 кг.

Если общий вынос элементов питания с урожаем подсолнечника, возделываемого по различным приемам обработки почвы, варьировал в широком интервале, то расход их на единицу продукции (одну тонну семян) был более стабильным (таблица 14).

Таблица 13 – Влияние приемов обработки почвы на содержание и вынос элементов питания у подсолнечника (2011-2014 гг.)

| Прием обработки | Урожайность, т/га | Содержание, % | | | Вынос, кг/га | | |
|---|-------------------|---------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Семена | | | | | | | |
| Вспашка | 2,37 | 2,97 | 1,82 | 2,34 | 70,4 | 43,1 | 55,5 |
| Чизельное рыхление | 2,34 | 2,93 | 1,78 | 2,30 | 68,6 | 41,6 | 53,8 |
| Комбинированная агрегатная | 2,10 | 2,80 | 1,80 | 2,31 | 58,8 | 37,8 | 48,5 |
| Дискование | 1,97 | 2,71 | 1,75 | 2,28 | 53,4 | 34,5 | 44,9 |
| Побочная продукция (стебли, корзинки, листья) | | | | | | | |
| Вспашка | 4,74 | 0,80 | 0,39 | 3,87 | 37,2 | 18,5 | 183,4 |
| Чизельное рыхление | 4,68 | 0,79 | 0,38 | 3,80 | 37,0 | 17,9 | 177,8 |
| Комбинированная агрегатная | 4,20 | 0,78 | 0,38 | 3,73 | 32,8 | 16,0 | 156,7 |
| Дискование | 3,94 | 0,76 | 0,37 | 3,60 | 29,9 | 14,6 | 141,8 |
| ВСЕГО: | | | | | | | |
| Вспашка | | | | | 107,6 | 61,6 | 238,9 |
| Чизельное рыхление | | | | | 105,6 | 59,5 | 231,6 |
| Комбинированная агрегатная | | | | | 91,6 | 53,8 | 205,2 |
| Дискование | | | | | 83,3 | 49,1 | 186,7 |

В среднем за годы исследований вынос элементов питания на формирование 1 т семян подсолнечника составил по азоту 42,3-45,4 кг; по фосфору – 24,9-26,0 кг, по калию – 94,8-100,8 кг.

Таблица 14 – Вынос основных элементов питания на 1 т семян подсолнечника с учетом побочной продукции в зависимости от приемов обработки почвы (2011-2014 гг.), кг

| Прием обработки | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|----------------------------|------|-------------------------------|------------------|
| Вспашка | 45,4 | 26,0 | 100,8 |
| Чизельное рыхление | 45,1 | 25,4 | 99,0 |
| Комбинированная агрегатная | 43,6 | 25,6 | 97,7 |
| Дискование | 42,3 | 24,9 | 94,8 |

Количество и масса сорняков не дают объективной картины о явлении вредоносности сорняков. Для этого необходимо знать содержание в них элементов питания.

Сорным растениям, так же как и культурным необходимы элементы питания, влага, свет. Эти факторы приводят к конкуренции растений между собой. Сорняки расходуют от 305 до 912 кг воды на 1 кг сухого вещества. Столько же необходимо и культурным растениям. Вынос азота, фосфора, калия в среднем с 1 га посева соответственно 23,2, 7,6, 19,7 кг (Фисюнов А.В., 1984).

Полученные нами данные (таблица 15) свидетельствуют о том, что концентрация элементов питания в сорных растениях находится на одном уровне с подсолнечником, в некоторых – превышает его.

Ведущая роль в ростовых процессах принадлежит азоту. Повышенное азотное питание способствует усиленному росту вегетативных органов, формированию мощного ассимиляционного аппарата. Недостаток же азота приводит к угнетению роста, а в дальнейшем – к снижению урожая и его качества. Так, в плевеле опьяняющем (*Lolium temulentum L.*) содержалось 3,2%, хориспоре нежной (*Chorispora tenella (Pall.) DC.*) 2,5, амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisifolia L.*) и дескурении Софии (*Descurainia Sophia L.*) 2,1% азота.

Физиологическая роль фосфора и калия состоит в участии синтеза и передвижении органических соединений, обмене энергии, особенно интенсивно происходящих при формировании репродуктивных органов и образовании запасных веществ. Если содержание фосфора в сорных растениях достаточно низкое в сравнении с подсолнечником, то по содержанию калия у некоторых видов разница не столь велика.

Таблица 15 – Относительного содержания питательных веществ в зеленой массе сорных растений, %

| Название растения | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S |
|---|-----|-------------------------------|------------------|------|
| Дескурация Софии (<i>Descurainia Sophia L.</i>) | 2,1 | 0,12 | 0,51 | 0,05 |
| Плевел опьяняющий (<i>Lolium temulentum L.</i>) | 3,2 | 0,20 | 2,28 | 0,04 |
| Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense L.</i>) | 2,0 | 0,7 | 1,61 | 0,18 |
| Василек синий (<i>Centaurea cyanus L.</i>) | 1,1 | 0,13 | 0,55 | 0,05 |
| Хориспора нежная (<i>Chorispora tenella (Pall.) DC.</i>) | 2,5 | 0,16 | 2,16 | 0,05 |
| Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisifolia L.</i>) | 2,1 | 0,18 | 3,26 | 0,22 |
| Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine L.</i>) | 1,8 | 0,16 | 1,59 | 0,11 |
| Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis L.</i>) | 1,9 | 0,17 | 1,11 | 0,08 |
| Лютик полевой (<i>Ranunculus arvensis L.</i>) | 1,5 | 0,17 | 2,63 | 0,11 |

В сорных растениях содержится также относительно высокое количество серы – от 0,17 до 0,05%, основное количество ее, как известно, в растениях находится в составе белков (сера входит в состав аминокислот цистеина, цистина и метионина) и других органических соединений – ферментов, витаминов, горчичных и чесночных масел. Сера принимает участие в азотном, углеводном обмене растений и процессе дыхания, синтезе жиров.

Из полученных нами данных можно сделать вывод, что сорные растения, произрастающие в агрофитоценозе подсолнечника, выносят существенно количество питательных веществ.

Следовательно, сорные растения являются конкурентами культурным растениям в борьбе за факторы жизни, в частности за элементы питания. Потребляя из почвы значительное количество основных элементов питания – макро-, микроэлементов, органических веществ, они лишают культурное растение возможности в полной мере использовать питательные вещества для формирования качественного урожая.

4.4 Аллелопатический механизм взаимодействия культурного и сорного компонентов агрофитоценоза

Наряду с конкуренцией между культурными и сорными растениями за питательные вещества, влагу, свет и пространство, существуют также аллелопатические взаимодействия.

Доля влияния разных факторов в самоорганизацию агрофитоценоза понимается по-разному. Наряду с признанием конкуренции как соревнования за потребление ресурсов существенным фактором организации агрофитоценозов является химическая интерференция – аллелопатия.

Однако остаются невыясненными некоторые вопросы о степени аллелопатического влияния на культурное растение однодольных и двудольных сорных растений.

Для этого нами проводилось определение аллелопатической активности веществ из сорных растений по методике А.М.Гродзинского (1987).

Для извлечения физиологически активных веществ из сорных растений проводили экстрагирование (рисунок 11) в течение 24 часов при комнатной температуре измельчённой надземной и корневой массы сорняков. Измельчение и настаивание каждого вида сорняков осуществляли отдельно. В качестве объектов брали наиболее распространённые и вредоносные виды сорняков в посевах. Настаивание проводили из расчёта: 1 г сорняков на 50 мл воды; 5 г на 50 мл.



Рисунок 11 – Экстрагирование сорных растений

Для выявления аллопатических свойств сорных растений в настоящий раствор помещали семена тест-культуры – редиса. Высевали по 10 штук семян в чашки Петри с раствором. В контрольном варианте проращиваем семена редиса на дистиллированной воде. Через 24 часа посчитали число проросших семян под действием экстракта сорных растений и в контрольном варианте.

Из сорных растений для опыта были отобраны самые злостные специфические для данной зоны сорняки. Такие, как амброзия полыннолистная, щирица запрокинутая, вьюнок полевой, горчица полевая, горчак розовый, просо куриное.

Проведенные нами лабораторные исследования показывают, что четко прослеживается высокая степень аллопатического влияния сорных растений, которая проявляется в угнетении процессов прорастания тест-культуры, а также в замедлении темпов прорастания, роста и развития подсолнечника. Степень действия экстрактов из сорных растений на прорастание тест-

культуры (семена редиса) зависит от вида сорняков и концентрации экстракта (рисунок 12).

Аллелопатическая активность водных вытяжек сорных растений при концентрации 5:50 наиболее значительна в отношении всхожести семян тест-культуры.

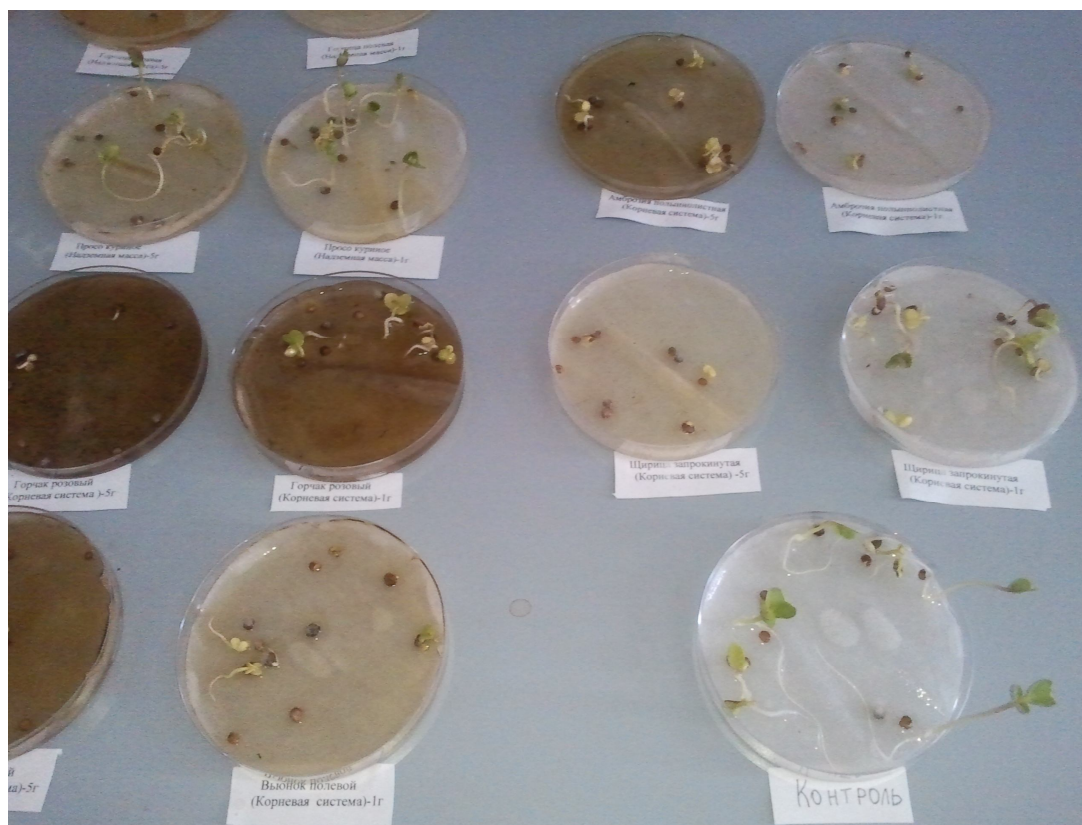


Рисунок 12 – Проросшие семена тест-культуры (редиса)

Ярко выраженным ингибирующим действием обладают вытяжки из амброзии полыннолистной, горчицы полевой, вьюнка полевого, горчака розового, причем оно начинается уже с минимальных концентраций (таблица 16).

Меньше всего семян редиса проросло под действием экстракта амброзии полыннолистной. Этот сорняк представляет наибольшую угрозу для культурных растений. Он в 3-5 раз подавляет прорастание семян, а значит, сильно угнетает растения, что приводит к плохим всходам и развитию культурных растений. При влиянии вытяжек из надземной части сорняка проросло 10-30% семян тест-культуры, вытяжка из корневой части оказала менее

угнетающее влияние, проросло 30-40% семян. Остальные сорняки угнетают семена редиса в меньшей степени, но и это влияние пагубно.

Таблица 16 – Аллелопатическое влияние сорных растений на прорастание семян тест-культуры (2011-2012 гг.)

| Сорное растение | Число проросших семян, % | | | |
|-------------------------|--|--------|---|--------|
| | Соотношение в вытяжке надземной части сорных растений к воде | | Соотношение в вытяжке корневой части сорных растений к воде | |
| | 5 : 50 | 1 : 50 | 5 : 50 | 1 : 50 |
| Амброзия полыннолистная | 10 | 30 | 30 | 40 |
| Щирица запрокинутая | 40 | 60 | 40 | 70 |
| Вьюнок полевой | 20 | 40 | 30 | 30 |
| Горчица полевая | 20 | 40 | 30 | 40 |
| Горчак розовый | 20 | 40 | 20 | 40 |
| Просо куриное | 40 | 60 | 60 | 60 |
| Контроль (вода) | 100 | | | |

Под влиянием выделений надземной массы вьюнка полевого, горчицы полевой и горчака розового проросло при концентрации 5:50 – 20% семян редиса, при концентрации 1:50 – 40%. Вытяжка из корневой части ингибировала прорастание 60-80% семян.

Наименьшей аллелопатической активностью отметилось просо куриное. Влияние его экстракта на прорастание семян редиса не столь значительно, по сравнению с другими видами сорняков, проросло от 40 до 70% семян.

В 2013-2014 гг. меньше всего семян редиса (таблица 17) проросло под действием экстракта амброзии полыннолистной – вытяжка надземной части угнетала прорастание на 80%, корневой части – на 50-60. Так же сильное угнетающее действие оказал раствор экстракта надземной массы 5 г горца вьюнкового (5:50), проросло 20% семян редиса.

Что касается свойств остальных изучаемых сорных растений, то можно отметить, что они в меньшей степени тормозили прорастание редиса, проросло от 30 до 60% семян. У бодяка полевого, в отличие от других видов,

экстракты корневой массы угнетали прорастание сильнее, чем экстракты надземной, прорастание наблюдалось у 30-40 и 50-60% семян соответственно.

Таблица 17 – Аллелопатическое влияние сорных растений на прорастание семян тест-культуры (2013-2014 гг.)

| Сорное растение | Число проросших семян, % | | | |
|-------------------------|--|--------|---|--------|
| | Соотношение в вытяжке надземной части сорных растений к воде | | Соотношение в вытяжке корневой части сорных растений к воде | |
| | 5 : 50 | 1 : 50 | 5 : 50 | 1 : 50 |
| Амброзия полыннолистная | 20 | 20 | 40 | 50 |
| Щирица запрокинутая | 40 | 50 | 20 | 50 |
| Просо куриное | 30 | 60 | 40 | 40 |
| Вьюнок полевой | 30 | 50 | 20 | 60 |
| Портулак огородный | 40 | 60 | 50 | 60 |
| Горец вьюнковый | 20 | 40 | 30 | 30 |
| Бодяк полевой | 50 | 60 | 40 | 30 |
| Контроль (вода) | 100 | | | |

Сорные растения оказывают также существенное влияние на прорастание семян подсолнечника (таблицы 18,19).

В отличие от семян редиса, в 2011-2012 гг. наибольшее угнетение наблюдалось в варианте со щирицей запрокинутой и горчицей полевой: проросло под влиянием вытяжки из надземной части сорных растений при концентрации 5:50 – 10%, при 1:50 – 30% семян подсолнечника. Концентрация вытяжки из корневой части сорняков 1:50 угнетало прорастание на 10-20% сильнее. Куриное просо также сильно угнетало прорастание семян подсолнечника.

В 2013-2014 гг. наибольшее угнетение семян подсолнечника наблюдалось на вариантах со щирицей запрокинутой, горцем вьюнковым, просом куриным и амброзией полыннолистной.

Таблица 18 – Аллелопатическое влияние сорных растений на прорастание семян подсолнечника (2011-2012 гг.)

| Сорное растение | Число проросших семян, % | | | |
|-------------------------|--|--------|---|--------|
| | Соотношение в вытяжке надземной части сорных растений к воде | | Соотношение в вытяжке корневой части сорных растений к воде | |
| | 5 : 50 | 1 : 50 | 5 : 50 | 1 : 50 |
| Амброзия полыннолистная | 30 | 20 | 40 | 30 |
| Щирица запрокинутая | 10 | 30 | 20 | 10 |
| Вьюнок полевой | 20 | 30 | 30 | 20 |
| Горчица полевая | 10 | 30 | 30 | 10 |
| Горчак розовый | 40 | 30 | 20 | 30 |
| Просо куриное | 20 | 20 | 10 | 50 |
| Контроль (вода) | 100 | | | |

Из чего можно сделать вывод, что к выделениям данных видов подсолнечник наиболее чувствителен, так как проросло 10-30% семян под влиянием вытяжки из надземной части сорных растений, и 10-50% – под влиянием вытяжки из корневой массы сорняков.

Таблица 19 – Аллелопатическое влияние сорных растений на прорастание семян подсолнечника (2013-2014 гг.)

| Сорное растение | Число проросших семян, % | | | |
|-------------------------|--|--------|---|--------|
| | Соотношение в вытяжке надземной части сорных растений к воде | | Соотношение в вытяжке корневой части сорных растений к воде | |
| | 5 : 50 | 1 : 50 | 5 : 50 | 1 : 50 |
| Амброзия полыннолистная | 30 | 40 | 40 | 50 |
| Щирица запрокинутая | 20 | 40 | 40 | 30 |
| Просо куриное | 60 | 60 | 50 | 70 |
| Вьюнок полевой | 40 | 50 | 60 | 60 |
| Портулак огородный | 50 | 60 | 60 | 70 |
| Горец вьюнковый | 30 | 40 | 40 | 50 |
| Бодяк полевой | 50 | 60 | 40 | 50 |
| Контроль (вода) | 100 | | | |

При патологических изменениях растения выделяют вещества, близкие к пектиновым. При качественной реакции на пектин в опытном варианте эксперимента в тканях проростков растений-акцепторов отмечена более яркая окраска эпидермы, склеренхимы и центрального цилиндра, чем в контроле. Клеточные стенки приобрели коричнево-фиолетовый цвет. Это свидетельствует о значительном накоплении пектиновых веществ при реализации защитной реакции растения на воздействие аллелопатического фактора (Симагина Н.О., 2011).

Не стремлением уничтожить вредные виды, а разумным ограничением их численности можно достичь стабилизации агробиоценоза на относительно безопасном для урожая уровне биоценологических отношений.

Человек должен не противодействовать естественным силам, определяющим функционирование агроэкосистем, а использовать их в своих целях. Такой подход экономически более выгоден, чем попытки полного уничтожения того или иного вредного вида.

4.5 Влияние приемов обработки на целлюлозолитическую активность почвы

Сельскохозяйственная культура в некоторой степени определяет физические параметры почвы, а также количество и качество поступающих растительных остатков, разлагаемых микроорганизмами и являющихся источниками формирования органического вещества почвы.

Направленность почвенных процессов может быть охарактеризована таким показателем, как интенсивность разложения целлюлозы.

Целлюлоза является одним из компонентов органического вещества, которую способны разрушить почвенные целлюлозоразрушающие бактерии. Этот процесс наиболее широко распространён в природе, так как целлюлоза составляет подавляющую часть растительных остатков.

Целлюлоза разрушается в анаэробных условиях различными спорообразующими бактериями, и в аэробных условиях бактериями, грибами и актиномицетами.

Единственное, что объединяет все эти микроорганизмы – это способность синтезировать ферменты, расщепляющую целлюлозу, которые могут выделяться в окружающую среду или оставаться связанными с клеточной поверхностью.

Для определения интенсивности разложения целлюлозы пользовались шкалой О.Е. Пряженниковой (2011), где выраженность процесса <10% считается очень слабой; 10-30% – слабой; 30-50% - средней; 50-80% - сильной; >80% - очень сильной.

Как показали исследования (таблица 20), целлюлозолитическая активность почвы изменяется в зависимости от приемов обработки почвы.

Вспашка почвы обеспечивает равномерное крошение и перемешивание обрабатываемого слоя, а также способствует более равномерному распределению растительных остатков в толще почвы, что служит равномерному развитию практически всех групп микроорганизмов. Равномерное распределение растительных остатков по профилю пахотного слоя почвы при вспашке способствует мобилизации биологических процессов (Мишустин Е.Н., 1972).

В результате проведенных исследований выявлено, что в течение вегетации подсолнечника в 2011 году степень разложения целлюлозы на варианте со вспашкой составила 36,7% в верхнем (0-0,1 м) слое и незначительно уменьшалась с глубиной, доходя до 32,4%. Аналогичная тенденция наблюдается и по комбинированной агрегатной обработке (от 36,9-29,7%).

Более заметна дифференциация разложения целлюлозы по слоям почвы в вариантах с применением чизельного рыхления и дискования. В слое 0-0,1 м этот показатель составляет 42,5 – 45,6 % соответственно. Более глубокие слои почвы отличаются меньшей степенью разложения: при чизелевании в слое 0,1-0,2 м – 33,5%, а в слое 0,2-0,3 м – 27,2%. При дисковании –

28,4 и 24,8% соответственно. По всем вариантам и слоям почвы степень разложения целлюлозы характеризуется, как средняя.

Таблица 20 – Степень разложения волокна целлюлозы в пахотном слое почвы (за период от посева до уборки подсолнечника) в зависимости от основной обработки почвы, % (2011-2014 гг.)

| Прием обработки | Слой почвы, м | | |
|--------------------|---------------|---------|---------|
| | 0-0,1 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 |
| 2011 г. | | | |
| Вспашка | 36,7 | 34,1 | 32,4 |
| Чизельное рыхление | 42,5 | 33,5 | 27,2 |
| Комбинированная | 36,9 | 32,8 | 29,7 |
| Дискование | 45,6 | 28,4 | 24,8 |
| 2012 г. | | | |
| Вспашка | 27,5 | 25,4 | 24,7 |
| Чизельное рыхление | 28,9 | 25,8 | 24,3 |
| Комбинированная | 27,6 | 25,5 | 26,4 |
| Дискование | 29,7 | 26,4 | 24,3 |
| 2013 г. | | | |
| Вспашка | 48,6 | 45,5 | 43,7 |
| Чизельное рыхление | 54,6 | 42,3 | 37,2 |
| Комбинированная | 51,4 | 46,2 | 42,1 |
| Дискование | 58,2 | 44,6 | 36,9 |
| 2014 г. | | | |
| Вспашка | 38,2 | 35,4 | 31,2 |
| Чизельное рыхление | 43,3 | 30,2 | 24,6 |
| Комбинированная | 35,4 | 33,7 | 28,3 |
| Дискование | 43,2 | 30,0 | 22,9 |

Более засушливый летний период 2012 года и, как следствие, пониженная влажность почвы способствовали снижению целлюлазной активности почвы и сглаживанию различий между вариантами обработки почвы.

Степень разложения тканевого полотна колебалась от 24,7 до 27,5% по отвальной обработке, что не сильно отличается от других вариантов опыта.

Везде наблюдалась слабая интенсивность разрушения целлюлозы за вегетационный период.

В благоприятном по влажности 2013 году целлюлазная активность пахотного слоя почвы в период весенне-летней вегетации подсолнечника значительно повысилась, при этом более выражено проявляется влияние обработки почвы.

Исследования показали, что вспашка и безотвальные обработки почвы оказывали влияние на гомогенность пахотного слоя. Вследствие этого в различных горизонтах пахотного слоя биологическая активность почвы протекала неравномерно.

Механические обработки почвы, различаясь по глубине, приводят к неодинаковому распределению растительных остатков по профилю. При безотвальных обработках почвы наибольшее количество корней растений и органических остатков сосредоточено в верхней части пахотного слоя. Поскольку органическое вещество служит для большинства микроорганизмов источником энергии и питательных веществ, то при мелкой обработке они концентрируются в верхних слоях, при глубокой – более равномерно по всему корнеобитаемому слою (Коржов С.И., 2010).

Это и подтвердилось нашими исследованиями. По вспашке по всем изученным слоям почвы интенсивность разрушения целлюлозы характеризуется как средняя (43,7 – 48,6 %). В то время как в вариантах с чизельным рыхлением, комбинированной агрегатной обработкой и дискованием почвы в верхнем (0-10 см) слое почвы интенсивность разложения целлюлозы сильная (от 51,4% по комбинированной обработке до 58,2% по дискованию). Но зато в более глубоких слоях почвы интенсивность разрушения целлюлозы у отвальной обработки больше. По этой технологии более равномерны эти показатели.

В 2014 году тенденция по вариантам опыта и слоям почвы сохранилась. Погодные условия и жизнедеятельность микроорганизмов позволили разложить тканевое полотно от 22,9 до 43,7%.

Следовательно, на интенсивность разложения целлюлозы влияет как обработка почвы, так и погодные условия, в частности осадки и температура воздуха в период вегетации. Высокая влажность в верхних слоях почвы при дисковании способствовала увеличению почвенной микрофлоры, основная часть которой сосредоточена в зоне ризосферы корней.

Глава 5 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

5.1 Структура урожая

В семенах подсолнечника происходит ряд изменений качественного характера в ходе их формирования. Рост семян в среднем продолжается 12-16 суток после оплодотворения завязей, в дальнейшем 20-25 суток идёт постепенное накопление жира в ядрах семянков. В этот период определяется число и крупность семянков в корзинке подсолнечника. Огромную роль в формировании урожайности сортов и гибридов подсолнечника играет взаимодействие растений в посевах, их борьба за свет, элементы питания, воду.

Как показали наши исследования, погодные условия и приемы основной обработки почвы повлияли на изменение показателей структуры урожая.

Диаметр корзинки очень важный элемент структуры урожая, определяющий общую продуктивность растений. Благоприятные условия по влагообеспеченности и уровню минерального питания оказывают положительное влияние на размер и массу маслосемян в корзинке.

Из данных таблицы 21 видно, что диаметр корзинки изменялся в зависимости от приемов обработки почвы. На варианте со вспашкой в качестве основной обработки диаметр корзинки изменялся по годам от 16,3 до 19,4 см. В 2013 году величина диаметра корзинки была наибольшей, а в 2012 году из-за негативных погодных условий - наименьшей. При чизельном рыхлении наблюдалась та же зависимость, показатели были меньше на 0,2-1,5 см, что и при вспашке, и составляли 15,5-18,5 см по годам исследования. При использовании комбинированной агрегатной обработке разница составляла 0,6-1,3 см в сторону традиционной обработки. Максимальные показатели отмечены в 2013 и 2014 гг. При использовании дискования на глубину 10-12 см диаметр корзинок подсолнечника в среднем составлял 15,2-18,5 см. Этот самый

низкий показатель в опыте. Но кроме диаметра корзинки, большое значение имеют такие показатели, как количество семян с корзинки и их масса.

Процесс формирования и роста маслосемян подсолнечника – ответственный период вегетации подсолнечника. В этот период определяется число семян и их крупность в корзинке. Чем лучше растение обеспечено влагой, тем лучше происходит налив маслосемян подсолнечника.

Так, в 2012 году при недостатке влаги количество семян в корзинке в зависимости от приемов обработки почвы составило 1159-1352 шт. Лучшие значения были получены при чизельном рыхлении. В остальные годы исследования этот показатель был выше и составлял: в 2011 году – 1221-1412 шт.; в 2013 году – 1280-1417 шт.; в 2014 году – 1238-1336 шт. Наибольшие значения наблюдались при вспашке. Следовательно, при хороших погодных условиях, достаточном количестве почвенной влаги, оптимальным приемом для формирования семян является вспашка.

Масса 1000 маслосемян, масса маслосемян с корзинки также зависели от складывающихся погодных условий, и условий, создаваемых в результате применения тех или иных приемов обработки, рассматриваемых в опытах.

В таблице 22 представлена масса семян с одной корзинки и масса 1000 семян у гибридов подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы. В среднем по годам исследования на варианте со вспашкой масса семян с одной корзинки составляла 102,0 г; при чизельном рыхлении – 99,8 г; при комбинированной агрегатной обработке - 92,0 г; при дисковании – 87,9 г.

Из данных таблицы 22 видно, что наименьшее значение массы 1000 семян наблюдаем на варианте – дискование (10-12 см), и оно колебалось от 68,9 до 75,2 г по годам исследования и составило в среднем 71,8. При чизельном рыхлении (25-27 см) и комбинированной агрегатной обработке (20-22 см) наблюдаем повышение массы 1000 семян. Значение массы 1000 семян составило в среднем за четыре года исследований 73,8 и 72,9 г соответственно.

Таблица 21 – Диаметр и количество семян в корзинке подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы
(2011-2014 гг.)

| Прием обработки почвы | Диаметр корзинки, см | | | | | Количество семян в корзинке, шт | | | | |
|--|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
| Вспашка | 18,5 | 16,3 | 19,4 | 16,8 | 17,8 | 1412 | 1186 | 1417 | 1394 | 1352 |
| Чизельное рыхление | 17,2 | 16,7 | 19,0 | 17,0 | 17,5 | 1351 | 1342 | 1381 | 1336 | 1353 |
| Комбинированная агрегатная обра- ботка | 17,0 | 15,5 | 18,5 | 16,2 | 16,8 | 1288 | 1294 | 1313 | 1320 | 1304 |
| Дискование | 16,8 | 15,2 | 18,5 | 16,0 | 16,6 | 1221 | 1159 | 1280 | 1238 | 1225 |

Таблица 22 – Масса семян с одной корзинки и масса 1000 семян в зависимости от приемов обработки почвы
(2011-2014 гг.)

| Прием обработки почвы | Масса семян с одной корзинки, г | | | | | Масса 1000 семян, г | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
| Вспашка | 109,3 | 84,6 | 110,6 | 103,5 | 102,0 | 77,4 | 71,5 | 78,0 | 74,7 | 75,4 |
| Чизельное рыхление | 102,9 | 95,6 | 105,4 | 95,2 | 99,8 | 76,2 | 70,9 | 76,3 | 71,6 | 73,8 |
| Комбинированная агрегатная обработка | 97,5 | 85,7 | 99,1 | 85,7 | 92,0 | 75,7 | 69,1 | 75,5 | 71,1 | 72,9 |
| Дискование | 91,0 | 83,5 | 92,3 | 84,6 | 87,9 | 75,2 | 68,9 | 72,1 | 71,0 | 71,8 |

Применение вспашки приводило к увеличению массы 1000 семян в корзинке. Наибольшее значение наблюдаем в 2013 году, и оно составило 78,0 г.

Масса 1000 семян у подсолнечника находится в прямой зависимости от погодных условий в течение вегетации. При высоких летних температурах, низкой относительной влажности воздуха и влагообеспеченности масса 1000 семян снижается. Показатели структуры урожая подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы были предпочтительней при использовании вспашки и чизельного рыхления.

5.2 Урожайность подсолнечника

Урожайность сельскохозяйственных культур напрямую зависит от факторов внешней окружающей среды. Агротехнические приёмы, такие как обработка почвы, могут в некоторой мере усиливать или ослаблять влияние факторов внешней среды на продуктивность культуры, изменяя водный и пищевой режимы.

В результате проведения экспериментов с 2011 по 2014 годы в условиях опытной станции СтГАУ получены следующие данные по фактической урожайности гибрида НК Брио, определяемой по методике Госсортоиспытания (1983).

Из данных таблицы 23 видно, что наибольшая урожайность гибрида подсолнечника формировалась на вариантах вспашки на глубину 20-22 см и составляла по годам исследования 2,18 – 2,67 т/га или в среднем 2,37 т/га. На варианте с применением чизельного рыхления на глубину 25-27 см показатели урожайности несколько ниже - в среднем 2,34 т/га. В 2013 году урожайность в этом варианте была максимальной среди всех вариантов – 2,79 т/га. Средняя урожайность по комбинированной агрегатной обработке – 2,10, по дискованию – 1,97 т/га.

Таблица 23 – Урожайность подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы, т/га

| Прием обработки | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее значение |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| Вспашка | 2,36 | 2,18 | 2,67 | 2,27 | 2,37 |
| Чизельное рыхление | 2,26 | 2,09 | 2,79 | 2,22 | 2,34 |
| Комбинированная агрегатная обработка | 2,12 | 1,96 | 2,29 | 2,03 | 2,10 |
| Дискование | 2,01 | 1,84 | 2,07 | 1,96 | 1,97 |
| НСП ₀₅ | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,27 | - |
| Sx, % | 3,21 | 2,98 | 2,85 | 3,77 | - |

Урожайность подсолнечника варьировала и в зависимости от погодных условий в период вегетации. Стоит отметить, что в 2012 году урожайность по всем вариантам опыта была наименьшей.

Наиболее благоприятные условия увлажнения вегетационного периода сложились в 2013 году, что способствовало получению наивысшей урожайности культуры. Так, от посева до созревания подсолнечника сумма осадков в тот год составила 451 мм, тогда как в 2012 г. их выпало всего 304 мм, и урожайность была ниже, чем в 2011; 2013 и 2014 гг.

Между вариантами вспашка и чизельное рыхление разница в урожайности незначительна. Разница между комбинированной агрегатной обработкой на глубину 20-22 см, вспашкой и чизельным рыхлением была существенна в 2013 году, а в остальные годы находилась в пределах ошибки опытов. Вариант с применением дискования на глубину 10-12 см в качестве приема основной обработки почвы показал существенную разницу в урожайности в сравнении со вспашкой и чизельным рыхлением во все годы проведения исследований.

5.3 Масличность семян

При выращивании подсолнечника на маслосемена одним из основных показателей качества является содержание жира в семенах, т.е. масличность. Наши исследования (приложение 13) показали, что в среднем за четыре года установлено влияния приемов основной обработки почвы на масличность семян подсолнечника, они хотя и незначительно, но всё-таки влияли на содержание масла в маслосеменах. Так, при вспашке на глубину 20-22 см этот показатель составил 50,4%, при чизельном рыхлении на 25-27 см – 49,8%, при комбинированной агрегатной обработке на 20-22 см – 49,5% и на варианте с дискованием на 10-12 см – 49,1%. По всем годам исследования отмечена тенденция повышения содержания жира в семенах при вспашке (таблица 24).

Таблица 24 – Масличность подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы, %

| Прием обработки | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вспашка | 52,8 | 48,7 | 51,5 | 48,6 | 50,4 |
| Чизельное рыхление | 51,8 | 47,7 | 51,7 | 48,1 | 49,8 |
| Комбинированная агрегатная обработка | 51,5 | 47,2 | 51,0 | 48,2 | 49,5 |
| Дискование | 50,5 | 47,2 | 50,7 | 47,9 | 49,1 |
| НСР ₀₅ | 2,34 | 2,85 | 1,75 | 2,84 | - |
| Sx, % | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 1,7 | - |

В неблагоприятные по погодным условиям годы снижается не только урожайность подсолнечника, но и масличность. В 2012 году показатели масличности были минимальны и более выровненными по вариантам – от 47,2 до 48,7%. Приемы обработки не существенно влияют на масличность семян.

Глава 6 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Цель сельскохозяйственного товаропроизводителя – производство урожая культуры для получения максимальной прибыли от реализации полученной продукции. Основными показателями экономической оценки являются величина урожайности и ее прибавка в натуральном и стоимостном выражении в расчете на единицу площади с учетом качества продукции. При сложившихся экономических условиях товаропроизводителям нужны такие технологии возделывания, которые должны быть направлены, прежде всего, на сохранение плодородия почвы и на его высоком фоне обеспечивать реализацию биологического потенциала культуры, что дает одну из возможностей снижения себестоимости производства и повышения конкурентоспособности.

Степень интенсификации технологии возделывания сельскохозяйственных культур требует экономического обоснования. Для возможности полноценного внедрения результатов научных полевых исследований, элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур необходимо обосновать их экономическую эффективность.

Экономическая эффективность приемов основной обработки почвы определялась по величине дохода, то есть разницы в денежном выражении между стоимостью выручки и прямыми затратами на возделывание и уборку культур в расчете на один гектар пашни. К затратам относили расходы на семена, химические средства защиты, горюче-смазочные материалы, амортизацию техники и оплату труда.

Расчет экономической эффективности (таблица 25) показал, что максимальный уровень рентабельности подсолнечника получен по варианту с применением чизельного рыхления в качестве приема основной обработки почвы. Он составил 162,3%. При применении вспашки уровень рентабельно-

сти несколько ниже – 151,0%. Наряду с тем, что производственные затраты на 1 гектар здесь наибольшие и составляют 11328,8 руб.

Производственные затраты при чизельном рыхлении меньше – 10705,6 руб./га. Полученная прибыль на один гектар здесь максимальная – 17374,4 рубля; в то время как по вспашке – 17111,2 рубля.

По комбинированной агрегатной обработке и дискованию уровень рентабельности был ниже и составил соответственно 136,3 и 129,0%. Производственные затраты были меньше показателей двух предыдущих вариантов – 10662,2 и 10322 руб./га, но и полученная прибыль с одного гектара также меньше – 14537,8 и 13317,8 рублей соответственно.

Таблица 25 – Экономическая эффективность производства маслосемян подсолнечника при использовании различных приемов основной обработки почвы

| Показатели | Вспашка | Чизельное рыхление | Комбинированная обработка | Дискование |
|--|---------|--------------------|---------------------------|------------|
| Урожайность с 1 га, т | 2,37 | 2,34 | 2,10 | 1,97 |
| Цена реализации 1 т, руб. | 12000,0 | 12000,0 | 12000,0 | 12000,0 |
| Денежная выручка с 1 га, руб. | 28440,0 | 28080,0 | 25200,0 | 23640,0 |
| Затраты труда на 1 га, чел.-ч. | 4,8 | 4,6 | 4,5 | 4,5 |
| Затраты труда на 1 т, чел.-ч. | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,3 |
| Производственные затраты на 1 га, руб. | 11328,8 | 10705,6 | 10662,2 | 10322,2 |
| Себестоимость 1 т продукции, руб. | 4780,1 | 4575,0 | 5077,2 | 5239,7 |
| Прибыль на 1 га, руб. | 17111,2 | 17374,4 | 14537,8 | 13317,8 |
| Уровень рентабельности, % | 151,0 | 162,3 | 136,3 | 129,0 |

Следовательно, в зоне умеренного увлажнения на черноземе выщелоченном высокую рентабельность производства обеспечивает возделывание подсолнечника по предшественнику озимая пшеница с использованием в качестве приема основной обработки чизельного рыхления и вспашки.

ВЫВОДЫ

1. Все изучаемые приемы обработки почвы обеспечивают оптимальную плотность почвы от 1,19 до 1,22 г/см³. С увеличением глубины слоя почвы и в течение вегетации культуры плотность повышается и доходит до значений 1,33-1,50 г/см³, где наименьшие показатели приходятся на вариант со вспашкой.

2. Водопрочность почвенных агрегатов чернозема выщелоченного за годы исследований характеризуется как «хорошая» и «отличная». Перед севом водопрочность ниже по сопоставлению с фазой цветения и полной спелостью. На варианте со вспашкой она самая низкая – 55,1%, а максимальная при дисковании – 71,0%. В фазе полной спелости этот показатель составлял в среднем от 55,8% по вспашке до 74,4% при дисковании, что обусловлено накоплением органических остатков в верхнем слое почвы.

3. Дискование и чизельное рыхление обеспечивают наибольший запас продуктивной влаги к моменту сева подсолнечника, который составляет в слое почвы 0-0,1 м соответственно 20 мм и 19,7 мм, при влажности 26,4 и 25,7 %.

4. Обработка почвы обеспечивает оптимальные величины общей пористости, в том числе капиллярной и некапиллярной. На варианте с применением вспашки из-за перемещения более оструктуренного слоя вверх, значения пористости максимальные – 56,5-57,8%. В течение вегетации происходит некоторое снижение общей пористости вследствие естественного уплотнения, однако, по всем вариантам обработки показатели пористости почвы оптимальные.

5. При использовании чизельного рыхления в качестве основной обработки почвы в 2011-2014 годах содержание агрономически ценных агрегатов находилось в пределах 69,0-78,2%, при коэффициентах структурности 2,22-3,58. Эти показатели максимальны среди всех вариантов опыта. В течение

вегетации подсолнечника за счет увеличения глыбистой и пылевой фракций количество агрономически ценных агрегатов снижалось.

6. Использование в качестве основной обработки чизельного рыхления и дискования увеличивает потенциальную засоренность от 187,1 до 224,5 млн. шт./га. По вспашке она на 21% меньше, чем по дискованию.

7. Численность и сырая масса сорняков в фазе цветения подсолнечника в 1,5-1,6 раза выше на вариантах чизельное рыхление и комбинированная агрегатная обработка – 50 - 54 шт./м² и 392,7-427,3 г/м² и более чем в 2 раза – на варианте с дискованием, достигая 77 шт./м² и 549,0 г/м² общей биомассы.

8. В среднем за годы исследований вынос элементов питания на формирование 1 т семян подсолнечника составил по азоту 42,3-45,4 кг; по фосфору – 24,9-26,0 кг, по калию – 94,8-100,8 кг

9. Аллелопатическая активность водных вытяжек сорных растений при концентрации 5:50 и 1:50 значительна в отношении всхожести семян тест-культуры и подсолнечника. Ярко выраженным ингибирующим действием обладают вытяжки из амброзии полыннолистной, горчицы полевой, вьюнка полевого, горчака розового, щирицы запрокинутой, причем оно начинается уже с минимальных концентраций. Данное положение необходимо учитывать при разработке интегрированных мер борьбы с сорняками.

10. По вспашке интенсивность разрушения целлюлозы характеризуется как средняя (43,7 – 48,6 %). В вариантах с чизельным рыхлением, комбинированной агрегатной обработкой и дискованием почвы в верхнем (0-10 см) слое почвы интенсивность разложения целлюлозы сильная (от 51,4% до 58,2%).

11. Наибольшая урожайность подсолнечника формировалась на варианте вспашки и составляла в среднем 2,37 т/га. На варианте с применением чизельного рыхления показатели урожайности несколько ниже – в среднем 2,34 т/га. В 2013 году урожайность в этом варианте была максимальной среди всех вариантов – 2,79 т/га. Средняя урожайность по комбинированной агрегатной обработке – 2,10, по дискованию – 1,97 т/га. Увеличение урожайно-

сти зависело от степени накопления продуктивной влаги в почве и от погодных условий в период вегетации. Показатели структуры урожая и масличность семян также были лучше на варианте со вспашкой.

12. Расчет экономической эффективности показывает, что высокий уровень рентабельности при возделывании подсолнечника обеспечивает применение в качестве основной обработки почвы чизельного рыхления и вспашки – 162,3 и 151,0% соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В зернопропашных севооборотах на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья с целью сохранения почвенного плодородия и получению целесообразно экономической урожайности подсолнечника в качестве приемов основной обработки применять чизельное рыхление на глубину 25-27 см и вспашку на 20-22 см.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10842–89 Зерно зерновых и бобовых и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – М. : Стандартиформ, 2009. – 3 с.
2. ГОСТ 10857–64 Семена масличные. Методы определения масличности. – М. : Стандартиформ, 2010. – 5 с.
3. ГОСТ 10854–88 Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси. – М. : Стандартиформ, 2010. – 9 с.
4. ГОСТ Р 7.0.11–2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М. : Стандартиформ, 2012. – 12 с.
5. Аблаева, А.Р. Целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного под разными видами трав в условиях Зауралья республики Башкортостан / А.Р. Аблаева, Р.Ф. Хасанова, Р.Р. Сафиуллина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 13–15.
6. Агеев, В.В. Погода, удобрения и продуктивность подсолнечника на глубокомицелярном карбонатном черноземе / В.В. Агеев, В.И. Демкин // Агрехимия. – 1988. – №9. – С.50–60.
7. Адиньяев, Э.Д. Сорняки и меры борьбы с ними: Учебник для вузов / Э.Д. Адиньяев, Н.Л. Адаев. – Владикавказ, 2006. – 228 с.
8. Антонова, Т.С. Распространение и вирулентность заразихи (*Ogobanche cumana* Wallr.) на подсолнечнике в Ростовской области / Т.С. Антонова, Г.М. Ситало, Н.М. Арасланова, С.З. Гучетль, С.А. Рамазанова, Т.А. Челюстникова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 1. – С. 31–37.

9. Баздырев, Г.И. Земледелие : уч. пособие / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков. – М. : Колос, 2000. – 55 с.
10. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев. – М.: КолосС, 2004. – 328 с.
11. Байманов, А.С. Приемы получения высококачественных семян гибридов подсолнечника в Западной Сибири / А.С. Байманов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2008. – № 2. – С. 4–6.
12. Балеев, Д.Н. Возникновение индуцированного покоя у семян *Brassica chinensis* var. *Japonica* под воздействием комплекса аллелопатически активных веществ / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Овощи России. – 2011. – № 3. – С. 34–37.
13. Балеев, Д.Н. Изучение аллелопатической активности капусты, сельдерея и петрушки / Д.Н. Балеев, М.И. Иванова, А.Ф. Бухаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 78. – № 4. – С. 25–28.
14. Балеев, Д.Н. Сравнение аллелопатической активности экстрактов из различных органов петрушки корневой / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 79. – № 5. – С. 54–56.
15. Балеев, Д.Н. Прорастание и развитие комплекса тест-объектов под действием аллелопатически активных веществ *Petroselinum crispum* var. *Tuberosum* / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2011. – № 10 (15). – С. 31–33.
16. Балеев, Д.Н. Практика использования комплекса тестеров при изучении аллелопатической активности зонтичных / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 86. – № 12. – С. 53–55.

17. Бельтюков, Л.П. Изучение различных технологий возделывания ярового ячменя и подсолнечника в южной зоне Ростовской области / Л.П. Бельтюков, А.А. Парфенюк, В.А. Чеботарев, В.Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 2 (14). – С. 88–92.
18. Беседин, Н. В. Влияние приёмов биологизации земледелия на плотность почвы в зерно–травяном севообороте / Н.В. Беседин, Н.М. Тимофеева, С.С. Балабанов, Н.И. Картамышев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 9. – С. 47–48.
19. Богомазов, С.В. Фитотоксичность чернозема выщелоченного при различных системах основной обработки почвы / С.В. Богомазов, С.М. Надежкин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 9. – С. 14–17.
20. Божко, Е.П. Система обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте / Е.П. Божко, С.И. Баршадская, Л.Н. Вышегородцева // Земледелие. – 2005. – № 5. – С.12–13.
21. Бондарев, А.Г. Почвенно-физические основы применения энергосберегающих минимальных обработок почвы / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова // Достижение науки и техники АПК. – 2004. – № 5. – С. 11–12.
22. Борин, АА. Обработка почвы и урожайность культур севооборота / А.А. Борин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С.22–23.
23. Боронтов, О.К. Агрофизические свойства чернозема выщелоченного при его обработке в паропропашном севообороте / О.К. Боронтов, Т.В. Арбузова, В.А. Королев // Земледелие. – 2010. – № 2. – С. 24–25 .
24. Брежнев, Д.Д. Повышение плодородия почв и рациональное использование земли — источник благосостояния общества / Д.Д. Брежнев, И.С. Рабочев, А.К. Ильичев // Вестник с.-х. науки. – 1981. – № 4. – С. 1–12.

25. Бухаров, А.Ф. Факторы, определяющие аллелопатическую активность овощных сельдерейных культур / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев // Овощи России. – 2011. – № 2. – С. 14–20.
26. Бухаров, А.Ф. Вклад комплекса факторов в изменчивость признака аллелопатической активности овощных сельдерейных культур / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 3. – С. 61–62.
27. Бухаров, А.Ф. Оценка адаптивности и стабильность проявления аллелопатической активности экстрактов из семян овощных сельдерейных культур / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, А.Р. Бухарова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 77. – № 3. – С. 36–39.
28. Бухаров, А.Ф. Анализ влияния факторов, определяющих развитие признака аллелопатической активности семян овощных сельдерейных культур / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3. – С. 22–24.
29. Бухаров, А.Ф. Имитация покоя семян горчицы (*Brassica juncea*) с помощью аллелопатического фактора и влияние температуры на выход из этого состояния / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 88. – № 2. – С. 35–37.
30. Бушнев, А.С. Продуктивность сортов подсолнечника после льна масличного и озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.С. Бушнев, С.П. Подлесный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 1. – С. 50–54.
31. Бушнев, А.С. Особенности обработки почвы под подсолнечник / А.С. Бушнев // Земледелие. – 2009. №8. – С.13–15.
32. Вадюнина, А.Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика

- каштановых почв юго-востока Европейской части СССР / А.Ф. Вадюнина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
33. Васильев, Д.С. Агротехника подсолнечника. – М.: Колос, 1983. – 197 с.
34. Васильев, Д.С. Подсолнечник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с.
35. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др. – М.: КолосС, 2005. – 424 с.
36. Власова, О.И. Выявление аллелопатических свойств сорных растений в условиях длительного стационарного опыта зоны достаточного увлажнения Ставропольского края / О.И. Власова, И.А. Вольтерс, Л.В. Трубачева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 379.
37. Власова, О.И. Научное обоснование приемов сохранения плодородия почв при возделывании озимой пшеницы в условиях Центрального Предкавказья : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Власова Ольга Ивановна. – Ставрополь, 2014. – 375 с.
38. Вольтерс, И.А. Влияние непаровых предшественников на агрофизические факторы плодородия / И.А. Вольтерс, Л.В. Трубачёва, А.И. Тивиков // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – № 3. – С. 20–23.
39. Вольтерс, И.А. Запас продуктивной влаги в различных звеньях севооборота в основные фазы развития подсолнечника и его урожайность СПК колхоза им. Ворошилова Труновского района / И.А. Вольтерс, Л.В. Трубачёва, О.И. Власова, А.И. Тивиков // Вестник АПК Ставрополья. – 2013. – № 4 (12). – С. 23–25.
40. Гаркуша, С.В. Изменение агрофизических свойств чернозема обыкновенного и урожайность подсолнечника в зависимости от способа основной обработки почвы в зернопропашном севообороте / С.В. Гаркуша, Е.П. Божко, А.П. Петряков, В.Н. Самодуров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2013. – № 153–154. – С. 62–69.

41. Гармашов, В.М. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте / В.М. Гармашов, А.Ф. Виттер. – Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 37–38.
42. Гасина, А.И. Агрофизические свойства и режимы почв в условиях литологической неоднородности почвенного покрова / А.И. Гасина, В.М. Гончаров // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 6 (155). – С. 65–72.
43. Гедройц, К.К. Избранные сочинения. Т. I–III / К.К. Гедройц. – М. : Сельхозгиз, 1955. – т. 1 – 560 с.; т. 2 – 616 с.; т. 3 – 560 с.
44. Гильгенберг, И.В. Продуктивность культур и эффективность ресурсосберегающих технологий в земледелии Тюменской области / И.В. Гильгенберг // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 6. – С. 41–43.
45. Глубшева, Т.Н. Аллелопатия амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) / Т.Н. Глубшева, Е.Н. Карпушина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2009. – Т. 11. – № 9-2. – С. 5–9.
46. Глубшева, Т.Н. Влияние настоя из амброзии полыннолистной на важнейшие сельскохозяйственные культуры / Т.Н. Глубшева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – Т. 9. – № 11. – С. 55–58.
47. Гнатовский, В.М. Технологические приемы выращивания подсолнечника в острозамушливой зоне Алтайского края / В.М. Гнатовский, Н.И. Лихачёв, П.Н. Назаренко, А.М. Мицурин, С.С Кириллов, В.И. Кравченко, Д.В. Пургин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 11. – С. 18–21.
48. Гончаров, А.А. Влияние способов обработки почвы и внесения удобрений на продуктивность подсолнечника на светло-каштановой почве в засушливой зоне Северного Кавказа / А.А. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-

- исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 1. – С. 89–93.
49. Горбаченко, Ф.И. Результаты селекции подсолнечника на устойчивость к заразахе на Дону / Ф.И. Горбаченко, Т.В. Усатенко, О.Ф. Горбаченко // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – № 2. – С. 30–35.
50. Гребенникова, В.В. Оценка изменения агрофизических и гидрологических свойств чернозема выщелоченного при различных системах обработки почвы / В.В. Гребенникова, Н.Н. Чуманова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 8 (106). – С. 35–39.
51. Гришичкин, А.Н. Способы основной обработки почвы и эффективность применения гербицидов при выращивании подсолнечника в Нижнем Поволжье / А.Н. Гришичкин // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 8 (100). – С. 6–7.
52. Гродзинский, А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Основы химического взаимодействия растений [Текст] : монография / А.М. Гродзинский; Отв. ред. Д.К.Зеров ; АН УССР, Институт ботаники. - Киев : Наукова думка, 1965. – 200 с.
53. Гродзинский, А.М. Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов / А.М. Гродзинский, Е.Ю. Кострома, Т.С. Шроль, И.Г. Хохлова // Аллелопатия и продуктивность растений: Сб. науч. тр. / АН УССР. ЦРБС. – Киев : Наукова думка, 1990. – С. 121–124.
54. Гродзинский, А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление : изб. труды. – Киев : Наук. думка, 1991. – 432 с.
55. Громов, А.А. Влияние основной обработки почвы и предшественника на урожайность подсолнечника / А.А. Громов, И.Я. Давлятов // Извест-

- тия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – Т. 2. – № 10-1. – С. 106–107.
56. Гульшина, В.А. Амарант – ценный источник антиоксидантов и кальция / В.А. Гульшина, А.А. Лапин, Т.Г. Белоножкина, В.Н. Зеленков. // Картофель и овощи. – 2007. – № 1. – С. 9–10.
57. Дегтярева, И.А. Микробиологические и агрофизические критерии экологической устойчивости почвы и эффективности почвозащитных технологий / И.А. Дегтярева, М.М. Ильясов, Д.С. Дмитричева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 207. – С. 170–177.
58. Донцов, В.Г. Роль технологии возделывания при производстве подсолнечника / В.Г. Донцов, Л.П. Бельтюков, Е.К. Кувшинова // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – № 1 (21). – С. 83–89.
59. Дорожко, Г.Р. Изучение агрофизических свойств почвы : методические указания / Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, О.И. Власова, А.И. Тивиков, И.А. Вольтерс ; Ставропольского государственного аграрного университета. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 36 с.
60. Дорожко, Г.Р. Прямой посев полевых культур – одно из направлений биологизированного земледелия / Г.Р. Дорожко, В.М. Пенчуков, О.И. Власова, Д.Ю. Бородин // Вестник АПК Ставрополья. – 2011. – № 2. – С. 7–11.
61. Дорожко, Г.Р. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику продуктивной влаги чернозема южного / Г.Р. Дорожко, Д.Ю. Бородин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – С. 588–598.
62. Доспехов, Б.А. Минимализация обработки почв: направления исследования внедрения в производство / Б.А. Доспехов // Земледелие, 1978. – № 9. – С. 26–31.

63. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // Изд.5, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
64. Дояренко, А.Г. Факторы жизни растений / А.Г. Дояренко. – М.: Колос, 1986. – 280 с.
65. Дридигер, В.К. Пути и перспективы ресурсосбережения в земледелии Ставропольского края // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального Округа: Материалы 73-й научно-практической конференции. – Ставрополь: ИПЦ Полиграф, 2009. – С. 219–222.
66. Дридигер, В.К. Влияние растительных остатков озимой пшеницы на прорастание семян озимой пшеницы / В.К. Дридигер, Е.Л. Попова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 10–14.
67. Дридигер, В.К. Аллелопатическое влияние растительных остатков озимой пшеницы на прорастание семян озимого рапса / В.К. Дридигер, Е.Л. Попова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (43). – С. 64–67.
68. Дьяков, А.Б. Питание и водный режим растений подсолнечника // Подсолнечник / Под ред. В.С. Пустовойта: Научные труды ВАСХНИЛ – М.: Колос, 1975. – с. 59–87.
69. Егорова, Г.С. Микробиологическая активность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы / Г.С. Егорова, А.В. Тивелев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4. – С. 27–30.
70. Емельянов, А.М. Экономика сельского хозяйства – М.: Экономика, 1982. – 72 с.
71. Есаулко, А.Н. Оптимизация условий формирования урожайности подсолнечника на выщелоченном черноземе : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Есаулко Александр Николаевич. – Ставрополь, 1997. – 220 с.

72. Есаулко, А.Н. Оптимизация систем удобрений в Центральном Предкавказье / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, М.С. Сигида, В.А. Бузов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 63–65.
73. Есаулко, А.Н. Влияние минеральных удобрений на качество маслосемян высокоолеинового подсолнечника на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / А.Н. Есаулко, Е.А. Седых, Н.В. Седых // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3. – № 6. – С. 97–99.
74. Еськов, С.В. Сравнительная оценка продуктивности посевов масличных культур в Крыму / С.В. Еськов, О.В. Еськова // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины "Крымский агротехнологический университет". Серия: Сельскохозяйственные науки. – 2013. – № 157. – С. 21–27.
75. Жидков, В.М. Выращивание подсолнечника на южных черноземах, на фоне двух обработок почвы и применения гербицидов в условиях Волгоградской области / В.М. Жидков, А.Н. Гришичкин // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3. – С. 14–19.
76. Жидков, В.М. Способы основной обработки почвы и эффективность применения гербицидов при выращивании подсолнечника / В.М. Жидков, А.Н. Гришичкин // Аграрная наука. – 2011. – № 6. – С. 20–21.
77. Захарова, М.В. Продолжительность вегетационного периода и урожайность гибридов подсолнечника в селекции на скороспелость / М.В. Захарова, С.В. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 2. – С. 14–17.
78. Зезин, Н.Н. Агроэкономическая эффективность обработки эродированных почв / Н.Н. Зезин. – Земледелие. – 2006. – №5. – С. 14–15.

79. Зеленский, Н.А. Урожайность подсолнечника в зависимости от сроков посева / Н.А. Зеленский, И.А. Келигов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 3. – С. 35–36.
80. Земледелие Ставрополя: Учебное пособие / Г.Р. Дорожко, В.М. Пенчуков, В.М. Передериева, О.И. Власова и др.; Под общ. ред. проф. Г.Р. Дорожко. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – 288 с.
81. Зинченко, М.К. Экологическая роль аллелопатии в проявлении фитотоксичности агроценозами серой лесной почвы / М.К. Зинченко, Л.Г. Стоянова, О.В. Селицкая // Владимирский земледелец. – 2012. – № 4 (62). – С. 32–34.
82. Иванов, А.А. Повышение экономической эффективности производства масличных культур на основе рационального использования почвенно-климатических ресурсов / А.А. Иванов, А.И. Иванов, В.В. Кошеляев, Г.В. Ильина // Нива Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 110–116.
83. Иванова, А. Н. Приёмы основной обработки и свойства дерново-подзолистых почв / Иванова А. Н., Панов В. И., Донских И. Н. // Земледелие. – 2007. – №5. – С. 20–21.
84. Ильясов, М.М. Засоренность посевов в зависимости от систем основной обработки почвы / М.М. Ильясов, А.Х. Яппаров // Плодородие. – 2010. – №2. – С.48–49.
85. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: Моногр. / Г.И. Казаков. – Саратов: Изд-во Самарской ГСХА, 2008. – 251 с.
86. Калмыков, А.В. Урожайность гибридов подсолнечника на обыкновенных черноземах Ростовской области / А.В. Калмыков // Аграрный вестник Урала. – 2010. – Т. 75. – № 9-10. – С. 51–54.
87. Карпова, Л.В. Оценка сортов и гибридов подсолнечника на скороспелость и продуктивность в условиях Среднего Поволжья / Л.В. Карпова // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 22–27.
88. Качинский, Н.А. Структура почвы / Н.А. Качинский / М.: Изд-во МГУ, 1963. – 99 с.

89. Кильдюшкин, В.М. Совершенствование систем основной обработки почвы / В.М. Кильдюшкин, В.К. Бугаевский // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 24–25.
90. Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – №6. – С. 16–20.
91. Кислов, А.В. Приемы основной обработки почвы под подсолнечник на зерно в условиях Южного Урала / А.В. Кислов, М.В. Черных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 2. – № 14-1. – С. 24–26.
92. Кислов, А.В. Урожайность подсолнечника и плодородие почвы в зависимости от обработки почвы на южных черноземах Оренбургского Предуралья / А.В. Кислов, М.В. Черных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 1. – № 17-1. – С. 20–22.
93. Кожаев, В.А. Влияние гербицидов на засоренности посевов и потребление питательных элементов сорняков в различных агроландшафтах РСО-Алания / В.А. Кожаев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. – № -1. – С. 26–32.
94. Колесникова, И.Я. Система обработки как фактор воздействия на биологические показатели почвы / И.Я. Колесникова, Е.В. Чебыкина, С.С. Сивкова, М.П. Шаталов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2011. – № 3. – С. 27–31.
95. Кольцова, О.М. Экологическая оптимизация использования черноземов выщелоченных типичной лесостепи / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2. – С. 7–11.
96. Кольцова, О.М. Биологическая диагностика состояния чернозема выщелоченного типичной лесостепи / О.М. Кольцова // Вестник Воро-

- нежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 7–11
97. Кольцова, О.М. Влияние средств защиты растений на ферментативную активность и токсичность чернозема обыкновенного в условиях Воронежской области / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 36–40.
98. Коржов, С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы / С.И. Коржов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3. – С. 14–17.
99. Коробова, Л.Н. Микробный отклик выщелоченного чернозема на превышение нормы гербицидной нагрузки / Л.Н. Коробова, А.В. Шинделов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 94. – № 8. С. 51–54.
100. Косолап, Н.П. Аллелопатия – причина многих последствий / Н.П. Косолап // Зерно. – 2008. – № 9. – С. 46–51.
101. Листопадов, И.Н. Продуктивность севооборотов на эрозионно-опасных склонах / И.Н. Листопадов // Земледелие. – 2005. – № 5. – С.4–5.
102. Литвинов, Д.В. Влияние культуры подсолнечника на водный и питательный режимы почвы в системе короткоротационных севооборотов / Д.В. Литвинов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2013. – № 153–154. – С. 69–75.
103. Лукомец, В.М. Интегрированная защита подсолнечника / В.М. Лукомец, В.Т. Пивень, Н.М. Тишков // Защита и карантин растений. – 2011. – № 2. – С. 50–56.
104. Лухменев, В.П. Ресурсосберегающая технология возделывания подсолнечника в Предуралье / В.П. Лухменев, Н.В. Лухменев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – Т. 2. – № 10-1. – С. 95–98.

105. Лучинский, С.И. Продуктивность подсолнечника при различных уровнях минерального удобрения и засоренности посевов / С.И. Лучинский, В.Я. Чумачёв // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 2. – С. 74–77.
106. Лучинский, С.И. Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*) и её вредоносность в посевах подсолнечника в зависимости от фона минерального питания / С.И. Лучинский, В.С. Лучинский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 58. – С. 410–419.
107. Лучинский, С.И. Доминирующие сорняки и их вредоносность в посевах подсолнечника / С.И. Лучинский, Т.В. Князева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 58. – С. 457–469.
108. Майсямова, Д.Р. Биологический режим чернозема обыкновенного в процессе сельскохозяйственного использования / Д.Р. Майсямова, Н.В. Абрамов // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 5. – С. 35–37.
109. Макаров, И. П. Минимализация обработки почвы // Теоретические и практические основы зональных систем обработки почвы / И. П. Макаров. – М.: Колос, 1984. – С. 3–13.
110. Мальцев, А.В. Динамика агрофизических свойств и содержание гумуса в чернозёме обыкновенном при отвальной, поверхностной и чизельной системах основной обработки почвы / А.В. Мальцев, В.П. Калиниченко, С.А. Шатохин, А.В. Удалов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. – С. 56–58.
111. Мамаева, Г.Г. Сравнительная оценка влияния способа обработки почвы (глубокое рыхление, нулевая и др.) в системе озимая пшеница – пар на физические свойства почв в условиях шт. Небраска, США: Результаты многолетних полевых опытов / Г.Г. Мамаева // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2002. – № 4. – С. 885.

112. Манейлов, В.В. Обработка почвы в Пензенской области / В.В. Манейлов, С.В. Богомазов // Земледелие. – 2005. – № 4. – С. 12–13.
113. Мансуров, Р. Ресурсосберегающие технологии – основа решения многих проблем земледелия / Р. Мансуров // Главный агроном. – 2010. – №9. – С. 15–16.
114. Мареев, В.Ф. Влияние минимализации основной обработки на свойства почвы и урожайность озимой ржи в условиях Предкамья республики Татарстан / В.Ф. Мареев, И.Г. Манюкова, Ф.Х. Латыпов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 1 (11). – С. 110–114.
115. Марьина – Чермных, О.Г. Влияние интенсивного антропогенного воздействия на формирование микромицетных сообществ и фитотоксичность почвы / О.Г. Марьина - Чермных, Г.С. Марьин, Н.Н. Апаева, С.Г. Манишкин, А.С. Петухов, С.Г. Марьин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 96. – № 10. – С. 72–77.
116. Медведев, Г.А. Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность гибридов подсолнечника на каштановых почвах Волгоградской области / Г.А. Медведев, Н.Г. Екатериничева, С.И. Камышанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 2. – С. 38–42.
117. Медведев, Г.А. Влияние нормы высева и биологически активных веществ на урожайность гибридов подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области / Г.А. Медведев, В.С. Утученков // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 12 (79). – С. 19–21.
118. Медведев, Г.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность гибридов подсолнечника на каштановых почвах Волгоградской области / Г.А. Медведев, Д.Е. Михальков, С.И. Камышанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3. – С. 30–34.

119. Медведева, Л.М. Аллелопатические свойства *Helianthus annuus* L. / Л.М. Медведева, В.Н. Косова // Вестник ЧГАА. – 2013. – Т. 63. – С. 107-110.
120. Мелешко, А.П. Основная обработка почвы под подсолнечник в Ставропольском крае / А.П. Мелешко, В.Я. Чумачев // Масличные культуры. – 1985. – №4. – С.20–21.
121. Мельник, А.В. Адаптивность современных сортов и гибридов подсолнечника / А.В. Мельник, В.И. Троценко, С.А. Говорун, А. Абуобайд // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 6. – С. 62–63.
122. Мельникова, О.В. Вынос элементов питания сорными растениями / О.В. Мельникова. – Земледелие. – 2008. – С. 44.
123. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос, 1986. – Вып.3. – 239 с.
124. Минкевич, И.А. Масличные культуры / И.А. Минкевич, В.Е. Борковский. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 398 с.
125. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин – М. : Наука, 1972. – 343 с.
126. Назарько, А.Н. Влияние способов применения минеральных удобрений на показатели структуры урожая сортов и гибридов подсолнечника / А.Н. Назарько // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 1. – С. 85–89.
127. Назарько, А.Н. Способы применения минеральных удобрений и их влияние на продуктивность сортов и гибридов подсолнечника на черноземе типичном / А.Н. Назарько // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 2 (151-152). – С. 116–121.
128. Никитчин, Д. И. Подсолнечник / Д. И. Никитчин. – Киев : Урожай, 1993. – 192 с.

129. Николаев, В.А. Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы в зависимости от способов её обработки / В.А. Николаев, Н.И. Паулкин, А.В. Савченко // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина". – 2012. – № 5 (56). – С. 30–32.
130. Перегуда, Т.И. Влияние агротехнических приемов на агрофизические свойства дерново-подзолистой слабоглеевой почвы / Т.И. Перегуда, А.Н. Воронин, Б.А. Смирнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 9. – С. 33–36.
131. Передериева, В.М. Аллелопатические свойства сорных растений и их растительных остатков в процессе минерализации / В.М. Передериева, О.И. Власова, А.П. Шутко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 73. – С. 482–492.
132. Передериева, В.М. Альтернатива чистому пару в условиях неустойчивого увлажнения / В.М. Передериева, Г.Р. Дорожко, О. И. Власова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 382.
133. Пересадько, М.С. Закономерности реакции новых гибридов подсолнечника на фон минерального питания и нормы высева семян / М.С. Пересадько // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 2. – С. 31–35.
134. Пестряков, А.М. На принципах разноглубинности и многовариантности / А.М. Пестряков // Земледелие. – 2007. – № 2. – С.19–21.
135. Петрова, Л.Н. Ресурсосбережение в земледелии / Л.Н. Петрова // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 7–9.
136. Пигорев, И.Я. Влияние альтернативных способов основной обработки почвы на рост. Развитие и продуктивность подсолнечника / И.Я. Пигорев

- рев // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 10. – С. 110–111.
137. Плескачѳв, Ю.Н. Инновационные подходы при возделывании подсолнечника / Ю.Н. Плескачѳв, Н.И. Сѳмина, С.Е. Антонникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №4(32). – С. 36–41.
138. Плескачѳв, Ю.Н. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника на южных чернозѳмах Волгоградской области / Ю.Н. Плескачѳв, С.Е. Антонникова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №12(110). – С. 12–15.
139. Подлесный, С.П. Оценка продуктивности сортов подсолнечника и звеньев зернопропашного севооборота с ним на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / С.П. Подлесный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 2 (151–152). – С. 110–116.
140. Полевщиков, С.И. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от сроков сева и нормы высева в условиях северо-восточной части ЦЧЗ РФ / С.И. Полевщиков, А.С. Веркошанский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2–1. – С. 89–91.
141. Полоус, В.С. Влияние удобрения, приемов обработки почвы и ухода за растениями на засоренность масличных культур в зернопропашном севообороте / В.С. Полоус // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – № 1. – С. 111–115.
142. Полоус, В.С. Минимизация основной обработки почвы в звене зернопропашного севооборота / В.С. Полоус // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 12. – С. 24–26.

143. Полоус, В.С. Системы основной обработки и их влияние на гумификацию почвы в зернопропашном севообороте / В.С. Полоус // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 1. – С. 109–112.
144. Полоус, В.С. Способы борьбы с сорняками в звене зернопропашного севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно / В.С. Полоус // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 2. – С. 128–133.
145. Поминов, В.А. Эффективность систем и подсистем основной обработки выщелоченного чернозема Северного Зауралья: Автореф. дис... канд. с.-х. наук / В.А. Поминов. – Тюмень, 2008. – С. 15 .
146. Пряженникова, О.Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О.Е. Пряженникова // Вестник Кемеровского гос. ун-та. – 2011. – № 3 (47). – С. 9–13.
147. Пузиков, А.Н. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в Западной Сибири / А.Н. Пузиков, Ю.Н. Суворова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 1. – С. 84–88.
148. Райс, Э. Аллелопатия / Э. Райс ; перевод с англ. под ред. А.М. Гродзинского. – М.: Изд-во «Мир», 1978. – 392 с.
149. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.
150. Рзаева, В.В. Изменение агрофизических свойств чернозема выщелоченного при длительном использовании различных систем основной обработки и минеральных удобрений в Северном Зауралье / В.В. Рзаева, Д.И. Еремин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6. – С. 36–42.

151. Рзаева, В.В. Влияние вытяжки сорных растений на всхожесть семян яровой пшеницы / В.В. Рзаева // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №1. – С. 20.
152. Романенко, А.А. Эффективность различных систем основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в зернопропашном севообороте / А.А. Романенко, П.П. Васюков, В.М. Кильдюшкин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 34–36.
153. Рымарь, С.В. Длительное применение различных способов основной обработки и плодородие чернозема обыкновенного / С.В. Рымарь. – Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 22–23.
154. Сагдиев, Р.С. Динамика элементов питания на посевах подсолнечника в Предкамье республики Татарстан / Р.С. Сагдиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 6. – № 4 (22). – С. 154–156.
155. Салем, М.А. Влияние удобрений на биологическую активность выщелоченного чернозема / М.А. Салем, Н.Ш. Гиниятов, Т.В. Багаева, С.К. Зарипова, И.Т. Храмов, Ф.К. Алимova // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2005. – Т. 147. – № 2. – С. 172–179.
156. Самойленко, М.В. Влияние предшественников озимой пшеницы на целлюлозолитическую и ферментативную активность черноземов выщелоченных / М.В. Самойленко, В.М. Передериева, А.П. Шутко // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №5. – С. 381.
157. Семенова, Е.Ф. Аллелопатия как фактор биотестирования культур в севообороте со льном / Е.Ф. Семенова, А.А. Смирнов, Т.М. Фадеева, Е.В. Преснякова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 3. – С. 24–25.
158. Семенова, Е.Ф. Аллелопатическая оценка льна культурного *Linum usitatissimum* L. / Е.Ф. Семенова, Е.В. Преснякова, Н.А. Морозкина, Т.М. Фадеева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень

- Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 1. – С. 43–49.
159. Сибикеева, Ю. Е. Сорняки – союзники грибов фитопатогенов / Ю. Е. Сибикеева, С. Ю. Борисов // Защита и карантин растений. – 2013. – № 3. – С. 54–56.
160. Силков, С.И. Аллелопатические свойства тестовых культур на примере яровой пшеницы и гречихи / С.И. Силков // Вестник ЧГАА. – 2010. – Т. 56. – С. 75–78.
161. Симагина, Н. О. Влияние аллелопатически активных веществ *Vupleurum fruticosum* L. на анатомическое строение растений-акцепторов *Teucrium chamaedrys* L. / Н. О. Симагина, Н. Ю. Лысякова // IV открытый съезд фитобиологов Причерноморья (Херсон, 19 февраля 2011 года) : сб. тезисов докладов / отв. ред. О. Е. Ходосовцев. – Херсон : Айлант, 2011. – С. 50.
162. Системы земледелия Ставрополя : монография / под общ. ред. акад. РАН, РАСХН А. А. Жученко ; чл.-кор. РАСХН В. И. Трухачёва. – Ставрополь : АГРУС, 2011. – 844 с.
163. Ситников, В.Н. Интегрированное влияние способов основной обработки почвы и гербицидов на агроценоз и урожайность подсолнечника в зоне неустойчивого увлажнения : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Ситников Владимир Николаевич. – Ставрополь, 2006. – 23 с.
164. Смирнов, Б.А. Технология поверхностно-отвальной обработки дерново-подзолистых почв / Б.А. Смирнов // Земледелие. – 2009. – № 5. – С.25–27.
165. Соболева, Е.А. Влияние доз удобрений на урожайность и качество подсолнечника в условиях ЦЧР / Е.А. Соболева, А.Л. Лукин, В.В. Котов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1. – С. 27–30.
166. Соболева, Е.А. Влияние удобрений на урожайность и сбор масла из семян подсолнечника в южной лесостепи ЦЧР / Е.А. Соболева, А.Л.

- Лукин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (35). – С. 50–55.
167. Стрижков, Н.И. Влияние различных факторов на формирование видового состава сорняков и уровень засоренности культур в севооборотах Поволжья / Н.И. Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко, Ю.И. Долгополов, Л.Д. Якушева, Г.И. Власенко // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5. – С. 15–17.
168. Сухов, А.Н. Агрофизические показатели светло-каштановых почв и их регулирование приемами основной обработки // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №1. – С. 72–78.
169. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии. М.: Изд-во Колос, 1983. – 296 с.
170. Тимонов, В.Ю. Механическая обработка и агрофизические свойства почвы / В.Ю. Тимонов, Н.М. Чернышева, С.С. Балабанов, Н.И. Картамышев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – Т. 6. – № 6. – С. 53–57.
171. Тимонов, В.Ю. Как же лучше обрабатывать почву? / В.Ю. Тимонов, Н.М. Чернышева, С.С. Балабанов, Н.И. Картамышев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 1. – № 1. – С. 67–69.
172. Тишков, Н.М. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника при разных способах применения удобрений на черноземе выщелоченном / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2008. – № 2. – С. 30–36.
173. Тишков, Н.М. Потребление элементов питания сортами и гибридами подсолнечника в зависимости от способов внесения удобрений / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов, Р.В. Пихтярев // Масличные культуры. Научно-

- технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 1. – С. 42–50.
174. Тишков, Н.М. Оптимизация способов обработки почвы и внесения минеральных удобрений для генотипов подсолнечника на светло-каштановой почве в засушливой зоне Ставропольского края / Н.М. Тишков, А.А. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 2. – С. 108–121.
175. Трегубов, О.Д. Введение в геохимию аллелопатии на примере тундровых фитоценозов / О.Д. Трегубов, Т.Т. Тайсаев // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 4. – С. 28–40.
176. Трофимова, Т.А. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур / Т.А. Трофимова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3. – С. 10–13.
177. Улигова, Т.С. Ферментативная активность выщелоченных черноземов в условиях Северо-Западного и Центрального Кавказа / Т.С. Улигова, Ф.В. Хежева, И.П. Тах // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2010. – № 3. – С. 31–37.
178. Усатов, А.В. Влияние климатических факторов на изменчивость хозяйственно ценных признаков подсолнечника в приазовской зоне Ростовской области / А.В. Усатов, А.А. Устенко, Ф.И. Горбаченко, О.Ф. Горбаченко, Ю.В. Денисенко // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – С. 207.
179. Федоров, А.А. Экологическое состояние почв как одно из направлений аллелопатических исследований / А.А. Федоров, И.Ш. Малогулова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 8. – С. 32–33.
180. Фисюнов, А.В., Сорные растения / А.В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 314 с.

181. Фоменко, Т.В., Духнай Е.Н. Влияние технологий выращивания на урожайность подсолнечника гибрида Триумф / Т.В. Фоменко, Е.Н. Духнай // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 2. – С. 61–63.
182. Хрюкина, Е.И. Эффективность смесей гербицидов с регулятором роста растений и удобрений в посевах подсолнечника / Е.И. Хрюкина, М.М. Наумов // Защита и карантин растений. – 2013. – № 7. – С. 27–28.
183. Цховребов, В.С. Влияние различных способов основной обработки на содержание элементов питания и физические свойства каштановых почв / В.С. Цховребов, В.С. Шеховцов, И.О. Лысенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 77. – С. 620-630. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/46.pdf>
184. Чамурлиев, О.Г. Водопотребление и продуктивность сои в зависимости от способов основной обработки орошаемых светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / О.Г. Чамурлиев, Н.П. Мелихова, Е.В. Зинченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 2. – С. 47–53.
185. Черкасов, Г.Н. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства чернозема типичного / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 5. – № 5. – С. 39–41.
186. Черкашин, С.И. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника разных групп спелости в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений / Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2005. – № 1. – С. 109–114.

187. Чумачев, В.Я. Система обработки почвы под подсолнечник в условиях интенсификации его возделывания для зоны неустойчивого увлажнения Северного Кавказа: автореф: дис. ... к.с.-х.н. – Ставрополь. – 1987. – 17 с.
188. Чумачев, В.Я. Использование гербицидов / В.Я. Чумачев, С.И. Лучинский, А.Г. Лукьяненко // Технические культуры. – 1990. – №2. – С.11–12.
189. Чурзин, В.Н. Влияние приемов ухода и препарата Флор Гумат на урожайность гибридов подсолнечника на обыкновенных черноземах Ростовской области / В.Н. Чурзин, А.В. Калмыков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 3. – С. 59–64.
190. Чурзин, В.Н. Влияние приемов ухода на засоренность и урожайность гибридов подсолнечника на обыкновенных черноземах Ростовской области / В.Н. Чурзин, А.В. Калмыков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 1. – С. 61–65.
191. Чурзин, В.Н. Урожайность генотипов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и регуляторов роста растений на черноземах Волгоградской области / В.Н. Чурзин, В.П. Воронина, Н.Н. Дудникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3. – С. 53–56.
192. Шарков, И.Н. Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 24–27.
193. Шевченко, С.Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 26–27.
194. Шеин, Е.В. Курс физики почв: учебник / Е.В. Шеин. М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

195. Шейн, Е.В. Агрофизика почв / Е.В. Шейн, В.М. Гончаров. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – С. 21.
196. Шурупов, В.Г. Влияние способов обработки почвы на засоренность и урожайность масличных культур в севообороте / В.Г. Шурупов, В.С. Полоус // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 43–44.
197. Щукин, С.В. Изменение структурного состояния почвы под действием различных по интенсивности систем обработки, удобрений и гербицидов / С.В. Щукин, А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, Б.А. Смирнов // Известия ТСХА. – 2007. – № 2. – С. 12–18.
198. Энеев, М.Д. Адаптивность отечественных сортов и гибридов подсолнечника к высоким температурам и засухе / М.Д. Энеев / Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 2. – С. 29–30.
199. Юшкевич, Л.В. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и интенсификация земледелия на элементы плодородия черноземных почв и урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, О.В. Хамова // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2005. – № 3. – С. 9–17.
200. Ягодин, Б.А. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
201. Якунин, А.И. Эффективность минимальной обработки почвы в севообороте / А.И. Якунин // Современное развитие АПК: региональный опыт, проблемы, перспективы: Матер. Всерос. науч.-практич. конф. – Ульяновск, 2005. – С. 205–210.
202. Яловой, А.В. Проявление влияния в последнем поле севооборота на подсолнечнике систематического применения основной плоскорезной обработки почвы в условиях ветровых коридоров : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Яловой Александр Васильевич. – Ставрополь, 2004. – 23 с.

203. Ямбакова, М. Аллелопатия и почвоутомление / М. Ямбакова, С. Долгирева, Т. Суворова // Студенческая наука и XXI век. – 2008. – № 5. – С. 7-11.
204. Anderson, R.L. Characterizing weed community seedling emergence for a semi arid site in Colorado / R.L. Anderson // Weed Technol. – 1994. – №8. – P. 245–249.
205. Baeumer, R. Dauerversuche zur Lösung aktueller Probleme im Pflanzenbau; Berichte der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 1 / R. Baeumer // Kord Baeumer (Hg.): Berichte der 31. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften am 1–2. Oktober 1987 in Freising-Weißenstephan. – Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk, 1988.
206. Caussanel, J.P. La détermination des seuils de nuisibilité des mauvaises herbes: méthodes d'études / J.P. Caussanel, G. Barralis, C. Vacher // *Perspect. agr.* – 1986. – T. 108. – P. 58–65.
207. Caussanel, J.P. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle: situation de concurrence bis-spécifique / J.P. Caussanel // *Agronomie.* – 1989. – T. 9. – № 3. – P. 219–240.
208. Cousens, R. Theory and reality of weed control thresholds / R. Cousens // *Plant Protect.* – 1987. – T. 2. – № 1. – P. 13–20.
209. Einhellung, F. Allelopathic effects of *Rumex crispus* on *Amaranthus retroflexus*, grain sorghum and field corn / F. Einhellung, I. Rasmussen // *Amer. Midland Natur.* – 2003. – № 1. – P. 79–86.
210. Fisher, N.M. Implications for wildlife, landscape and the environment of farming without pesticides / N.M. Fisher, D.H.K. Davies, D. Atkinson. – Farnham – 1991. – P.745–754.
211. Gerhards, R. Teilschlagspezifische, GPS (Globales Positionierung System) – gelenkte Herbizidapplikation / R. Gerhards // *Mitt. der Ges. für Pflanzenbauwiss.* –Giessen, 1997. – Bd. 10. – S. 3–37.

212. Hurle, K. Integrated management of grass weeds in arable crops // Proc. / Brighton crop protection conf.-weeds / – Farnham (Surrey), 1993. – Vol. 1. – P. 81–88.
213. Krzymuski, J. Wyznaczanie progów szkodliwosci chwastow za pomoca metod matematycznych / J. Krzymuski, J. Rola, H. Rola, K. Filipiak // Szkodliwosc chwastow segetalnych. – Warszawa, 1988. – S. 67–77.
214. Kuhne, S. Pflanzenschutz im ökologischen Landbau / S. Kuhne, M. Jahn, M. Wick, H. Beer. – Braunschweig, 2001. – 52 s.
215. Marshall, E.J.P. Using decision thresholds for the control of grass and broad-leaved weeds at the boxworth / E.J.P. Marshall // E.H.F. Proceedings, 1987. – Vol. 3. – P. 1059–1066.
216. Maxwell, B.D. Expanding economic thresholds by including spatial and temporal weed dynamics / B.D. Maxwell, C.T. Colliver // Proc. / Brighton crop protection conf.-weeds. –Farnham (Sur.), 1995. – Vol. 3. – P. 1069–1076.
217. McDonald, A.J. Model of crop: weed competition applied to maize: Abutilon theophrasti interactions. Assessing the impact of climate: implications for economic thresholds / A.J. McDonald, S.J. Riha // Weed Res. – 1999. – Vol. 39. – № 5. – P. 371–381.
218. Moormann, D. Überprüfung und Weiterentwicklung von Unkrautschadenschwellen mit dem Ziel der Erarbeitung eines einfachen Entscheidungsmodells zur gezielten Unkrautbekämpfung in Winterraps: Diss. / D. Moormann. – Kiel, 1994. – 115 p.
219. Muller, C. The role of allelopathy in the evolution of vegetation / C. Muller // Proc. 20-th Ann. Collog. Oregon. State Univ., 1970. – № 11. – P. 13–31.
220. Oliver, L.R. Principles of weed threshold research / L.R. Oliver // Weed Technol. – 1988. – T. 2. – № 4. – P. 398–403.
221. Onofri, A. Competitive ability and threshold levels of three broadleaf weed species in sunflower / A. Onofri, F. Tei // Weed Res. – 1994. – Vol. 34. – № 6. – P. 471–479.

222. Rahmann, G. Landbauforschung: Sonderheft / G. Rahmann // Bundesmin. für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Johann Heinrich von Thunen-Inst., Bundesforschungsinst. für ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI). Ressortforschung für den Ökologischen Landbau Braunschweig. – 2011. – H. 346. – 126 s.
223. Snaniforth, R.J. Field and laboratory germination responses of achenes of *Polygonum lapatifolium*, *P. pennsylvanicum* and *P. persicaris* / R.J. Snaniforth, P.B. Cavers // *Canad. J. Botan.* – 1979. – V. 57. – № 8. – P. 877–885.
224. Благініна, А.А. Вплив метаболітів рослин різних сортів пшениці озимої на інтенсивність пропагулоутворення грибів *Fusarium oxysporum* sacc. та *Alternaria tenuis* ness. et fr. / А.А. Благініна, А. Парфенюк // *Агроекологічний журнал.* – 2013. – № 2. – С. 87–90.
225. Шершова, С.В. Вивчення гормоноподібної активності екстракту ехінацеї блідої / С.В. Шершова // *Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького.* – 2013. – № 2 (8). – С. 237–247.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Плотность почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов
основной обработки (2011–2014 гг.), г/см³

| Слой почвы, м | Срок отбора | 2011 г. | | | | 2012 г. | | | | 2013 г. | | | | 2014 г. | | | |
|---------------|---------------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | | 1* | 2* | 3* | 4* | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0–0,1 | Перед севом | 1,23 | 1,22 | 1,21 | 1,18 | 1,26 | 1,26 | 1,28 | 1,23 | 1,22 | 1,23 | 1,23 | 1,21 | 1,15 | 1,17 | 1,14 | 1,15 |
| | Фаза цветения | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,34 | 1,31 | 1,34 | 1,35 | 1,35 | 1,28 | 1,30 | 1,32 | 1,31 | 1,25 | 1,29 | 1,31 | 1,33 |
| | Перед уборкой | 1,34 | 1,38 | 1,37 | 1,37 | 1,38 | 1,40 | 1,42 | 1,40 | 1,35 | 1,37 | 1,38 | 1,38 | 1,30 | 1,33 | 1,37 | 1,41 |
| 0,1–0,2 | Перед севом | 1,28 | 1,26 | 1,25 | 1,20 | 1,35 | 1,31 | 1,34 | 1,28 | 1,30 | 1,28 | 1,27 | 1,23 | 1,23 | 1,20 | 1,19 | 1,18 |
| | Фаза цветения | 1,33 | 1,37 | 1,39 | 1,40 | 1,36 | 1,40 | 1,42 | 1,44 | 1,30 | 1,33 | 1,34 | 1,34 | 1,29 | 1,31 | 1,33 | 1,35 |
| | Перед уборкой | 1,42 | 1,44 | 1,42 | 1,45 | 1,47 | 1,50 | 1,51 | 1,54 | 1,45 | 1,48 | 1,46 | 1,52 | 1,37 | 1,44 | 1,42 | 1,47 |
| 0,2–0,3 | Перед севом | 1,31 | 1,34 | 1,33 | 1,36 | 1,35 | 1,37 | 1,39 | 1,41 | 1,29 | 1,33 | 1,35 | 1,36 | 1,25 | 1,27 | 1,26 | 1,29 |
| | Фаза цветения | 1,36 | 1,39 | 1,38 | 1,44 | 1,39 | 1,40 | 1,42 | 1,48 | 1,34 | 1,36 | 1,37 | 1,40 | 1,34 | 1,37 | 1,38 | 1,42 |
| | Перед уборкой | 1,44 | 1,47 | 1,46 | 1,50 | 1,49 | 1,52 | 1,52 | 1,55 | 1,47 | 1,47 | 1,48 | 1,49 | 1,42 | 1,48 | 1,47 | 1,51 |

*Примечание: 1 – вспашка, 2 – чизельное рыхление, 3 – комбинированная агрегатная обработка, 4 – дискование.

Приложение 2

Водопрочность структуры почвы в посевах подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки, % (2011- 2014гг.)

| Прием обработки, А | Срок отбора, В | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее |
|---|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вспашка (20-22 см) | Перед севом | 55,3 | 57,2 | 54,2 | 53,7 | 55,1 |
| | Фаза цветения | 56,4 | 58,9 | 56,7 | 55,5 | 56,9 |
| | Перед уборкой | 58,2 | 60,3 | 58,3 | 57,3 | 58,5 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | Перед севом | 59,3 | 63,4 | 66,2 | 65,4 | 63,8 |
| | Фаза цветения | 65,2 | 68,2 | 67,1 | 66,8 | 66,8 |
| | Перед уборкой | 66,8 | 70,2 | 68,0 | 67,3 | 68,1 |
| Комбинированная агрегатная обработка (20-22 см) | Перед севом | 56,9 | 61,3 | 56,5 | 55,9 | 57,7 |
| | Фаза цветения | 60,1 | 64,8 | 59,3 | 59,7 | 61,0 |
| | Перед уборкой | 63,4 | 69,4 | 62,4 | 61,2 | 64,1 |
| Дискование (10-12 см) | Перед севом | 68,7 | 72,5 | 71,4 | 71,1 | 71,0 |
| | Фаза цветения | 71,8 | 73,7 | 72,9 | 72,8 | 72,8 |
| | Перед уборкой | 73,2 | 75,4 | 74,6 | 74,5 | 74,4 |
| НСР ₀₅ по опыту | | 7,4 | 7,8 | 7,0 | 6,9 | - |
| НСР ₀₅ , А | | 4,3 | 4,5 | 4,0 | 4,0 | |
| НСР ₀₅ , В | | 3,7 | 3,9 | 3,5 | 3,4 | |
| Sx, % | | 4,1 | 4,1 | 3,8 | 3,8 | |

Динамика влажности почвы в посевах подсолнечника в зависимости от способов и приемов основной обработки почвы (2011–2014 гг.)

| Прием обработки почвы, А | Влажность, % | | | Продуктивная влага, мм | | |
|-----------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------|-----------------|
| | Срок отбора, В | | | Срок отбора, В | | |
| | перед севом | фаза цветения | полная спелость | перед севом | фаза цветения | полная спелость |
| Слой почвы 0–0,1 м | | | | | | |
| Вспашка | 23,1 | 14,4 | 13,6 | 16,6 | 6,6 | 5,6 |
| Чизельное рыхление | 25,7 | 15,3 | 14,2 | 19,7 | 7,5 | 6,2 |
| Комбинированная агрегатная | 24,5 | 14,0 | 13,1 | 15,9 | 6,1 | 5,1 |
| Дискование | 26,4 | 15,8 | 14,8 | 20,0 | 8,0 | 6,9 |
| НСР ₀₅ по опыту | 2,0 | | | 1,3 | | |
| НСР ₀₅ , А | 1,2 | | | 0,7 | | |
| НСР ₀₅ , В | 1,0 | | | 0,6 | | |
| Sx, % | 4,0 | | | 4,3 | | |
| Слой почвы 0–0,3 м | | | | | | |
| Вспашка | 23,0 | 12,1 | 14,2 | 33,7 | 10,0 | 16,9 |
| Чизельное рыхление | 24,8 | 14,6 | 16,2 | 42,5 | 15,6 | 19,8 |
| Комбинированная агрегатная | 23,2 | 12,8 | 15,0 | 38,3 | 10,8 | 14,9 |
| Дискование | 24,1 | 14,9 | 16,8 | 40,7 | 16,4 | 21,4 |
| НСР ₀₅ по опыту | 1,7 | | | 2,0 | | |
| НСР ₀₅ , А | 1,0 | | | 1,2 | | |
| НСР ₀₅ , В | 0,9 | | | 1,0 | | |
| Sx, % | 3,4 | | | 3,0 | | |
| Слой почвы 0–1,0 м | | | | | | |
| Вспашка | 24,9 | 13,3 | 13,8 | 139,4 | 92,3 | 85,3 |
| Чизельное рыхление | 26,6 | 14,6 | 14,2 | 147,7 | 102,5 | 95,7 |
| Комбинированная агрегатная | 25,1 | 13,8 | 13,9 | 140,5 | 95,0 | 87,8 |
| Дискование | 26,9 | 14,9 | 14,5 | 149,6 | 108,8 | 99,9 |
| НСР ₀₅ по опыту | 2,2 | | | 7,1 | | |
| НСР ₀₅ , А | 1,3 | | | 4,1 | | |
| НСР ₀₅ , В | 1,1 | | | 3,6 | | |
| Sx, % | 4,3 | | | 2,2 | | |

Влияние способов и приемов основной обработки почвы на строение пахотного слоя
почвы в посевах подсолнечника (2011–2014 гг.)

| Показатель | Срок отбора | 2011 г. | | | | 2012 г. | | | | 2013 г. | | | | 2014 г. | | | |
|-----------------------------|---------------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | | 1* | 2* | 3* | 4* | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Общая пористость, % | Перед севом | 56,9 | 54,2 | 55,2 | 53,6 | 56,2 | 52,5 | 54,5 | 53,5 | 57,8 | 55,5 | 54,2 | 56,2 | 57,4 | 55,7 | 56,5 | 54,9 |
| | Фаза цветения | 54,1 | 52,2 | 53,2 | 52,7 | 50,8 | 51,3 | 51,9 | 50,5 | 55,9 | 53,2 | 53,4 | 53,1 | 55,5 | 53,9 | 54,4 | 52,8 |
| | Перед уборкой | 51,1 | 49,5 | 51,9 | 50,6 | 44,7 | 46,4 | 49,8 | 48,7 | 52,3 | 50,4 | 51,4 | 51,5 | 51,7 | 50,6 | 51,4 | 50,8 |
| Капиллярная пористость, % | Перед севом | 36,2 | 33,3 | 34,1 | 32,1 | 34,9 | 29,8 | 33,2 | 31,5 | 35,8 | 35,8 | 32,1 | 33,9 | 36,7 | 33,8 | 34,3 | 32,4 |
| | Фаза цветения | 34,3 | 30,1 | 32,6 | 30,5 | 32,4 | 27,2 | 31,5 | 29,3 | 34,1 | 33,3 | 30,6 | 30,1 | 34,6 | 32,6 | 32,7 | 30,1 |
| | Перед уборкой | 31,1 | 29,5 | 30,8 | 29,5 | 31,4 | 26,1 | 30,6 | 27,8 | 32,2 | 31,2 | 29,4 | 29,2 | 31,8 | 29,4 | 30,5 | 28,5 |
| Некапиллярная пористость, % | Перед севом | 20,7 | 20,9 | 21,1 | 21,5 | 21,3 | 22,7 | 21,3 | 22,0 | 22,0 | 19,7 | 22,1 | 22,3 | 20,7 | 21,9 | 22,2 | 22,5 |
| | Фаза цветения | 19,8 | 22,1 | 20,6 | 22,2 | 18,4 | 24,1 | 20,4 | 21,2 | 21,8 | 19,9 | 22,8 | 23,0 | 20,9 | 21,3 | 21,7 | 22,7 |
| | Перед уборкой | 20,0 | 20,0 | 21,1 | 21,1 | 13,3 | 19,2 | 19,2 | 20,9 | 20,1 | 19,2 | 22,0 | 22,3 | 19,9 | 21,2 | 20,9 | 22,3 |

*Примечание: 1 – вспашка, 2 – чизельное рыхление, 3 – комбинированная агрегатная обработка, 4 – дискование.

Влияние приемов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав (2011 г.)

| Прием обработки | Фракции, мм | Перед севом | | Фаза цветения | | Перед уборкой | |
|--------------------------------------|----------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности |
| Вспашка | 0,25...10 | 61,2 | 1,57 | 59,0 | 1,43 | 58,3 | 1,39 |
| | > 10 | 28,6 | | 29,1 | | 33,5 | |
| | < 0,25 | 10,2 | | 11,9 | | 8,2 | |
| Чизельное рыхление | 0,25...10 | 71,7 | 2,53 | 69,0 | 2,22 | 69,8 | 2,31 |
| | > 10 | 19,2 | | 21,2 | | 21,6 | |
| | < 0,25 | 9,1 | | 9,8 | | 8,6 | |
| Комбинированная агрегатная обработка | 0,25...10 | 65,6 | 1,90 | 57,9 | 1,37 | 62,9 | 1,69 |
| | > 10 | 23,5 | | 31,1 | | 23,9 | |
| | < 0,25 | 10,9 | | 11,0 | | 13,2 | |
| Дискование | 0,25...10 | 70,7 | 2,41 | 66,7 | 2,00 | 68,5 | 2,17 |
| | > 10 | 20,2 | | 22,5 | | 22,9 | |
| | < 0,25 | 9,1 | | 10,8 | | 8,6 | |

Влияние приемов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав (2012 г.)

| Прием обработки | Фракции, мм | Перед севом | | Фаза цветения | | Перед уборкой | |
|--------------------------------------|----------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности |
| Вспашка | 0,25...10 | 66,5 | 1,98 | 62,4 | 1,65 | 60,1 | 1,50 |
| | > 10 | 25,4 | | 26,4 | | 32,3 | |
| | < 0,25 | 9,1 | | 11,2 | | 7,6 | |
| Чизельное рыхление | 0,25...10 | 76,7 | 3,29 | 75,3 | 3,04 | 72,6 | 2,64 |
| | > 10 | 14,5 | | 15,6 | | 19,2 | |
| | < 0,25 | 8,8 | | 9,1 | | 8,2 | |
| Комбинированная агрегатная обработка | 0,25...10 | 67,2 | 2,04 | 59,2 | 1,41 | 64,9 | 1,85 |
| | > 10 | 20,9 | | 30,3 | | 23,5 | |
| | < 0,25 | 11,9 | | 11,5 | | 11,6 | |
| Дискование | 0,25...10 | 73,3 | 2,74 | 70,7 | 2,41 | 72,7 | 2,66 |
| | > 10 | 17,9 | | 20,2 | | 19,4 | |
| | < 0,25 | 8,8 | | 9,1 | | 7,9 | |

Влияние приемов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав (2013 г.)

| Прием обработки | Фракции, мм | Перед севом | | Фаза цветения | | Перед уборкой | |
|--------------------------------------|----------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности |
| Вспашка | 0,25...10 | 73,2 | 2,73 | 69,8 | 2,31 | 63,0 | 1,70 |
| | > 10 | 18,2 | | 19,5 | | 29,5 | |
| | < 0,25 | 8,6 | | 10,7 | | 7,5 | |
| Чизельное рыхление | 0,25...10 | 78,2 | 3,58 | 76,9 | 3,32 | 76,0 | 3,16 |
| | > 10 | 13,9 | | 13,4 | | 17,2 | |
| | < 0,25 | 7,9 | | 9,7 | | 6,8 | |
| Комбинированная агрегатная обработка | 0,25...10 | 70,5 | 2,39 | 60,0 | 1,50 | 67,0 | 2,03 |
| | > 10 | 19,9 | | 29,4 | | 21,9 | |
| | < 0,25 | 9,6 | | 10,6 | | 11,1 | |
| Дискование | 0,25...10 | 75,0 | 3,00 | 73,7 | 2,80 | 73,9 | 2,83 |
| | > 10 | 16,9 | | 17,5 | | 19,3 | |
| | < 0,25 | 8,1 | | 8,8 | | 6,8 | |

Влияние приемов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав (2014 г.)

| Прием обработки | Фракции, мм | Перед севом | | Фаза цветения | | Перед уборкой | |
|--------------------------------------|----------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности |
| Вспашка | 0,25...10 | 68,7 | 2,19 | 66,3 | 1,98 | 65,3 | 1,88 |
| | > 10 | 23,4 | | 25,3 | | 27,5 | |
| | < 0,25 | 7,9 | | 8,4 | | 7,2 | |
| Чизельное рыхление | 0,25...10 | 74,4 | 2,90 | 70,9 | 2,44 | 73,8 | 2,82 |
| | > 10 | 17,3 | | 18,9 | | 20,1 | |
| | < 0,25 | 8,3 | | 10,2 | | 6,1 | |
| Комбинированная агрегатная обработка | 0,25...10 | 72,1 | 2,58 | 70,6 | 2,40 | 70,5 | 2,40 |
| | > 10 | 17,7 | | 20,1 | | 22,4 | |
| | < 0,25 | 10,2 | | 9,3 | | 7,1 | |
| Дискование | 0,25...10 | 70,8 | 2,42 | 68,2 | 2,14 | 72,6 | 2,65 |
| | > 10 | 19,0 | | 21,3 | | 19,9 | |
| | < 0,25 | 10,2 | | 10,5 | | 7,5 | |

Влияние приемов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав (среднее за 2011-2014 гг.)

| Прием обработки | Фракции, мм | Перед севом | | Фаза цветения | | Перед уборкой | |
|--------------------------------------|----------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности | Содержание агрегатов в слое 0...30 см, % | Коэффициент структурности |
| Вспашка | 0,25...10 | 67,3 | 2,06 | 64,6 | 1,82 | 61,7 | 1,61 |
| | > 10 | 23,8 | | 25,0 | | 30,7 | |
| | < 0,25 | 8,9 | | 10,4 | | 7,6 | |
| Чизельное рыхление | 0,25...10 | 75,3 | 3,05 | 73,0 | 2,70 | 73,0 | 2,70 |
| | > 10 | 16,2 | | 17,3 | | 19,6 | |
| | < 0,25 | 8,5 | | 9,7 | | 7,4 | |
| Комбинированная агрегатная обработка | 0,25...10 | 68,9 | 2,22 | 61,9 | 1,62 | 66,4 | 1,98 |
| | > 10 | 20,5 | | 27,5 | | 22,9 | |
| | < 0,25 | 10,6 | | 10,6 | | 10,7 | |
| Дискование | 0,25...10 | 72,4 | 2,62 | 69,8 | 2,31 | 71,9 | 2,56 |
| | > 10 | 18,5 | | 20,4 | | 20,4 | |
| | < 0,25 | 9,1 | | 9,8 | | 7,7 | |

Влияние приемов основной обработки на потенциальную засоренность почвы, млн. шт/га

| Прием обработки | Слой почвы, м | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее по годам | |
|---|---------------|---------|---------|---------|---------|------------------|------|
| | | | | | | млн шт/га | % |
| Вспашка (20-22 см) | 0–0,1 | 47,2 | 49,4 | 49,2 | 48,4 | 48,6 | 27,4 |
| | 0,1–0,2 | 51,0 | 52,7 | 51,2 | 52,9 | 51,9 | 29,3 |
| | 0,2–0,3 | 75,8 | 76,2 | 77,3 | 77,1 | 76,6 | 43,3 |
| | 0–0,3 | 174,0 | 178,3 | 177,7 | 178,4 | 177,1 | 100 |
| Чизельное рыхление (25-27 см) | 0–0,1 | 75,6 | 75,8 | 76,8 | 77,3 | 76,3 | 40,8 |
| | 0,1–0,2 | 67,8 | 69,1 | 65,9 | 67,4 | 67,6 | 36,1 |
| | 0,2–0,3 | 41,9 | 45,4 | 43,3 | 42,1 | 43,2 | 23,1 |
| | 0–0,3 | 185,3 | 190,3 | 186,0 | 186,8 | 187,1 | 100 |
| Комбинированная агрегатная обработка (20-22 см) | 0–0,1 | 53,5 | 55,7 | 54,8 | 53,8 | 54,5 | 30,8 |
| | 0,1–0,2 | 59,4 | 61,9 | 59,2 | 60,9 | 60,3 | 34,0 |
| | 0,2–0,3 | 61,5 | 62,1 | 62,5 | 63,4 | 62,4 | 35,2 |
| | 0–0,3 | 174,4 | 179,7 | 176,5 | 178,1 | 177,2 | 100 |
| Дискование (10-12 см) | 0–0,1 | 111,6 | 112,7 | 113,9 | 112,8 | 112,8 | 50,3 |
| | 0,1–0,2 | 48,5 | 50,1 | 48,8 | 49,4 | 49,2 | 21,9 |
| | 0,2–0,3 | 62,9 | 63,3 | 60,5 | 63,5 | 62,5 | 27,8 |
| | 0–0,3 | 223,0 | 226,1 | 223,2 | 225,7 | 224,5 | 100 |

Численность и видовой состав сорных растений в посевах подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы
(фаза цветения подсолнечника)

| Видовой состав сорных растений | Количество сорных растений, шт./м ² | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2011 г. | | | | 2012 г. | | | | 2013 г. | | | | 2014 г. | | | |
| | 1* | 2* | 3* | 4* | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Яровые ранние | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Марь белая | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Горец вьюнковый | - | - | - | 1 | - | - | 1 | 2 | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 |
| Горчица полевая | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | 2 |
| Овсюг обыкновенный | - | 1 | 1 | 2 | - | 1 | - | 2 | - | 1 | 2 | 3 | - | 1 | 1 | 3 |
| Яровые поздние | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Щирица запрокинутая | 5 | 6 | 7 | 9 | 4 | 5 | 5 | 7 | 4 | 5 | 5 | 8 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| Амброзия полыннолистная | 4 | 6 | 5 | 7 | 3 | 6 | 6 | 9 | 3 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| Куриное просо | 5 | 7 | 8 | 9 | 4 | 5 | 5 | 8 | 6 | 8 | 9 | 10 | 5 | 8 | 7 | 9 |
| Щетинник сизый | 3 | 6 | 7 | 9 | 4 | 5 | 5 | 7 | 4 | 6 | 7 | 9 | 4 | 6 | 5 | 7 |
| Портулак огородный | 4 | 6 | 7 | 8 | 4 | 4 | 6 | 7 | 3 | 5 | 5 | 9 | 3 | 6 | 5 | 8 |
| Зимующие | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подмаренник цепкий | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Корнеотпрысковые | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вьюнок полевой | 6 | 8 | 9 | 11 | 4 | 5 | 5 | 8 | 5 | 8 | 9 | 9 | 6 | 6 | 8 | 10 |
| Осот полевой | 3 | 4 | 6 | 8 | 2 | 4 | 6 | 7 | 4 | 5 | 7 | 9 | 4 | 4 | 5 | 8 |
| Горчак розовый | 2 | 5 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 6 | 3 | 4 | 4 | 8 | 4 | 7 | 6 | 9 |
| Всего | 35 | 54 | 60 | 79 | 30 | 41 | 47 | 70 | 34 | 52 | 58 | 79 | 37 | 53 | 52 | 78 |

*Примечание: 1 – вспашка, 2 – чизельное рыхление, 3 – комбинированная агрегатная обработка, 4 – дискование.

Численность и видовой состав сорных растений в посевах подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы
(фаза полной спелости подсолнечника)

| Видовой состав сорных растений | Количество сорных растений, шт./м ² | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2011 г. | | | | 2012 г. | | | | 2013 г. | | | | 2014 г. | | | |
| | 1* | 2* | 3* | 4* | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Яровые ранние | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Горец вьюнковый | - | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Яровые поздние | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Щирица запрокинутая | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| Амброзия полыннолистная | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Куриное просо | 6 | 7 | 6 | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 9 | 8 | 10 | 8 | 7 | 8 | 10 |
| Щетинник сизый | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 8 | 6 | 7 |
| Портулак огородный | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Зимующие | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подмаренник цепкий | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - |
| Корнеотпрысковые | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вьюнок полевой | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Осот розовый | 1 | - | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| Всего | 19 | 21 | 24 | 28 | 17 | 21 | 19 | 24 | 21 | 25 | 23 | 29 | 19 | 19 | 21 | 26 |

*Примечание: 1 – вспашка, 2 – чизельное рыхление, 3 – комбинированная агрегатная обработка, 4 – дискование.

Масличность подсолнечника в зависимости от приемов обработки почвы, %

| Прием обработки | Повторность | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Среднее за 2011-2014 гг. |
|--------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Вспашка | I | 50,4 | 46,6 | 49,2 | 48,6 | 49,5 |
| | II | 53,2 | 48,9 | 53,4 | 47,1 | 50,7 |
| | III | 54,9 | 50,5 | 51,8 | 50,2 | 51,1 |
| | Среднее за год | 52,8 | 48,7 | 51,5 | 48,6 | 50,4 |
| Чизельное рыхление | I | 49,9 | 46,6 | 50,3 | 46,6 | 49,1 |
| | II | 53,9 | 49,4 | 53,1 | 48,2 | 50,4 |
| | III | 51,7 | 47,0 | 51,7 | 49,5 | 50,0 |
| | Среднее за год | 51,8 | 47,7 | 51,7 | 48,1 | 49,8 |
| Комбинированная агрегатная обработка | I | 49,5 | 47,2 | 49,0 | 46,7 | 48,9 |
| | II | 53,2 | 45,5 | 51,4 | 48,4 | 49,6 |
| | III | 51,7 | 48,8 | 52,5 | 49,6 | 49,9 |
| | Среднее за год | 51,5 | 47,2 | 51,0 | 48,2 | 49,5 |
| Дискование | I | 48,8 | 46,3 | 49,1 | 47,8 | 48,5 |
| | II | 50,2 | 46,9 | 50,8 | 49,3 | 49,3 |
| | III | 52,6 | 48,5 | 52,3 | 46,6 | 49,5 |
| | Среднее за год | 50,5 | 47,2 | 50,7 | 47,9 | 49,1 |