ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

На правах рукописи

ТИТОВСКАЯ ЛЮДМИЛА СЕРГЕЕВНА

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Специальность 06. 01. 01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор
Котлярова Е.Г.

Орел– 2018

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ……...……..4
1. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ (ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, МИКРОУДОБРЕНИЯ И РЕГУЛЯТОР РОСТА) НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА….....11
1.1. Изменение агрофизических и агрохимических свойств почв под влиянием способов основной обработки почвы……...…….11
1.2. Влияние минимизации обработки почвы на засоренность посевов …...28
1.3. Агрономическая эффективность комплексных минеральных удобрений и регулятора роста...…….34
2. СХЕМА, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА……...…..38
2.1. Схема и методика проведения опыта……..….38
2.2. Х арактеристика почвенно-климатических условий района проведения исследований ……..…43
2.3. Погодные условия периода исследований ……....45
ГЛАВА 3. ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ…….…...…….…...48
3.1. Изменчивость показателей водного режима в зависимости от интенсивности обработки
3.2. Влияние выбора способа основной обработки почвы на ее плотность....53
3.3. Агрегатный состав почвы и водопрочность ее структуры ……...…….57
4. АГРОХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВО ПОЧВЫ…….64
4.1. Динамика содержания доступных для растений форм макроэлементов в почве ……..64
4.2. Влияние способа основной обработки почвы на изменение содержание в почве подвижных форм микроэлементов.……...……...……68
4.3. Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы……73
4.4. Уровень засоренности посевов подсолнечника в зависимости от интенсивности основной обработки почвы ……..…..77

5. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗЕТЕЛИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИК…….....82
5.1. Густота стояния растений подсолнечника…….……..…82
5.2. Высота растений подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов…….……..84
5.3. Изменчивость диаметра стеблей растений подсолнечника ……..87
5.4. Площадь листовой поверхности растений подсолнечника и его посев....89
5.5. Влияние основной обработки почвы и удобрений на диаметр корзинки растений изучаемых гибридов ……..……..95
5.6. Зависимость продукционных свойств гибридов подсолнечника от биометрических показателей их растений……..…….……98
6. ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ……..102
6.1. Масса 1000 семян и выполненность корзинки растений подсолнечника...102
6.2. Урожайность маслосемян гибридов подсолнечника……106
6.3. Масличность гибридов подсолнечника и сбор масла …….…….....110
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА …….….....118
7.1. Показатели экономической эффективности возделывания подсолнечника……..... 118
7.2. Влияние изучаемых элементов технологии возделывания подсолнечника на ее биоэнергетическую эффективность……...…… 122
7.3. Интегральный показатель совокупной агроэкономической эффективности…….126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……...128
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ ……..131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….…..……132

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Широкий ассортимент продукции определяет высокий спрос на маслосемена подсолнечника как в нашей стране, так и за рубежом. Подсолнечник – это культура, имеющая не только высокую пищевую и кормовую ценность, но и наиболее высокую доходность. Занимая десятую часть посевных площадей сельскохозяйственных предприятий, он приносит до трети всей прибыли растениеводства. Увеличение объемов производства подсолнечника реализуется в основном за счет расширения площади его посевов. На практике это приводит к нарушению севооборотов, ухудшению фитосанитарной обстановки, конфликту с основами высокоэффективного экологически безопасного ведения отрасли.

Вследствие высокого коэффициента эрозионной опасности посевов и длительного периода возврата культуры возможности, увеличения производства маслосемян за счет расширения посевной площади на территориях со сложным эрозионно-опасным рельефом, преобладающих в Центральном Черноземье, весьма ограничены, а в юго-западной части зоны (Белгородская область) уже исчерпаны. Поэтому единственный резерв повышения продуктивности подсолнечника – это совершенствование элементов его технологии с учетом экономической ситуации при постоянно растущей стоимости техники, энергоресурсов и других средств.

Наиболее действенно регулирование биопродукционного процесса происходит через оптимизацию почвенных условий и фотосинтеза. В связи с этим изучение направленности и интенсивности воздействия способов основной обработки почвы и листовых подкормок комплексными минеральными удобрениями и в сочетании их с регулятором роста на высокопродуктивные экологически устойчивые гибриды подсолнечника из разных групп спелости весьма актуально. Это позволит разработать новые интенсивные, адаптивные ресурсосберегающие технологии возделывания культуры.

Цель исследований – повышение продуктивности и экономической эффективности возделывания гибридов подсолнечника в юго-западной части

Центрального Черноземья на основе оценки действия и взаимодействия способов основной обработки чернозема типичного и комплексных минеральных удобрений отдельно и в сочетании с регулятором роста.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние способов основной обработки почвы на агрофизические, агрохимические и биологические свойства чернозема типичного.
2. Оценить изменчивость биометрических параметров гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы, применения комплексных минеральных удобрений и регулятора роста.
3. Определить наиболее эффективное сочетание изучаемых в работе факторов по показателям продуктивности подсолнечника (масса 1000 семян, доля выполненных семян в корзинке, урожайность, масличность семян, сбор масла).
4. Дать экономическую и биоэнергетическую оценку основным элементам интенсификации технологии возделывая подсолнечника.
5. Разработать рекомендации по выбору способа основной обработки почвы, комплексного минерального удобрения, регулятора роста и гибрида при возделывании подсолнечника в юго-западной части ЦЧЗ.

Научная новизна исследований.

Впервые в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны дана комплексная оценка влияния основных элементов технологии возделывания подсолнечника (способов основной обработки почвы, комплексных минеральных удобрений, регулятора роста и гибридов) на показатели плодородия чернозема типичного, продуктивности подсолнечника, энергетической и экономической эффективности.

Показано, что в зоне неустойчивого увлажнения безотвальный способ основной обработки почвы способствовал более рациональному (на 12,5%) использованию влаги растениями подсолнечника, поддержанию в оптимальном состоянии плотности почвы (1,00-1,15 г/см^3), достоверному повышению биологической активности верхнего слоя почвы (на 2,6-3,6%), оптимальному

обеспечению растений культуры азотом и фосфором в течение вегетации: их содержание к уборке увеличилось на 20,7-33,6 и 40,7-104,6 мг/кг почвы.

Доказана необходимость сочетания в системе семеноводства хозяйств гибридов подсолнечника разных сроков созревания: среднепозднего гибрида Опера ПР, как наиболее продуктивного (3,05 т/га, 1523 кг/га масла), хотя и менее стабильного (C_v=26,5-23,7%) и раннеспелого гибрида Джаззи, чуть менее урожайного (2,90 т/га, 1482 кг/га масла), но гораздо более устойчивого (C_v=8,6-3,0%) в изменчивых экологических условиях.

Установлена эффективность комплексных минеральных удобрений, которые способствовали получению прибавки урожайности 0,28-0,49 т/га или 10,8-18,8%. Плантафол обеспечивал повышение содержания масла в семенах более продуктивных гибридов Опера ПР и Джаззи на 0,77 и 1,33% и увеличение сбора масла на 22%. Сочетание Поли-фида с Альбитом обусловило рост сбора масла на 19%, а на фоне вспашки превысило действие Плантафола на 7,4%.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Полученные результаты расширяют знания об эффективности элементов технологии возделывания подсолнечника – способов основной обработки почвы, удобрений, регулятора роста и гибридов – в зависимости от их сочетания, что позволит обеспечить производство интенсивными наиболее адаптированными к техническим, финансовым и технологическим условиям вариантами.

Применение безотвального способа основной обработки почвы под подсолнечник двух гибридов раннеспелого Джаззи и среднепозднего Опера ПР, посевы которых обрабатываются комплексными минеральными удобрениями Плантафолом (3кг/га) или Поли-фидом (3 кг/га) вместе с Альбитом (0,03 л/га), способно обеспечить урожайность до 3,3 т/га, сбор масла 1,7 т/га, условно чистый доход 18-20 тыс. руб./га при уровне рентабельности до 154%. При использовании вспашки в качестве основной обработки почвы в

хозяйствах необходимо предпочесть среднепоздний гибрид Опера ПР и применение Поли-фида (3 кг/га) в сочетании с Альбитом (0,03 л/га).

При необходимости использования вспашки в качестве основной обработки почвы в хозяйствах предпочесть среднепоздний гибрид Опера ПР и применение Поли-фида (3 кг/га) в сочетании с Альбитом (0,03 л/га).

Материалы диссертационного исследования рекомендуется использовать для совершенствования технологии возделывания подсолнечника в хозяйствах юго-западной части Центрального Черноземья, а также в учебном процессе при изучении следующих дисциплин: «Земледелие», «Растениеводство, «Системы земледелия».

Основные защищаемые положения

1. Вспашка в качестве способа основной обработки почвы под подсолнечник положительно влияет на агрофизические и биологические свойства чернозема типичного, но не дает преимуществ по показателям продуктивности и экономической эффективности.

2. Сочетание в производстве гибридов подсолнечника разных сроков созревания (раннеспелого Джаззи и среднепозднего Опера ПР) обеспечивает стабилизацию производства маслосемян и достижение высокой продуктивности.

3. Обработка посевов подсолнечника комплексными минеральными удобрениями Поли-фидом (3 кг/га) совместно с регулятором роста Альбит (0,03 л/га) и Плантафолом (3 кг/га) способствует повышению урожайности и масличности семян, экономической и энергетической эффективности.

4. Многовариантность эффективных сочетаний факторов обработки почвы, гибридов, удобрений и регулятора роста повышает адаптивность их применения в зависимости от технической и финансовой оснащённости, технологической необходимости.

Достоверность и апробация результатов исследований подтверждается анализом теоретических достижений российских и зарубежных ученых, значительным объёмом экспериментальных данных, полученных в соответ-

ствии с обоснованной схемой опыта, с использованием апробированных методик, необходимого количества наблюдений, учетов и анализов, статистической обработкой результатов исследований.

Основные результаты исследований опубликованы в периодических изданиях и доложены на заседаниях Ученого совета агрономического факультета и кафедры земледелия и агрохимии ФГБОУ ВПО БелГСХА (2012, 2013, 2014 гг.) и кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО БелГАУ им. В.Я. Горина (2018 г.), на конференциях различного уровня, проходивших в ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА (Белгород, 2012-2013 гг.), ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ (Курск, 2018), ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Воронеж, 2018), ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (Ижевск, 2018).

Публикации результатов исследований:

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Титовская, Л.С.** Факторы повышения урожайности и экономической эффективности возделывания подсолнечника / Л.С. Титовская, А.И. Титовская, Е.Г. Котлярова // Нива Поволжья. – 2018. - № 3 (48). – С. 67-73.

2. **Титовская, Л.С.** Влияние способов основной обработки почвы и комплексных минеральных удобрений на показатели продуктивности гибридов подсолнечника / Л.С. Титовская, А.И. Титовская, Е.Г. Котлярова // Успехи современного естествознания. – 2018. - № 8. – С. 91-95. URL: http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36842 (дата обращения: 17.09.2018).

3. Котлярова, Е.Г. Изменчивость биометрических параметров гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и листовых подкормок / Е.Г. Котлярова, **Л.С. Титовская** // Вестник Мичуринского ГАУ. - 2018. - № 2. - С. 17-23.

В прочих изданиях:

4. **Титовская, Л.С.** Влияние способов основной обработки почвы на контроль численности сорняков в посевах подсолнечника / Л.С. Титовская, Е.Г. Котлярова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Международной научно-практической конференции, по-

священной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почетного работника высшей школы Российской Федерации профессора Вячеслава Павловича Ковриго, 24-25 мая 2018 г.; ФГБУН Удмуртский ФИЦ УрО РАН. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 174-176.

5. **Титовская, Л.С.** Биологические свойства чернозема типичного в зависимости от способа основной обработки под подсолнечник / Л.С. Титовская, Е.Г. Котлярова // Кадастровое и эколого-ландшафтное обеспечение землеустройства в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 239-243. (**0,3/0,2**).

6. **Титовская, Л.С.** Водопрочность почвенных агрегатов в зависимости от способов основной обработки под подсолнечник / Л.С. Титовская // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общества почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2018. – С. 457-459.

7. Котлярова, Е.Г. Засоренность посевов подсолнечника в зависимости от способа основной обработки почвы / Е.Г. Котлярова, **Л.С. Титовская** // «Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства». Материалы международной научно-производственной конференции. – п. Майский: Изд-во Белгородской ГСХА, 2013. – С. 19.

8. Котлярова, Е.Г. Водный режим почвы под подсолнечником в зависимости от способа основной обработки почвы / Е.Г. Котлярова, **Л.С. Титовская** // «Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства». Материалы международной научно-производственной конференции. – п. Майский: Изд-во Белгородской ГСХА, 2013. – С. 32.

9. **Титовская, Л.С.** Эффективность применения комплексных минеральных удобрений на подсолнечнике / Л.С. Титовская, Е.А. Сиротенко, А.И. Ти-

товская // Материалы международной студенческой научной конференции. Том 1. – Белгород: Издательство Белгородской ГСХА, 2013. – С. 48.

10. **Титовская, Л.С.** Влияние комплексных минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника / Л.С. Титовская, Е.А. Сиротенко, А.И. Титовская // Материалы международной студенческой научной конференции. Том 1. – Белгород, 2012. Издательство Белгородской ГСХА. – С. 52.

11. **Титовская, Л.С.** Влияние приемов основной обработки под подсолнечник на агрофизические показатели и микробиологическую активность почвы / Л.С. Титовская, А.М. Монаков, А.И. Титовская // Материалы международной студенческой научной конференции. Том 1. – Белгород, 2012. Издательство Белгородской ГСХА. – С. 53.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 161 странице машинописного текста и состоит из введения, 7 глав, 23 таблиц, 12 рисунков, заключения, предложения производству, списка литературы, который включает 301 источник, из которых 22 иностранных.

Автор выражает благодарность руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры земледелия, агрохимии и экологии Екатерине Геннадьевне Котляровой, коллективу кафедры земледелия, агрохимии и экологии, а также кандидату с.-х. наук, заведующему лабораторией по изучению систем земледелия БелГАУ Смурову Сергею Ивановичу и коллективу этой лаборатории за помощь в проведении исследований.

1. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ (ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, МИКРОУДОБРЕНИЯ И РЕГУЛЯТОР РОСТА) НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА

1.1. Изменение агрофизических и агрохимических свойств почв под влиянием способов основной обработки почвы

Обработка почвы в регулировании почвенных условий жизни растений занимает важное место. Основная роль обработки заключается в создании оптимального состояния пахотного и посевного слоев, окультуривании почвы и борьбе с засоренностью полей. Ее значение особенно возрастает при внесении удобрений и мелиорантов, а также создании оптимальных условий для повышения всхожести семян сельскохозяйственных культур.

В последнее время в сельскохозяйственном производстве особенно остро встает вопрос энерго- и ресурсосбережения, и многие сельхозтоваропроизводители переходят на технологии, предусматривающие минимизацию основной обработки почвы, и даже полный отказ от нее (Румянцев, Орлова, 2005). Кроме снижения экономических затрат целесообразность такого приема зачастую связывают с необходимостью накопления гумуса в почве и повышения ее противоэрозионной устойчивости (Куликова, Карпов, Семенова, 2003).

Система обработки почвы – одно из основных мероприятий в выращивании сельскохозяйственных культур. Обработка почвы является наиболее активным методом в изменении свойств почвы. Сильнее всего обработка почвы оказывает влияние на водно-физические свойства, что приводит к увеличению пористости, аэрации почвы и усилению обмена веществ с окружающей средой.

Обработка почвы является одним из главных средств по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений, с ее помощью создаются наиболее

благоприятные условия для развития корневой системы, для заделки пожнивно-корневых остатков и минеральных и органических удобрений.

Важность обработки почвы была отмечалась при зарождении науки о сельском хозяйстве. Так, ученый А.Т. Болотов в своей работе «О разделении полей», которая была опубликована в 1771 году, отметил, что основное требование, предъявляемое к обработке почвы, сводится к тому, что земля должна быть, насколько возможно глубже вспахана и мягче обработана.

Но уже в 80-е годы XIX века русский ученый И.А. Стебут (1871) указывал, что необходимо осторожнее относиться к глубине вспашки. Также, П.А. Костычев (1898) отмечал, что необходимо разграничивать глубину обработки почвы. Он писал, что при поздней вспашке паров весной в засушливых черноземных областях предпочтительна неглубокая вспашка, при которой дерновый слой прогревается гораздо быстрее.

Механизированная обработка почвы является одним из самых старых технологических приемов в земледелии. За многолетний путь развития приемов от примитивных до интенсивных, обработка почвы осталась наиболее влиятельным, трудоемким и самым проблемным элементом системы земледелия (Макаров, Картамышев, 1998).

Впервые попытались научно обосновать глубину и приемы обработки почвы классики аграрной науки А.Т. Болотов, И.М. Комов и другие. В дальнейшем, развитие теории о влиянии способов обработки на свойства почвы и продуктивность культурных растений отражалось в работах П.А. Костычева (1888), А.В. Советова (1931), В.В. Докучаева (1949, 1951) и др.

В первой половине двадцатого века развитие теории обработки почвы, было направлено, в первую очередь, на обоснование отвальной вспашки плугом с предплужником и глубины пахотного горизонта. Основные положения этой теории сформулировал В.Р. Вильямс (1926). Ее основные положения заключались в том, что к концу развития однолетних культурных растений верхний 10 см слой почвы приобретает пылеватую структуру под механиче-

ским воздействием машин и орудий, по средствам биохимических и физиологических процессов, и как следствие, снижается и плодородие.

Необходимо отметить вклад исследований Н.М. Тулайкова (1921) в развитии научного земледелия в регионах страны, которые подвержены засухе. Он разработал теорию мелкой обработки, которая способствует лучшему задержанию и сохранению влаги в почве.

Вспашка была одним из наиболее распространенных способов обработки почвы до середины двадцатого века. В трудах ученых В.В. Докучаева (1936) и А.В. Советова (1950) отмечалось положительное влияние вспашки как фактора увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур. Ученый В.П. Мосолов (1937) опираясь на данные научно-исследовательских учреждений, сделал вывод, что на черноземах отвальная вспашка способствует созданию более благоприятных агрофизических и агрохимических-свойств почвы, что, в свою очередь, ведёт к росту урожая. Российские ученые П.Н. Баранов (1909) и С.М. Богданов (1909), также были на стороне глубокой отвальной вспашки почвы.

Целесообразность отвальной обработки почвы оспаривалась в конце XX столетия, в течение двадцатого века этот пересмотр основ земледелия приобрел вид теории, которая подкреплена с практической стороны.

По мнению С.М. Скорнякова (1989) плужная обработка почвы привела к катастрофическим последствиям. Это одна из причин пересмотра традиционной отвальной обработки почвы.

В своих многолетних исследованиях А.А. Измаильский (1937-1951) утверждал, что глубина основной обработки почвы оказывает влияние на накопление влаги и содержание ее в почве. К похожим выводам пришел и ученый К.А. Тимирязев (1951, 1968).

Одним из первых в России И.Е. Овсинский (1899) предложил обрабатывать почву без оборота пласта. Ученый утверждал, что чернозем способен задержать достаточное количество влаги и воздуха в почве. Для этого требуется сохранить в почве капиллярность и предотвратить пересыхание. В рабо-

тах американского ученого Э. Фолкнера (1959) можно проследить дальнейшее развитие теории безотвальной обработки почвы.

Академик и известный новатор в земледелии, Т.С. Мальцев (1954), категорично отрицал классическую отвальную обработку. Используя данные многолетних исследований Мальцев сделал вывод, что при бесплужной обработке почва может накапливать и сохранять влагу из выпавших осадков не меньше, чем вспаханная плугом почва. В почвенно-климатических условиях Курганской области в начале 50-х годов ученый предложил технологию основной обработки почвы, которая включала в себя глубокое безотвальное рыхление на 35-40 см с последующей поверхностной обработкой почвы дисковыми лущильниками на глубину 10-12 см в сцепке с боронами в течение 5 лет.

В связи с высокой энергоемкостью обработки почвы к ней в последнее время проявляется повышенный интерес. Энергетические затраты при производстве единицы сельскохозяйственной продукции постоянно повышаются. Согласно расчетам, в 1928 году энергозатраты на 100 калорий продукции составили 48 калорий совокупной энергии, в 1950 году 57 калорий, в 1969 – 70 калорий, а в 1980 году уже 86 калорий (Никонов, 1984). По данным С.А. Воробьева (1977) на обработку почвы затрачивается около 40 % энергетических ресурсов и 25 % трудовых затрат от общего объема сельскохозяйственных работ.

На протяжении последних десятилетий в теории науки о земледелии идут дебаты о направленности основной обработки почвы среди ученых, отдающих предпочтение отвальной вспашке и приверженцев безотвальной обработки почвы плоскорезами. Первые отмечают, что культурная вспашка – лучший вариант, другие утверждают, что отвальная обработка является причиной всех проблем в земледелии (Асыка, 2003).

По данным аналитиков Oil World (Германия), в 2016-2017 гг. площади под подсолнечником значительно увеличились до 25,64 млн. га. Аналогичные тенденции наблюдаются в России в 2018 году, подсолнечником в стране

засеяны рекордные площади около 8 млн. га (Хотько, 2018). Основная задача обработки почвы под подсолнечник - создание наиболее подходящих условий для получения максимального урожая маслосемян. При этом по данным Д.И. Никитчина (1990) факторы, которые определяют систему основной обработки почвы - это агротехническое состояние и тип почв, предшественник культуры и сроки уборки предшественника, уровень засоренности полей и видовой состав сорной растительности, климатические условия. Учитывая все эти факторы, основную обработку почвы в различных природно-климатических зонах и подзонах проводят неодинаково.

По данным исследователей П.У. Бахтина (1969), В.П. Нарциссова (1982), А.И. Бортникова (1987), И.М. Стрельченко (1987) в течении многих лет рекомендуемой системой основной обработки почвы после однолетних культур сплошного сева была двухступенчатая обработка - лущение стерни после уборки культуры и после появления массовых всходов сорных растений - зяблевая вспашка плугами с предплужниками. Предварительное лущение стерни способствует очищению от сорняков и уничтожению вредителей, которые зимуют на жнивье, от всходов падалицы и сорняков (Вильямс, 1939).

В условиях Ставропольского Края вспашка является наиболее эффективной основной обработкой почвы осенью под подсолнечник. Проведенная в оптимальные сроки вспашка позволяет уничтожить большую часть сорной растительности, а также выровнять поля с осени. На отлично обработанной и выровненной пахоте достаточно одной культивации при посеве весной (Ковалик, Мелешко, Тодираш, 1987). В Кулундинской СХОС в 1981-1984 годах проводились исследования основной обработки почвы при использовании почвенного гербицида трефлан, наиболее эффективной оказалась осенняя обработка почвы плоскорезом на глубину 18-20 см, при этом урожайность семян подсолнечника составила 8,3-10,2 ц/га. Весновспашка позволила получить урожайность семянок подсолнечника до 9,4 ц/га. Углубление обработки

почвы с помощью плоскореза до 25-27 см себя не оправдало, а плоскорезная обработка почвы весной на 10-12 см показала минимальную урожайность.

В исследованиях В.Г. Яценко и А.Т. Калинина (1971), В.Я. Данькова (1987), Д.М. Иевлева (1990) установлено, что углубление пахотного слоя до 35-40 см и больше в системе основной обработки почвы позволяет улучшить водный и питательный режимы почвы.

Наряду со сторонниками отвальной обработки почвы, существуют и те, кто против данного агрономического приема. Некоторые ученые (Моргун, 1979, Шикула, 1983; Коломиец, 1993) утверждают, что вспашка с оборотом пласта зачатую приводит к пылеватой структуре почвы, что приводит, в последствии, к развитию эрозии. По их мнению, вспашка не позволяет поддержать и воспроизвести плодородие почвы, а также требует не только энергетических, но и значительных материальных затрат. В связи с этим существует необходимость в изучении и поиске противоэрозионных, энергосберегающих способов основной обработки почвы под пропашные культуры.

Под кураторством ученого А.И. Бараева (1963-1967) во Всероссийском институте зерновых культур в Шортандах разрабатывалась почвозащитная система земледелия, которая исключает осеннюю вспашку с оборотом пласта и заменяет ее на безотвальную обработку почвы. Данная система призвана защищать почву от ветровой эрозии (Зайцева, 1969).

В своих работах Н.К. Шикула, А.В. Демиденко и В.А. Слепцов отмечали, что сравнивая два способа основной обработки почвы под подсолнечник – отвальной вспашки и обработки почвы плоскорезом на глубину 25-27 см урожай маслосемян варьировал незначительно и доходил до 19,7 и 20,2 ц/га соответственно.

По данным исследований, проведенных в условиях Великих Равнин США в 1985-1996 годах, влияния способов основной обработки почвы на продуктивность подсолнечника, при увеличении годового количества осадков до 574 мм, лучший показатель продуктивности - 15,5 ц/га - получили при

минимальной обработке, при «ноутил» - 14,6 ц/га и 14,5 ц/га — при отвальной обработке (Мамаева, 2001).

В своей работе А.М. Мичурин (2007) сравнивал приемы основной обработки почвы под подсолнечник. Из чего был сделан вывод, что продуктивность посевов подсолнечника при весенней вспашке на глубину до 20 см практически не отличалась от урожайности при плоскорезной обработке весной на ту же глубину, и составила 0,91 и 0,94 т/га соответственно. При этом урожайность подсолнечника на варианте с осенней плоскорезной обработкой уступает, указанным выше, обработкам от 0,21 до 0,24 т/га маслосемян. С увеличением интенсификации сельскохозяйственного производства, когда применяются гербициды, влияние способа основной обработки почвы под подсолнечник уменьшается.

Проведенные И.Я. Давлятовым (2007) и А.А. Громовым (2006) исследования в Оренбургской области свидетельствовали о том, что урожайность подсолнечника была наибольшей при применении вспашки на глубину 25-27 см, следом на обработке почвы СибИМЭ и самой низкой была урожайность при «нулевой» обработке.

Таким образом, в настоящее время в мировом земледелии имеют место несколько абсолютно различных технологий обработки почвы, среди которых обработка почвы с оборотом пласта и безотвальная. Сельскохозяйственная наука собрала достаточно информации, которая подтверждает эффективность использования и того и другого способа обработки почвы. Имеющиеся в литературе материалы зачастую противоречат друг другу. Вопрос теории обоснования системы основной обработки почвы для определенных условий почвенно-климатической зоны, для отдельной культуры, является достаточно сложной и многовариантной. Существует необходимость в изучении механизма влияния обработки почвы на рост и развитие подсолнечника, на способы повышение экономической и биоэнергетической эффективности его выращивания.

Водный режим. Многолетний опыт в земледелии показывает, что способы регулирования водного режима в почве в основном зависят от приемов ее обработки.

Необходимо, чтобы система приемов обработки почвы воздействовала на накопление и сохранение влаги в ней, влияла на поддержание и воспроизводство плодородия и должна носить почвозащитный и противоэрозионный характер (Долотин, 2001).

По данным авторов С.Ю. Булыгин (1985, 1992), Н.К. Шикула (1990), наиболее благоприятный водный режим почвы по сравнению с отвальной обработкой достигается при применении плоскореза. По мнению авторов, это объясняется несколькими причинами. Применение безотвальной обработки дает возможность лучше усваивать осадки осенью благодаря уменьшению потерь на испарение с почвенной поверхности, которому способствует отсутствие гребней и мульча от остатков стерни.

Также, по мнению С.И. Смурова (1999), В.В. Медведева (1999), Й. Бишоффа (2009) при замене вспашки на безотвальное рыхление происходит увеличение запасов продуктивной влаги в почве относительно вспашки.

Исследователи Ю.П. Буряков (1985) и А.К. Лысенко (1989) в своих опытах отмечают, что более благоприятный водный режим складывался по безотвальным обработкам по сравнению с отвальной вспашкой.

В своей работе А. А. Борин (2009) говорит о том, что способы основной обработки почвы не оказывают значительного влияния на содержание влаги в метровом слое почвы. Однако, при обработке без оборота пласта влажность пахотного слоя почвы была выше, что связано с отсутствием оборота пласта и потери влаги через испарение с поверхности.

Также в своих исследованиях В.И. Трусов, А.М. Новичихин (2012) и В.А. Воронцов (2013) отмечают, что достоверных различий по запасам продуктивной влаги в весенний период между различными системами обработки почвы выявлено не было.

По данным авторов при ежегодной глубокой отвальной и безотвальной обработках чернозем насильно содержится в условиях повышенной аэрации, что приводит к снижению содержания влаги в почве за счет испарения воды (Колмаков, Нестеренко, 1981).

За счет быстрого роста корневой системы, которая может достигать глубины 2-3 м, подсолнечник практически не зависит от количества влаги и от ее доступности в почве. Данная культура рационально потребляет как доступные элементы питания из верхних слоев почвы, так и влагу из более глубоких слоев за счет формирования мощных корней. Необходимо, чтобы обработка почвы обеспечивала чистоту полей под подсолнечником от сорняков и оптимальную густоту стояния растений (Бушнев, 2009).

Исследования Н.И. Придворева и В.В. Верзилина (2009) показали, что в среднем за три года запас продуктивной влаги в слое 0-150 см на варианте со вспашкой был на 7 % больше, чем на варианте с обработкой почвы плоскорезом. Урожайность подсолнечника по безотвальной обработке была меньше, чем по вспашке в период исследований на 18,5-24,7 %.

По данным И.Н. Филимонова (2011) при использовании мелкой основной обработки запасы влаги в метровом слое перед посевом были на6-8 мм меньше, чем при вспашке и глубоком безотвальном рыхлении.

На опытном поле Белоцерковского сельскохозяйственного института, в условиях лесостепи Украины, за пять лет наблюдений в весенний период в слое почвы 0-100 см наибольшее количество доступной влаги содержалось на варианте с отвальной вспашкой (190 мм). После безотвальной и поверхностной обработки ее накапливалось значительно меньше - 176 и 170 мм соответственно (Павловский и др., 1989).

В условиях НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, исследователь А.Ф. Витер (1982) на основании своих данных сделал вывод, что обработки почвы без оборота пласта уступают вспашке по накоплению и содержанию доступной влаги. В фазе вегетации "посев - всходы" запасы продуктивной влаги в

1,5 метровом слое по вспашке на глубину до 22 см составили 278,9 мм, а по безотвальной обработке - 256,0 мм.

Так же в Куйбышевском НИИСХ в 1971-1980 гг. при применении мелкой безотвальной обработки почвы запас влаги к моменту весеннего посева уменьшался, что привело к снижению продуктивности зерновых и пропашных культур, в сравнении с отвальной вспашкой (Неясов, Корчагин, 1981).

Многие учёные в своих работах отмечают, что плоскорезная обработка почвы не имеет плюсов по сравнению с другими обработками в накоплении и расходовании влаги в период вегетации культуры: в условиях Украинского НИИ земледелия, в Белгородской ГСХА, в Мордовии, в Ростовской области, во ВНИИСС (Грицай, Коломиец, 1981; Смуров; Костров, Каргин, 1978; Белевцев, Медведев, Зорин, 1977; Корниенко, Сергеев, Ренгач, 1996).

Таким образом, анализ источников литературы свидетельствует о том, что единого мнения о влиянии способов основной обработки почвы на накопление и запасы продуктивной влаги нет.

Структура почвы. Структурное состояние почвы, характеризуется содержанием агрегатов разного размера и является основным условием проявления почвенного плодородия. Известные ученые П.А. Костычев (1896), К.К. Гедройц (1909), В.Р. Вильямс (1939) исследовали влияние структуры на плодородие и разрабатывали теоретические основы структурообразования почвы. Ими было установлено, что в оструктуренной почве существует положительное соотношение воздуха и воды, почва отличается рыхлостью, водопроницаемостью, способна хорошо задерживать влагу. Структурные почвы могут обеспечить высокий запас доступной влаги, который составляет 80-85% от количества осадков.

В исследованиях И.В. Кузнецовой (1978), проведенных в Ростовской области, отмечается, что на южных чернозёмах наиболее благоприятные условия для роста и развития растений складываются тогда, когда содержание водопрочных агрегатов размером 0,25-10 мм, составляет не меньше 45%, но

и не больше 75-80%. Иначе, возрастает плотность почвы и повышаются непроизводительные потери влаги на испарение.

На основании опытов, проведенных Н.К. Шикулой и А.Ф. Гнатенко (1989) в колхозе «Депр» в Киевской области, был сделан вывод, что при плоскорезных обработках почвы повышалась не только ее структурность, но и повышалось в сравнении со вспашкой количество водопрочных агрегатов на 7,9-9,0 %.

По данным В.М. Новикова (2008) оструктуренность почвы по разным способам обработки почвы была хорошей, агрономически ценных агрегатов размером 10-0,25 мм содержалось от 65 до 81%. Применение в течение 16 лет плоскорезной и поверхностной обработок по сравнению со вспашкой на 20-22 см обусловило повышение структурности почвы на 0,68-1,97 ед. за счет слоя 10-30 см.

Кубанские ученые М.М. Васютин, М.С. Стругалин, Ю.А. Харченко (1986) отмечали, что вспашка дает возможность поддерживать хорошее структурное состояние почвы. К такому же выводу пришел и И.П. Котоврасов (1984) на Украине.

Также по данным Е.П. Божко и С.И. Баршадской (2005) при ежегодной поверхностной обработке почвы структурно-агрегатный состав ухудшался, количество частиц менее 0,25 мм возрастало до 21,1-24,8%, особенно в слое 0-10 см, коэффициент структурности составил 1,37. А разноглубинная вспашка и плоскорезная обработка обеспечивали лучшее состояние почвы, коэффициент структурности составил 1,98-2,08.

В своих исследованиях В.М. Гармашов и др. (2014) отмечают, что длительное систематическое использование безотвальных способов обработки ухудшает структурно-агрегатный состав почвы, особенно в слое 0-10 см. А наиболее благоприятные физические и физико-химические свойства чернозема складываются при вспашке на глубину 20-25 см.

По мнению И.Л. Макарова (1988) и В.Г. Холмова (1990), улучшение структурного состояния пахотного слоя почвы с помощью вспашки возможно только при условии наличия влаги в почве.

По данным Е.Г. Котляровой, С.М. Лубенцова (2012) структура сложения почвы зависела от способа основной обработки почвы, лучшим данный показатель был на вспашке, коэффициент структурности находился в пределах 5,86-6,76.

В условиях Белгородской ГСХА наиболее благоприятная структура почвы в слое 0-10 см при посеве культуры наблюдалась на делянках со вспашкой. Содержание почвенных агрегатов размером 0,25-10 мм на вспашке было выше на 12-15% в сравнении с глубокой и мелкой безотвальными обработки почвы (Кондратенко, Хмельницкий, Шаповалов, 2002).

Напротив, в тех же почвенно-климатических условиях, ряду других авторов удалось установить, что данный показатель не зависел от способа обработки почвы и содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-10 см составило 72-73% (Смуров, Джалалзаде и др. 2003).

В условиях Краснодарского края применение различных способов основной обработки почвы, которые включали разноглубинную вспашку и поверхностную обработку, исследовалось в течение 6 лет и не оказало достоверного влияния на структуру почвы в слое 0-10 см (Ярославская, Ритер,1983).

И вышесказанного можно сделать вывод, что единого мнения о влиянии способов основной обработки почвы на структурное состояние почвы и водопрочность агрегатов нет, поэтому данный вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

Плотность почвы. Плотность почвы значительно влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, жизнедеятельность почвенной биоты и, следовательно, на развитие культурных растений и урожайность. Оптимальные показатели плотности почвы находятся с зависимости от ее влажности, внесения удобрений и прямо коррелируют с эффективностью и каче-

ством обработки почвы. Изменение данного показателя на 0,1 г/см^3 от оптимальных значений приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур на 10-15 %. Уменьшение продуктивности при повышенной плотности почвы происходит за счет уменьшения числа культурных растений на м^2 (Котлярова, 1990).

В условиях Белгородской области по данным В.Н. Кондратенко, А.А. Хмельницкого, Н.К. Шаповалова (2002) установлено, что показатель плотности в слое почвы 0-30 см составляла 1,12 г/см^3 в период посева по вспашке, что на 0,15-0,17 г/см^3 ниже, чем при безотвальной обработке почвы.

Евсеевым А.В. (1986) из Воронежского ГАУ изучалось влияние способов основной обработки почвы на плотность выщелоченного чернозема и размещение корневой системы. Плотность почвы пахотного горизонта на варианте со вспашкой составила 1,21 г/см^3, а по безотвальной - 1,24 г/см^3. На вспаханных делянках в верхней части пахотного горизонта было сосредоточено до 44% корневой системы растений, а на варианте с плоскорезной обработкой до 62%.

В Курской области Г.Н. Черкасов и др. (2012) проводили исследования, которые показали, что систематическое проведение различных обработок почвы оказываем влияние на ее плотность. Так, наибольшая плотность была отмечена при нулевой обработке почвы, а оптимальные значения данного показателя отмечались по вспашке.

Также, по данным В.М. Гармашова (2011) безотвальные способы основной обработки почвы приводили к повышению показателя плотности в слое 0-40 см по сравнению с отвальной вспашкой, не смотря на это, значение показателя плотности находилось в оптимальных пределах.

По данным Х.Б. Дусаева (1980), в центральной зоне Оренбургского Предуралья в основном плотность почвы зависела от глубины обработки почвы, а не от способа основной обработки. При глубоком безотвальном рыхлении и обработке с оборотом пласта плотность почвы в слое 20-30 см была ниже, чем при мелком рыхлении. При этом, способы основной обработки почвы

также повлияли на содержание гумуса в почве. При отвальных обработках потери гумуса в почвы были значительнее, чем при безотвальных обработках. В Новосибирской области проводились исследования, в которых приемы обработки почвы не оказали значимого влияния на показатель плотности. В верхних слоях по вспашке плотность почвы составила 1,03 и 1,16 г/см^3, а при безотвальной обработке почвы -1,04 и 1,19 г/см^3 соответственно (Иодко, 1990, 1992) .

По данным таких авторов, как А.И. Пупонин, Э.А. Цвирко (1982) и В.И. Санковский (1985), замена вспашки на безотвальную обработку, как глубокую, так и мелкую приводит к снижению показателя плотности почвы.

Исследования, которые проводились Ростовской области в 1974-1982 гг. Титовым, показали, что способы основной обработки почвы: вспашка и обработка почвы плоскорезом под все культуры севооборота, и чередование вспашки с безотвальным рыхлением, не приводили к достоверным изменениям показателей плотности и влажности почвы.

Другие авторы в своих работах отмечали, что на пропашных культурах севоборота достоверных различий в плотности пахотного горизонта при отвальной вспашке и безотвальной обработке в период вегетации культур не наблюдалось. Данная тенденция была отмечена в условиях Николаевской сельскохозяйственной опытной станции, в Каменной степи, в Ивановском СХИ, в Луганском НПО «Элита», в Украинском НИИ земледелия и в Башкирии (Лымарь, Ищенко, 1986; Андрюхов, 1987; Борин, Мальцев, 1995; Краевский, 1995; Гуляка, 2000; Тарарико, Миронов, Заика, 1983; Сираев, Суюндуков, 1995).

По данным некоторых авторов, существенные различия в показателях плотности, которые наблюдались осенью и весной на отвальных и обработках почвы без оборота пласта, в течение вегетационного периода культуры сглаживаются, и плотность пахотного горизонта при уборке культуры становится практически одинаковой (Гармашев, Селиванов, 1986; Семешкина,1994).

В исследованиях В.М. Кильдюшкина (2010) при постоянном проведении поверхностной обработки плотность почвы в горизонте 0-40 см не превышала 1,32 г/см ^{3}, а при использовании отвальной обработки отмечено увеличение плотности до 1,38 г/см^3.

По мнению Н.Л. Кураченко (2010), отрицательным последствием длительной распашки черноземов является переуплотнение почвы и значительное изменение показателя плотности почвы в пахотных слоях в течение вегетационного периода.

Напротив, по данным Е.П. Божко (2005) более плотное сложение почвы наблюдалось при ежегодной поверхностной обработке, плотность пахотного горизонта была больше от 0,06 до 0,15 г/см^3 по сравнению со вспашкой.

Исследования, проведенные в Ростовской области А.В. Алабушевым, А.А. Сухаревым (2015), показали, что при бессменном мелком рыхлении почвы на глубину 8-12 см плотность почвы увеличивалась с 1,10 до 1,29-1,30 г/см^3.

Также по данным А.А. Борина и А.Э. Лощининой (2015), при изучении отвальной, плоскорезной, комбинированной и мелкой обработок почвы, самая высокая плотность почвы отмечалась при поверхностной обработке.

Таким образом, единого мнения о влиянии способов основной обработки почвы на показатель плотности нет, поэтому необходимо дальнейшее изучение данного вопроса.

Питательный режим. Значительную роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур, в частности подсолнечника, играет обеспеченность растений доступными элементами питания. Азот, фосфор и калий необходимы растениям в достаточно больших объемах. Азот входит в состав белков, они являются главной составляющей частью клеток растений, входят в состав нуклеиновых кислот, которые играют достаточно важную роль в обмене веществ в растительном организме. Азот содержится в хлорофилле, фосфатидах, алколоидах, ферментах и во многих других органических веществах растительных клеток. Азот подсолнечник усиленно потребляет от

начала образования корзинки до налива зерна; фосфор интенсивно потребляется подсолнечником от всходов до цветения и при наливе семян, а калий – в фазе образования корзинки (Ягодин, 1989).

Доступные соединения фосфора необходимы всем живым растительным организмам. Фосфор находится в нуклеопротеидах клеточных ядер, фитине, лецитине, содержится в макроэргических соединениях, играющих наиважнейшую роль в процессе энергетического обмена (Амелин и др., 1997).

Калий оказывает влияние на усиление гидратации коллоидов цитоплазмы, повышает дисперсность, что способствует лучшему удержанию воды и позволяет растениям легче переносить засуху. Калий повышает устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды (Прищеп, 1995).

Подсолнечник обладает мощной, проникающей на глубину 2-3 м корневой системой, способной поглощать труднодоступные формы калия и фосфора почв и удобрений. Благодаря мощной корневой системе эта культура может использовать питательные элементы из подпахотных слоев и материнской порода почвы (Ягодин, 2002).

Одним из главных факторов мобилизации питательных элементов является обработка почвы. В литературных источниках единого мнения по влиянию способа основной обработки почвы на питательный режим почвы нет.

Обработка почвы, проведенная в оптимальные сроки и на оптимальную глубину, оказывает влияние на биохимические и микробиологические процессы, протекающие в почве, способствует повышению воздухопроницаемости и ускорению окислительных процессов. Также положительно влияет обработка почвы на трансформацию питательных веществ в почве из ее минеральной составляющей, в частности из органических удобрений и растительных остатков, которые заделываются в почву (Качанин, 2003).

По данным одних авторов замена вспашки на безотвальную обработку увеличивает запасы подвижного фосфора и обменного калия в пахотном горизонте, при этом незначительно снижается содержание нитратного азота

(Шикула, Гнатенко, 1989). По данным М.В. Черкашина (1987) на фоне повышения содержания подвижного фосфора и обменного калия при безотвальной обработке количество легкогидролизуемого азота достоверно сокращалось на 30%. Уменьшение количетва нитратного азота на безотвальных обработках отмечали в своих работах В.А. Федоров и В.А. Воронцов (1995).

В своих исследованиях О.Г. Котлярова и др. (2000) установила, что при посеве содержание легкогидролизуемого азота при отвальной обработке почвы и без оборота пласта практически не отличалась в слоях почвы 0-10 и 10-20 см. Однако, слой почвы 20-40 см отличался более низким содержанием легкогидролизуемого азота на мелкой и глубокой безотвальных обработках в сравнении с отвальной вспашкой.

По мнению многих ученых, как недостаток плоскорезной обработки можно отметить резкое разделение пахотного слоя почвы по содержанию подвижных форм питательных элементов, чего не происходит при отвальной вспашке. В условиях Украинской СХА содержание доступных форм питательных веществ в пахотном горизонте на вариантах с безотвальной обработкой было меньше на 3 – 14 % чем по вспашке, кроме того, не выявилась послойная дифференциация данных элементов питания на вариантах без оборота пласта (Фисюнов, 1982; Саранин, Старовойтов, 1977; Чернилевский, 1986).

Также Г.Н. Черкасов с соавторами (2012) отмечает, что при нулевой обработке почвы по сравнению со вспашкой в верхнем слое увеличивается содержание гумуса, минерального азота, подвижных форм фосфора и калия. Однако в слое 10-20 см при минимизации обработки содержание данных показателей значительно снижается, что не наблюдается при проведении вспашки.

В исследованиях Ю.П. Манько (1989) отмечает, что в пахотном слое при применении мелкой и глубокой безотвальной обработок почвы содержание подвижных форм питательных элементов для растений было ниже, чем на вспаханных делянках.

В своей работе В.А. Воронцов (2013) отмечает, что замена вспашки на бесплужную, и особенно поверхностную бессменную обработку почвы в севообороте способствует значительной дифференциации пахотного горизонта по запасам доступных форм элементов питания.

По данным В.М. Гармашова (2011) применение безотвальных способов обработки почвы приводило к ухудшению обеспеченности слоя почвы 0-40 см элементами минерального питания, особенно нитратных азотом и обменным калием.

В опытах А.Н. Воронина (2014) безотвальные обработки почвы способствовали закреплению подвижного фосфора в самых верхних слоях, при вспашке происходило достоверное депонирование его в подпахатном горизонте. Также А.Н. Воронин отмечает в своей работе, что с увеличением влажности почвы подвижность фосфора возрастает, изменения даже за короткий промежуток времени составляли 5,2-6,5 мг/100 г почвы.

В своей работе А.Г. Крючков с соавторами (2012) отмечает, что в верхнем слое (0-30 см) больше азота содержалось в вариантах без обработки и с плоскорезной обработкой, а меньше всего после щелевания.

По данным А.И. Пупонина (1988), более высокое содержание подвижных форм фосфора и обменного калия в посевном слое при безотвальной обработке на дерново-подзолистых почвах в сравнении с отвальной вспашкой способствовало лучшему развитию корневой системы зерновых культур.

Исследователи А.А. Борин (1994), И.Г. Пыхтин (2004) установили, что при проведении отвальной и безотвальной обработок почвы на одинаковую глубину не оказало влияние на содержание подвижных форм элементов питания.

Анализ перечисленных источников литературы показал, что среди авторов и ученых единого мнения о влиянии способов основной обработки почвы на питательный режим не существует, поэтому данный вопрос требует дальнейшего изучения в данных почвенно-климатических условиях.

1.2. Влияние минимизации обработки почвы на засоренность посевов

Одна из основных задач земледелия – это борьба с сорной растительностью. В исследования многих ученых установлено, что сорняки потребляют намного больше питательных веществ, чем культурные растения. Сорняки затеняют посевы, в связи с чем заметно снижается коэффициент использования фотосинтетически активной радиации, также сорная растительность потребляет влагу. Вышеперечисленные факторы приводят к значительным потерям продукции растениеводства (Телегин и др., 2011).

Известно, что потери урожая от сорняков, болезней и вредителей составляет от 30 до 50% потенциального урожая, а при их сильном распространении урон может доходить до 100%. Академик Ю.Я. Спиридонов (2013) отмечает, что при недостаточном внимании к чистоте посевов подсолнечника, особенно в начале вегетации, можно недосчитаться 35-40% его урожая. В связи с этим вопросы совершенствования технологии защиты его посевов от сорняков остаются весьма актуальными.

Кроме того, при неблагоприятной фитосанитарной обстановке значительно ухудшается качество продукции растениеводства (Шуровенков и др., 1988).

По данным И.В. Дудкина и З.М. Шмата (2007) одной из основных причин снижения продуктивности сельскохозяйственных культур является высокая засоренность посевов, которая в основном определяется потенциальными запасами семян и вегетативных органов размножения сорной растительности в почве.

Основная часть посевов в настоящее время характеризуется неблагоприятным фитосанитарным состоянием. Около 2/3 площадей, занятых под посевами, имеют сильную и среднюю степень засоренности полей (Державин, 1987). Достаточно высокая потенциальная засоренность почвы и в Центрально-Черноземном регионе и меняется от 100 до 800 млн. штук семян различ-

ного рода сорных растений на 1 гектар (Система мер борьбы с сорняками…, 1991).

Одно из главных условий для получения высокого урожая семян подсолнечника и снижения производственных затрат – эффективная борьба с сорной растительностью в посевах (Рымарь, 2005).

И. А. Муратов (1985) считает, что продуктивность подсолнечника зависит в большей мере от степени засоренности посевов, от глубины заделки семян и от густоты стояния растений подсолнечника. Известные российские ученые-агрономы считали, что уничтожение сорной растительности - это одна из наиболее важных задач в культурном земледели (Вильямс, 1949; Костычев, 1951; Тулайков, 1963; Дояренко, 1966).

Подсолнечник обладает довольно высокой конкурентной способностью по отношению к сорной растительности, однако довольно требователен к чистоте почвы в первые 7 недель после посева. В первые 5-6 недель подсолнечник растет достаточно медленно. Зачастую, чистоту полей, занятых культурой, в начальный период развития растений, помогают обеспечить оптимальный сроки посева, качественно и своевременно проведенные довсходовые и послевсходовые боронования. Однако, при неблагоприятных погодных условиях и сильной засоренности полей, необходимо использовать гербициды (Бражник, Марин, 2000).

Зачастую, в посевах подсолнечника встречаются злаковые и широколистные сорняки (Дегтяренко, Киселев, 1987; Журавлев, Матвиенко, 1987; Лихачев, Мицурин, 2006; Кравченко, 2007).

В опытах А.М. Белякова, А.А. Астахова и др. (2008) установлено, что на полях под подсолнечник, сильно засоренных многолетними сорняками, наиболее эффективна отвальная вспашка на глубину 25-27 см. Замена отвальной вспашки на поверхностную обработку значительно увеличивает засоренность полей и снижает урожайность культуры.

В исследованиях В.М. Гармашова (2008) и Н.А. Нужной (2015) отмечается, что отвальная обработка почвы обеспечивает наименьшую засорен-

ность посевов культур вследствие заделки созревших семян сорняков в более глубокие слои пахотного горизонта, из которых их прорастание затруднено, и значительная их часть при этом погибает.

По данным Н.А. Старовойтова (1981) в Московской области переход от вспашки к мелкой безотвальной обработке почвы способствует раннему созреванию почвы весной, в среднем на 4-5 дней, что позволяет сократить энергетические затраты в 3 раза, но при этом засоренность посевов достоверно возрастает.

Также, в исследованиях О.Г. Котляровой и М.И. Сальникова (1985) было установлено, что основная обработка почвы без оборота пласта способствовала повышению засоренности посевов. Об этом же свидетельствуют данные О.П. Чеботарева (2003).

Как показали исследования А.С. Бушнева (2009), минимизация основной обработки почвы не оказала отрицательного действия на агрофизические свойства (плотность, структура и влажность) почвы. Наряду с этим, более высокая засоренность посевов подсолнечника двудольными сорняками была при минимальной и мелкой безотвальной обработках. При этом снижение урожайности составило 1,5 % при мелкой отвальной обработке почвы и 5,1% при мелкой безотвальной.

Опыты, проведенные на Северокубанской сельскохозяйственный опытной станции, показали, что замена ежегодной вспашки на ежегодные поверхностную и плоскорезную обработки сопровождалась усилением засоренности, численность и сырая масса сорняков увеличилась в 2,5-3,0 раза (Божко, Баршадская, 2005).

По данным В.М. Новикова (2005) при поверхностной и плоскорезной обработках засоренность посевов была в 1,3-1,4 раза выше, чем при ежегодной вспашке на 20-22 см. При этом доля многолетних сорняков по безотвальным системам обработки почвы возросла в 1,5-2,5 раза.

Также В.М. Гармашов (2011) в своих работах отмечает, что по безотвальным способам обработки почвы засоренность была более высокой (воз-

душно-сухая масса сорняков превышала засоренность по вспашке на 45-95%).

Однако, на опытных полях отдела земледелия БелГСХУ в исследованиях С.И. Смурова (1993) при безотвальной обработке почвы засоренности посевов не увеличивалась, в тоже время, в опытах А.Г. Титовского (1990), проведенных на склоновых почвах, при безотвальной обработке засоренность была достоверно выше, чем на вспаханных делянках.

Исследования, проведенные в 70-80-х гг. в Кировоградском НПО "Элита" на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом показали, что обработка почвы без оборота пласта привела к увеличению засоренности посевов подсолнечника в 1,5 раза и, как следствие, к снижению урожайности до 2,0 ц/га по сравнению со вспаханными делянками (Демешко, Черячухин, 1990).

Опыты, проведенные в Луганском сельскохозяйственном институте в 1985-1988 годах, показали, что вспашка имеет преимущество перед безотвальной обработкой почвы. В среднем за годы исследований засоренность посевов была ниже на 40%, а урожайность семян подсолнечника выше на 4,0 ц/га по отвальной вспашке в сравнении с безотвальной обработкой почвы (Малыхин, 1991).

Исследования, проведенные в 80-х гг. в Татарстане, также свидетельствуют о том, что к выбору приема основной обработки почвы необходимо подходить избирательно. Исследователи В.С. Епифанов и А.В. Бойко (1984) считают, что бесплужную обработку можно применять под те культуры в севообороте, где есть максимальная возможность уничтожения сорняков, т.е. чистые пары и поля, предназначенные под посевы поздних яровых культур. Под остальные пропашные культуры севооборота отвальная вспашка остается одним из значимых приемов основной обработки почвы.

В пользу безотвальной обработки говорят данные ученого Ф.Т. Моргуна (1999). Он указывает, что при правильном и своевременном применении безотвальной обработки, сорняков, особенно корневищных и корнеотпрысковых, остается меньше, т.к. лапы плоскореза подрезают корни многолетних

злостных сорняков с вегетативными зачатками молодых растений и перемещают большую часть корневищ в верхний слой почвы, где они высыхают и погибают. После плоскорезной обработки влага осадков хорошо поглощается и сохраняется без стока и смыва почвы, а оставшиеся семена и зачатки сорняков прорастают и с помощью культивации их легко можно уничтожить.

При переходе от вспашки к плоскорезной и минимальной способам основной обработки большая часть семян сорных растений содержится в слое почвы 0-10 см, семена сорняков прорастают в больших количествах и увеличивают фактическую засоренность. Такую тенденцию отмечали в условиях Нечерноземья, Украинской СХА, Ставропольского НИИСХ, Тамбовской области, Хмельницкой государственной опытной стации, во ВНИПТИ рапса и СКНИИССиС (Баздырев, 1990; Рябов, Орлов, 1981; Веселовский, 1992; Рудай, 1985; Носов, Пархоменко, Сонина, 1984; Бей, Зозуля, Яготин, 1986; Гулидова, 1998; Матушкин, 1996; Доценко, 1998).

При обработке почвы плоскорезом на полях увеличивается не только количество сорняков, но и их физическая масса (Корытник, Малиенко, 1994).

Опыты по изучению влияния способов основной обработки почвы на степень засоренности посевов пропашных культур проводились и в Белгородском ГСХУ им. В.Я. Горина. По данным исследователя А.Г. Демидовой (2001) на вспаханных делянках засоренность посевов сахарной свеклы была в 1,2 – 1,4 раза меньше в сравнении с глубокой безотвальной обработкой и в 1,5 раза ниже, чем по мелкой. О.А. Подлегаев (2000) установил, что отвальная вспашка на глубину 28-30 см позволяет снизить засоренность посевов растений подсолнечника от 36,5 до 63,5% по сравнению с глубоким и мелким рыхлением почвы.

Однако в исследованиях ряда авторов было установлено, что в борьбе с сорной растительностью и степенью засоренности почвы бесплужные обработки оказались более эффективными в сравнении с отвальной вспашкой и в условиях Полтавской области, в Белоруссии (Моргун, 1979; Санковский, 1985).

Ряд авторов в своих исследованиях не нашли достоверных различий по уровню засоренности посевов по вспашке и безотвальной обработке, почвозащитными приемами обработки почвы (Лебедь, 1985; Картамышев, Гончаров, Ремезюк, 1986).

Некоторые исследователи считают, что в севообороте при использовании почвозащитных приемов обработки без оборота пласта в сочетании с другими агротехническими и химическими приемами, изначально повышается засоренность посевов, впоследствии данный показатель постепенно снижается ниже порога вредоносности, не оказывая при этом отрицательного воздействия на продуктивность сельскохозяйственных культур (Фисюнов, Клез,1982; Шикула, 1983; Siemens, J.K. Mitchell, 1988).

1.3 Агрономическая эффективность комплексных минеральных удобрений и регулятора роста

В формировании урожайности сельскохозяйственных культур очень важную роль играет обеспеченность растений доступными формами элементов питания.

Механическая обработка почвы ничего не привносит, сама по себе, к запасам элементов питания, которые уже содержатся в ней, но, изменяя физическое состояние пахотного слоя, обработка вносит изменения в интенсивность биохимических процессов, которые протекают в почве, что влияет на плодородие в целом.

Наряду с азотными, фосфорными, калийными и комплексными макроудобрениями большое значение имеют микроудобрения – борные, молибденовые, медные, цинковые и другие, при правильном применении которых значительно повышается урожайность и качество продукции растениеводства.

По данным С.В. Лукина (2008), пахотные почвы Белгородской области недостаточно обеспечены подвижными формами кобальта, меди, молибдена, марганца, цинка и хорошо обеспечены подвижным бором.

Эффективный способ устранения дефицита микроэлементов – внесение микроудобрений (Лукин, Авраменко, 2008).

Потребность культурных растений в микроэлементах иногда проявляется достаточно резко, растения заболевают, и при этом значительно снижается урожайность и качество продукции. Недостаток микро и макроэлементов питания проявляется в виде некрозов на листьях, хлорозов, изменении окраски листьев и т.д. (Шкаликов, 2004).

В последние годы ученые обратили внимание на микроэлементы, которые достаточно времени оставались в тени макроэлементов.

По данным С.Ю. Булыгина (2010) обработка семян сельскохозяйственных культур микроудобрением «Реаком» приводит к значительному росту урожая. Так обработка микроудобрениями семян подсолнечника способствовала повышению урожайности на 3,3-5,2 ц/га.

В опытах С.А. Титовского (2009), проведенных в отделе земледелия БелГСХА, применение листовых подкормок способствовало росту урожайности и накоплению сухого вещества в растениях сахарной свеклы. Прибавка от применения микроудобрений составила 6,5-15,3 ц/га в зависимости от применяемых удобрений и обработки почвы.

Также группой исследователей было установлено, что применение препарата «Реаком-р-свекла» в виде некорневой подкормки сахарной свеклы обеспечило рост урожайности на 4,1 т/га (10%), сахаристости корнеплодов - на 0,9% (Жердецкий, Заришняк, Ступенко, 2010).

В исследованиях С.А. Тарасенко и М.С. Брилева (2007) была установлена высокая эффективность жидких комплексных удобрений на основе КАС с бором и марганцем на посевах сахарной свеклы. Жидкие комплексные удобрения повышали сахаристость, увеличивала содержание калия и натрия в

корнеплодах и снижали содержание альфа-аминного азота, что приводило к увеличению выхода сахара на 3,9 – 7,6 ц/га.

По данным Н.М. Кожевниковой (2003), в последнее время, наряду с традиционными биофильными микроэлементами, перспективным является использование редкоземельных элементов (лантана, неодима, самария). Так в вегетационных опытах Б.Б. Митыпова, Н.М. Кожевниковой, Н.Е. Абашеевой (2007) лантаносодержащие микроудобрения обеспечивала прибавку урожая зеленой массы гороха на 29,5-32,1%, редиса и салата – на 25,0-31,5% к фону.

Применение самарийсодержащего микроудобрения на основе цеолита позволило повысить продуктивность надземной фитомассы пастбищного травостоя в условиях криолитозоны Забайкалья на 39-48%, улучшился качественный состав трав, значительно увеличился сбор белка (Пигарева, Кожевникова, 2007).

Биологически активные вещества природного происхождения относятся к числу наиболее перспективных препаратов, способных оказывать иммуно- и ростостимулирующее действие на растения. Механизм влияния реализуется в нескольких направлениях: через увеличение продуктивности, повышение адаптивных свойств, воздействие на параметры плодородия почвы.

Биопрепарат Альбит создан на основе почвенных бактерий, обладающих способностью стимулировать рост растений и повышать их устойчивость к болезням. Так, препарат Альбит на 10-25% повышает урожай зерновых, сахарной свеклы, подсолнечника, овощей, зернобобовых, капусты, кормовых трав (Злотников, Багирова, Гинс, 2001).

По данным Е.П. Дурыниной (2006), применение биопрепарата Альбит обеспечивало нормальное развитие и повышение продуктивности растений ячменя на 13-45 % в зависимости от агрофона.

В исследованиях Т.А. Рябчинской с соавторами (2009) предпосевная обработка семян яровой пшеницы препаратом Альбит оказала положительное действие на ростовые процессы и структуру урожая, от 5 до 23% в зависимости от нормы расхода препарата.

В работе Н.П. Будыкиной, Т.Ф. Алексеевой (2007) изучено действие регулятора роста циркон на растения картофеля и капусты цветной в климатических условиях Карелии. Препарат в условиях низких температур, избытка или недостатка влаги стимулирует рост и развитие растений, повышает продуктивность и одновременно проявляет антистрессовую и фунгицидную активность. В условиях юго-западной зоны ЦЧР исследования по изучению влияния приемов основной обработки почвы и комплексных минеральных удобрений, содержащих микроэлементы на продуктивность различных гибридов подсолнечника, не проводились.

2. СХЕМА, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

2.1 Схема и методика проведения опыта

Программа исследований включала полевые опыты и лабораторные исследования. Полевые опыты проводились с 2011 по 2013 год на опытных полях в отделе земледелия Белгородской государственной сельскохозяйственн

о Опыт был заложен на склоне западной экспозиции крутизной 1 градус. Ипочва участка – чернозем типичный среднемощный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке. Содержание гумуса составляло 5,0%, гидролитичеакая кислотность и сумма поглощенных оснований – 2,8 и 42,3 мг.экв./100 г кпочвы соответственно, насыщенность основаниями – 94,0 %, pH солевой вытяжки – 6,14.

д Опыт по определению эффективность использования подкормок комплексными минеральными удобрениями и регулятором роста в посевах гибридов подсолнечника в зависимости от способа основной обработки почвы.

и Опыт трехфакторный по схеме 3х3х5, включает три градации фактора А (способы основной обработки почвы), три градации фактора В (гибриды подсолнечника) и пять градаций фактора С (комплексные удобрения и регулятор роста). Таким образом, в опыте изучается 45 различных вариантов.

ФАКТОР А – Способы основной обработки почвы:

1. Вспашка (контроль) - ПЛН-5-35 на глубину 28-30 см.
2. Глубокая безотвальная обработка - ПЧ-2,5 на глубину 40-42 см.
3. Мелкая безотвальная обработка - КПЭ-3,8 на глубину 14-16 см.

ФАКТОР В – гибриды подсолнечника, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений и выделившиеся по результатам испытаний отдела земледелия в Белгородской ГСХА:

1. Ясон (раннеспелый, стандарт)
2. Джаззи (раннеспелый)

3. Опера ПР (среднепоздний)

ФАКТОР С – комплексные минеральные удобрения и регулятор роста:

1. Контроль (без применения микроудобрений) + вода (300 л/га).
2. Поли-фид 3 кг/га
3. Поли-фид 3 кг/га + Альбит 0,03 л/га
4. Плантафол 3 кг/га
5. Плантафол 3 кг/га + Альбит 0,03 л/га

Содержание действующих веществ в комплексных удобрениях: Поли-фид (15-7-30) - $N_{15}P_7K_{30}$ + Mg_2, $S_{1.9}$, $Fe_{0,1}$, $Mn_{0,05}$, $Zn_{0,012}$, $Cu_{0,01}$, $B_{0,45}$, $Mo_{0,006}$, производства израильской компании «Haifa Chemicals»; Плантафол (5-15-45) - $N_5P_{15}K_{45}$ + Mg_2, $S_{1.2}$, $Fe_{0,1}$, $Mn_{0,05}$, $Zn_{0,05}$, $Cu_{0,05}$, $Mo_{0,005}$, производства группы компаний «АгроМастер», Краснодарский край.

Поли-фид и Плантафол – удобрения для листовой подкормки широкого спектра культур. Улучшают вегетацию и плодоношение разных культур, повышают качественные характеристики урожая. Дополняют корневую подкормку и способствуют развитию растений во время неблагоприятных погодных условий (заморозки, засуха, излишек влаги и др.)

Альбит – комплексный эффективный биопрепарат, универсальный регулятор роста растений со свойствами фунгицида и комплексного удобрения. Альбит содержит очищенное действующее вещество поли-бета-гидроксимасляную кислоту из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens.*

Ясон – это трехлинейный гибрид подсолнечника, оригинатором является институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины. Это раннеспелый гибрид, вегетационный период до 106 дней, высота растений 175-180 см, генетический потенциал урожайности 4,16 т/га, содержание масла 49,7-50,1%. Устойчив к полеганию и осыпанию.

Джаззи (Syngenta) – раннеспелый (100-108 дней) простой гибрид подсолнечника с высоким потенциалом урожайности (5 т/га), устойчив к полеганию, разнообразным болезням и засухе. Содержание масла 50-52%.

Опера ПР – среднепоздний простой гибрид, вегетационный период 116-120 дней, высота растений 140-160 см, содержание масла до 53%. Устойчив к засухе, пригоден для выращивания на почвах с низким уровнем плодородия.

Размещение делянок в опыте систематическое, повторность трехкратная. Посевная площадь делянок - 53,2 м^2 (2,8 х 19), а учетная площадь - 50,4 м^2 (2,8 х 18 м).

Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста вносятся на делянках в виде водных растворов (300 л/га) ручным ранцевым опрыскивателем в фазу 4-7 листьев у подсолнечника.

Предшественником подсолнечника являлась озимая пшеница, которая размещалась после гороха. Общим фоном под основные обработки служило лущение стерни дисковыми боронами на глубину 6-8 см вслед за уборкой предшественника с последующей основной обработкой почвы по вариантам. Весенняя обработка почвы заключалась в выравнивании поверхности поля сцепкой из шлейф-борон ШБ-2,5, борон ВНИС-Р и предпосевной культивации боронами ВНИС-Р.

Внесение основного минерального удобрения (азофоска) по 30 кг действующего вещества NPK на гектар осуществлялось сеялкой СЗ-3,6 на глубину 6-7 см под зябь поперек основной обработки почвы. Посев подсолнечника проводился сеялкой СУПН-8 с междурядьем 70 см, в оптимальные сроки. Норма составила 60 тыс. шт./га. Для борьбы с сорной растительностью применяли гербицид Фронтьер Оптима, ВРК в норме применения 1,1 л/га. Густота посевов формировалась в фазе 2-3 пар настоящих листьев. В течение вегетации подсолнечника проводились две междурядные обработки на глубину 6-8 см культиватором КРН-4.2. Урожай на учетных делянках убирался вручную, шляпки срезали и обмолачивали на комбайне САМПО-2010, а урожайность пересчитывали на 100 % чистоту и 7 % влажность.

В ходе исследований проводились следующие наблюдения, учеты и анализы:

- влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Образцы почвы отбирали буром до глубины 100 см через каждые 10 см в трех местах делянки, в двух несмежных повторениях два раза за вегетацию: в период посева и уборки подсолнечника (Доспехов и др., 1987);

- плотность почвы определяли методом режущего кольца в слоях 0-10, 10-20, 20-30 см в двух несмежных повторениях при посеве и при уборке культуры (Доспехов и др., 1987).

- для определения структуры почвы использовали метод сухого просеивания через колонку сит с диаметром отверстий: 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм (Доспехов, 1977).

- водопрочность почвенных агрегатов определяли по Никольскому, основанном на учете агрегатов, расплывшихся в спокойной воде за определенный промежуток времени (Доспехов и др., 1977).

- отбор почвы для определения содержания в ней микроэлементов производили по ГОСТу -12071 в период посева и уборки подсолнечника.

- определение содержания микроэлементов в почве производили в лаборатории БелГСХА атомно-адсорбционным методом (ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02, М-МВИ-80-2008).

- подвижные формы азота, фосфора и калия определяли при посеве и при уборке культуры в образцах, взятых из слоев 0-20 и 20-40 см (методические указания, (ГОСТ 26204–94).

- активность почвенных микроорганизмов определяли путем закладки льняного полотна в период вегетации культуры по слоям почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см (Методика почвенной микробиологии…, 1991).

- фенологические наблюдения – определение фенофаз роста и развития растений – устанавливали глазомерно в 2-х несмежных повторениях. За начало фазы принимался день, когда в нее вступило 10-15% растений, полная

– 75% (методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1971).

- определение площади листьев проводили в фазе бутонизации и цветения подсолнечника (по методике Доспехова Б.А., 1985).

- подсчет густоты стояния растений проводился в четырех местах, равноудаленных по диагонали делянки на двух погонных метрах посевных рядков.

- учет засоренности проводился количественным методом путем наложения рамки размером 1 $м^2$ (1,43 х 0,7 м) в четырех местах, равноудаленных по диагонали делянки (Доспехов, 1987).

- высота растений и диаметр стебля измерялись в фазе бутонизации и цветения, диаметр корзинки подсолнечника – перед уборкой.

- урожай подсолнечника на учетных делянках убирался вручную, с последующим обмолотом комбайном "САМПО-130".

- урожайность определялась методом сплошного учета, путем взвешивания семян подсолнечника после принудительной сушки потоком холодного воздуха, с последующим пересчетом на стандартную влажность (7%) и 100% чистоту.

- при уборке урожая отбиралась проба весом 0,5 кг, в которой определялась влажность, чистота вороха, масса 1000 семян, содержание жира.

- для выявления наиболее результативных вариантов сочетания изучаемых элементов технологии предложен коэффициент совокупной агроэкономической эффективности, учитывающий показатели производства, представляющий наибольший интерес для отрасли и, исходя из их равнозначности, Каээ=У*М*П, где У - урожайность (т/га), М - сбор масла (т/га), П - прибыль (10^4 руб./га).

- расчет экономической и энергетической эффективности проводился по специальным методикам (Яковлев Б.И., 1989, Володин В.М. и др., 1999).

- математическая обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985). За время с начала проведения

исследований все работы, связанные с опытами, проводились в полном объеме в указанные сроки согласно утвержденной методике.

2.2. Характеристика почвенно-климатических условий района проведения исследований

Белгородская область расположена на юго-западных и южных окраинах Среднерусской возвышенности в бассейнах рек Дона и Днепра. Площадь Белгородской области составляет 27,1 тыс. км^2, доля сельскохозяйственных угодий составляет 90% в общей земельной площади. Область характеризуется высокой степенью распаханности территории: доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий – 79,1%. В области на склонах более 2º расположено 60,1% сельскохозяйственных угодий. Эродированные и эрозионно-опасные сельхозугодия составляют 73,6 %.

В области преобладают черноземные почвы. Общая площадь черноземов составляет 2090,8 тыс. га или 77,1% от территории Белгородской области. Преобладают черноземы типичные (979 тыс. га) и выщелоченные (631 тыс. га). Около 320 тыс. га заняты под черноземами обыкновенными (Ахтырцев, Соловиченко, 1984).

Климат Белгородской области умеренно-континентальный, характеризуется умеренно-холодной зимой с постоянным снежным покровом и достаточно теплым летом. Среднегодовая температура воздуха составляет +6,3º С. Безморозный период продолжается в среднем от 154 до 163 дней, продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 0º С составляет 225-240 дней, выше 10º С – 150-158 дней. Июль - самый жаркий месяц в году, со среднемесячной температурой воздуха +20,1º С, а самый холодный месяц - январь, средняя температура которого составляет 7,9º С. Абсолютный минимум температуры –37º С, абсолютный максимум +35º С (табл.1).

Таблица 1. Агроклиматическая характеристика зоны по данным метеостанции г. Белгорода

Наименование показателей	Значение показателей
Средняя температура воздуха	+6,3
Средняя температура самого теплого месяца (июль)	+20,1º
Средняя температура самого холодного месяца (январь)	-7,9º
Абсолютный минимум температуры	-37º
Абсолютный максимум температуры	+35º
Продолжительность безморозного периода (дни)	154
Продолжительность вегетационного периода (дни)	196
Дата последнего заморозка	30.04
Дата первого заморозка	02.09
Сумма температур выше 10º С	2607
Годовое количество осадков (мм)	505
Количество осадков за период с температурой выше +10º С	260
Гидротермический коэффициент	1
Сумма среднесуточных значений дефицита влажности, миллибар	1372

Распределение атмосферных осадков по территории Белгородской области неравномерно и определяется действием циклонов. Наибольшее количество осадков выпадает в западных и северных районах области - 540-550 мм. При продвижении с запада на восток и юго-восток количество осадков уменьшается до 400 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в летние месяцы – до 30-40% от годового количества, весной и осенью до 20-25%, зимой до 15%. В летние месяцы, зачастую, осадки выпадают в виде ливней.

Данные таблицы показывают, что условия юго-западной части ЦЧР РФ вполне соответствуют биологическим требованиям подсолнечника.

2.3. Погодные условия периода исследований

В 2011 году посев гибридов подсолнечника был проведен 4 мая. В среднем за период вегетации температура воздуха составила +18,8 ˚С, что на 2,0 ˚С выше среднемноголетних значений. Количество осадков за это время было меньше среднемноголетних данных на 100 мм и составило 177,7 мм (рис.1).

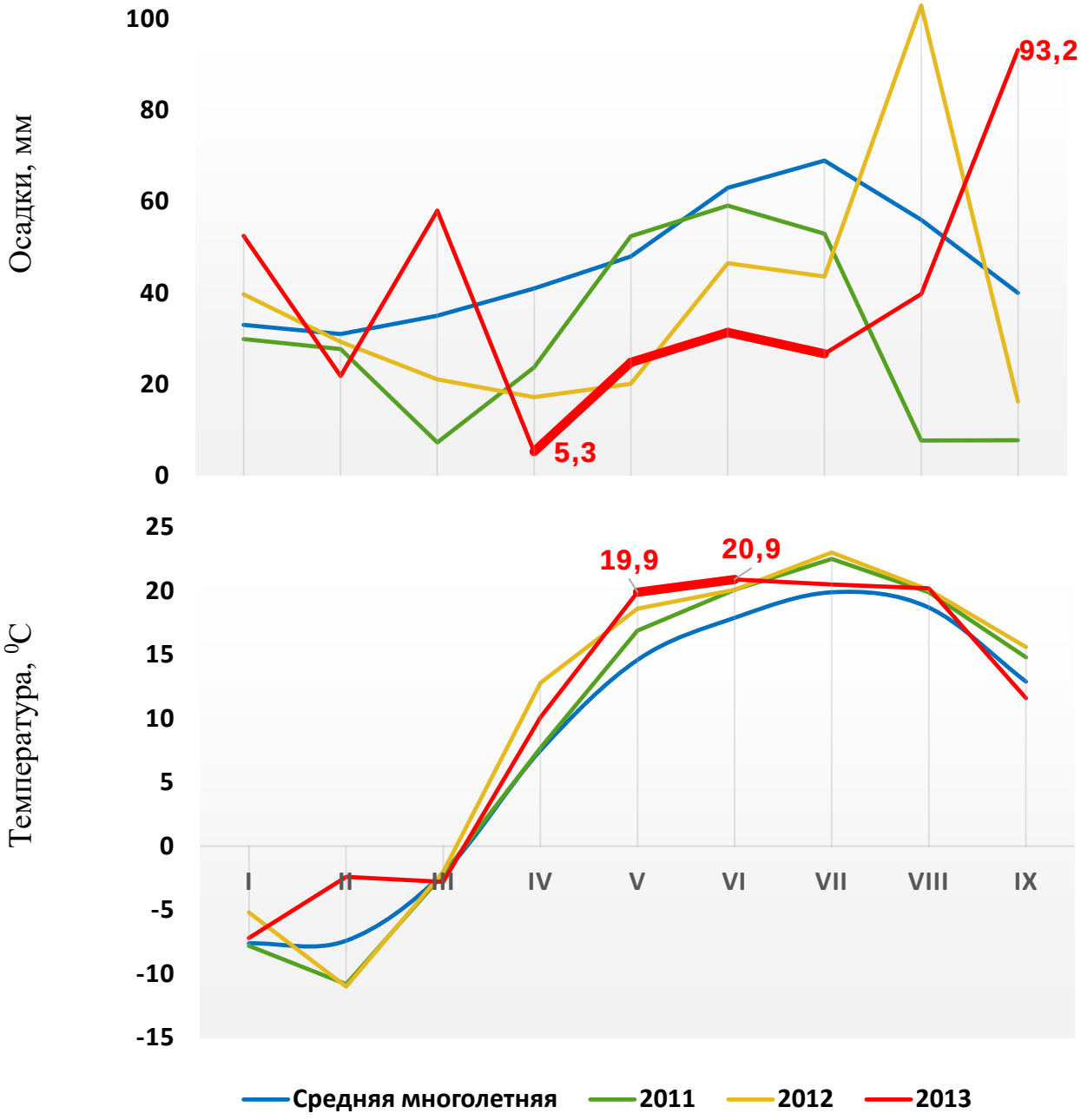


Рис. 1. Метеорологические условия (по данным агрометеопоста ФГБОУ БелГСХА им. В.Я. Горина, п. Майский)

Посеву подсолнечника предшествовал период теплой и сухой погоды. В целом, май характеризовался теплой погодой. Среднемесячная температура воздуха была на 2,3 °С выше средней многолетней. Осадков за месяц выпало 109% от нормы. В первой декаде июля наблюдалась теплая и дождливая погода, далее установилась малооблачная, очень жаркая и сухая погода, преобладал повышенный температурный режим.

В августе и сентябре 2011 года установилась засушливая погода, количество осадков было в 5,1-7,3 раза меньше среднего многолетнего значения, температура воздуха в сентябре была ниже средней многолетней. Засуха в этот период не повлияла на урожайность подсолнечника. Уборку подсолнечника провели 19 сентября с наступлением технической спелости культуры.

Посев подсолнечника в 2012 году проводился 26 апреля. Предшествующая посеву погода характеризовалась как аномально теплая с недостаточным количеством осадков и частыми для данного времени года суховейными ветрами. Почва на глубине заделки семян на момент посева подсолнечника прогрелась до 19-20 °С, что является оптимальным значением для получения дружных всходов. Среднемесячная температура воздуха в апреле превысила средние многолетние значения на 5,3 °С.

В целом, сезон 2012 года был более теплым по сравнению со средними многолетними данными. В апреле и мае погода была более теплой, однако осадков выпало в 2,4 раза меньше среднего многолетнего значения. Июнь и июль характеризовались умеренными температурами и влажностью.

Средняя температура воздуха в июне составила 20,0 °С, что на 2,1 °С выше средней многолетней температуры. Сумма осадков была равна 46,5 мм или 74% от нормы. В целом за июль среднемесячная температура воздуха составила 23°С, на 3 °С превысив среднемноголетние значения. Осадков за месяц выпало 43,6 мм или 63% от их июльской нормы.

Август 2012 года был теплым, осадков выпало практически в 2 раза больше среднего многолетнего значения. Однако это не значительно повлияло на урожайности подсолнечника. С наступлением технической спелости

культуры, 11 сентября, была проведена уборка культуры. В среднем за вегетационный период подсолнечника температура воздуха составила +20,2 ˚С, что на 2,6 ˚С было выше среднемноголетних значений, а количество осадков меньше среднемноголетних данных на 30,8 мм и составило 221,2 мм.

В 2013 году посев гибридов подсолнечника провели 22 апреля. Погодные условия данного года характеризовались следующим образом. Среднемесячная температура воздуха практически не отличалась от средней многолетней, за исключением февраля, который был на 5°С теплее. Количество осадков, выпавших за вегетационный период, практически не отличалось от среднего многолетнего значения. Однако они распределялись неравномерно. В апреле выпало 5,3 мм осадков, практически в 8 раз меньше средних многолетних данных. В целом май и июнь характеризовались жаркой и сухой погодой со среднемесячной температурой воздуха на 2,7-5,3°С выше нормы и в два раза меньшим количеством осадков по сравнению со среднемноголетними значениями.

В августе 2013 года осадков выпало на 16 мм меньше нормы, а вторая декада месяца характеризовалась воздушной засухой. А сентябрь, наоборот, был дождливым, выпало 93,2 мм осадков, что в 2,3 раза больше среднего многолетнего значения. Уборку делянок подсолнечника провели 3 октября.

В среднем за вегетационный период подсолнечника температура воздуха составила +18,3 ˚С, что на 1,9 ˚С выше среднемноголетних значений. Количество осадков за это время было меньше среднемноголетних данных на 73,8 мм и составило 216,2 мм. Такие погодные условия в период активного роста растений, цветения и налива семян подсолнечника негативно сказались на высоте растений, урожайности и сборе масла.

Таким образом, из приведенных выше данных можно сделать вывод, что период исследований охватывал годы с различными погодными условиями, что позволило в полной мере изучить влияние факторов на урожайность и качество семянок различных гибридов подсолнечника.

3. ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

3.1. Изменчивость показателей водного режима в зависимости от интенсивности обработки почвы

Вода – земной фактор жизни растений. Она необходима для прорастания семян, без воды невозможны последующий рост и развитие растений. С водой из почвы в растение поступают питательные вещества, испарение влаги листьями обеспечивает нормальные температурные условия жизнедеятельности растения. Вода – необходимое условие в почвообразовании и формировании плодородия почв, без воды развитие почвенной микрофлоры и фауны невозможно.

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от их влагообеспеченности. В ЦЧЗ дефицит влаги является одним из основных факторов, лимитирующим формирование урожая.

Большую роль в накоплении и сохранении влаги в почве играют приемы основной обработки. Основная обработка почвы оказывает влияние на водный режим, в вязи с тем, что изменяет ее структуру, плотность почвы и характер поверхности, влияет на инфильтрацию и испарение воды.

Проанализировав большое количество источников литературы можно сделать вывод, что единого мнения о влиянии способа основой обработки почвы на содержание влаги нет. Ряд ученых отмечают улучшение водного режима при безотвальной обработке почвы (Петров, 1985; Поздняков, 1975; Наумов, 1977; Rydruch, 1979; Санковский, 1989; Новиков, 2008). Другие исследователи указывают на преимущество отвальной обработки в накоплении влаги в сравнении с безотвальными способами обработки (Котлярова, Мирошник, 1980; Корчагин, 1979; Панин, 1982; Павловский, 1989 и др.). Некоторые исследователи (Титов, 1982; Чаусов, 1989; Трофимова, 2002; Борин,

2009; Бушнев, 2009) не отмечали достоверных различий по содержанию доступной влаги в почве на различных способах основной обработки.

В результате наших исследований было установлено, что запасы продуктивной влаги зависели как от способа основной обработки почвы, так и от условий увлажнения года.

Наблюдения за влажностью почвы в 2011 году показали, что способ основной обработки незначительно повлиял на влагонакопление к моменту сева. Так, перед посевом разница между вспашкой, культивацией и обработкой чизелем была в пределах ошибки опыта (табл. 2). Однако к осени запас влаги на культивации был значительно выше – на 27,1 и 37,5 мм, чем на вспашке и чизелевании, соответственно. В целом, низкое содержание продуктивной влаги в почве перед уборкой на всех вариантах опыта объясняется небольшим количеством осадков в августе и сентябре.

Таблица 2. Влияние способов основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Способы обработки почвы	Запасы продуктивной влаги в метровом слое, мм							
	Период посева				Период уборки			
	2011	2012	2013	Среднее за 3 года	2011	2012	2013	Среднее за 3 года
Вспашка	155,4	238,2	126,3	173,3	40,4	116,5	152,0	103,0
Глубокая безотвальная	166,5	169,9	155,9	164,1	30,0	118,8	158,6	102,5
Мелкая безотвальная	160,7	177,1	149,5	162,4	67,5	147,2	147,2	120,6
$НСР_{05}$	13,8	14,2	12,2	-	6,9	10,5	11,7	-

В 2012 году влажность почвы перед посевом была самой высокой по вспашке, запасы продуктивной влаги составили 238,2 мм; при обработке почвы противоэрозионным культиватором запасы влаги были на 61,1 мм меньше, а на делянках, обработанных чизелем меньше на 68,3 мм. Разница

между культивацией и чизельной обработкой была в пределах ошибки опыта. Перед уборкой подсолнечника тенденция 2011 года сохранилась, на культивации запасы влаги в метровом слое были значительно выше – на 30,7 и 28,4 мм, чем на вспашке и чизельной обработке, соответственно.

В 2013 году перед посевом наименьшие запасы влаги были при проведении вспашки (126,3 мм), а на глубокой безотвальной обработке почвы запасы превысили вариант со вспашкой на 29,6 мм. Очевидно, это связано с нестандартными погодными условиями, которые складывались в весенний период 2013 года. В частности, апрель и первая декада мая были чрезмерно засушливыми в сравнении со среднемноголетними значениями. В условиях засухи увеличение глубины пахотного горизонта при глубоком рыхлении способствовало лучшему проникновению влаги в почву по сравнению со вспашкой, а отсутствие гребней и наличие стерневых остатков привели к уменьшению непродуктивного испарения влаги в весенний период. На делянках, обработанных культиватором и чизелем, разница была в пределах ошибки опыта.

Перед уборкой подсолнечника в 2013 году разницы в запасе продуктивной влаги в метровом слое на всех делянках не наблюдалось, это связано с тем, что сентябрь был избыточно дождливым.

В среднем за три года разница между вспаханными делянками и обработанными чизелем по запасам влаги в метровом слое перед уборкой не отмечена. На делянках с мелкой безотвальной обработкой почвы влаги в метровом слое почвы оставалось больше в среднем на 18 мм. Это связано с тем, что подсолнечник на делянках, обработанных культиватором КПЭ-3,8, хуже развивался, особенно в фазу бутонизации. Растения были низкорослыми, с более тонким стеблем, следовательно, растения подсолнечника использовали меньше продуктивной влаги для своего роста и развития.

Таким образом, данные трех лет по запасам, накоплению и расходованию влаги на различных способах основной обработки почвы свидетельствуют о том, что к моменту посева при использовании вспашки в метровом

слое накапливалось в среднем на 9-11 мм влаги больше по сравнению с безотвальными обработками. Анализ данных по запасам влаги в период уборки свидетельствует, что их расход на фоне глубоких обработок был выше в среднем на 18 мм относительно мелкой обработки почвы. Очевидно, что глубокие обработки способствуют созданию более благоприятных условий потребления влаги растениями подсолнечника, тем не менее в засушливые периоды некоторое преимущество имели безотвальные обработки почвы.

Подсолнечник – засухоустойчива культура, однако он очень отзывчив на улучшение водного режима почвы. По мнению многих исследователей, оптимальные условия для развития подсолнечника создаются при влажности не ниже 75-80% от полевой влагоемкости (Кружилин, 1962; Энеев, 1975).

Одним из показателей эффективности использования продуктивной влаги является коэффициент водопотребления и суммарное водопотребление – количество воды, затраченное гектаром посева за время вегетации на физическое испарение воды почвой и на транспирацию.

В своей работе Т.П. Лифаненков и Р.В. Бижоев (2013) отмечают, что суммарное водопотребление подсолнечника в условиях естественного увлажнения уменьшалось от влажных к засушливым годам.

По данным Н.В. Лухменева (2008) коэффициент водопотребления подсолнечника составляет 1600 $м^3$ на 1 т семян. По его мнению, снизить водопотребление культуры (на 40-50%) позволяют минимальные по глубине осенние и предпосевные обработки почвы, сокращение до минимума уничтожающих стерню механических обработок.

В своих исследованиях А.А. Громов (2006) указывает, что коэффициент водопотребления зависел от способа обработки почвы и гибрида подсолнечника, и снижался по мере роста урожайности культуры и был наименьшим по вспашке в условиях Оренбургского Предуралья.

В среднем за три года исследований самый большой расход влаги был на вспаханных делянках и обработанных чизелем, где суммарное водопо-

требление достоверно было больше на 284 и 198 м^3/га ($НСР_{05}$=187 мм), чем на культивированных делянках (рис. 2).

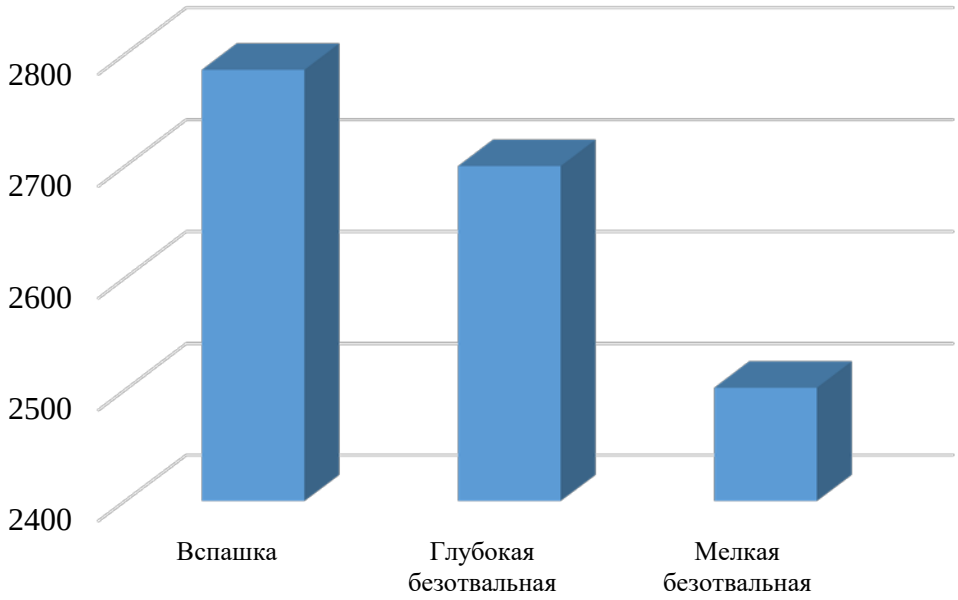


Рис. 2. Суммарное водопотребление посевов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы, м^3/га

Что касается коэффициента водопотребления, то обращает на себя внимание невысокий уровень его значений – от 877 до 1161 м^3/т, что свидетельствует о достаточно эффективном использовании влаги изучаемыми гибридами подсолнечника (рис. 3).

Тем не менее, наиболее экономно влагу расходовал среднепоздний гибрид Опера ПР на всех способах основной обработки почвы, в среднем на 9-10% по сравнению с раннеспелыми гибридами. На эффективность использования влаги раннеспелыми гибридами влиял способ основной обработки почвы. Безотвальные приемы давали некоторое преимущество Ясону, тогда как Джаззи был менее расточителен на вспашке.

Безотвальный способ обработки почвы приводил к снижению величины коэффициента водопотребления в среднем на 12,5% по сравнению с отвальным способом.

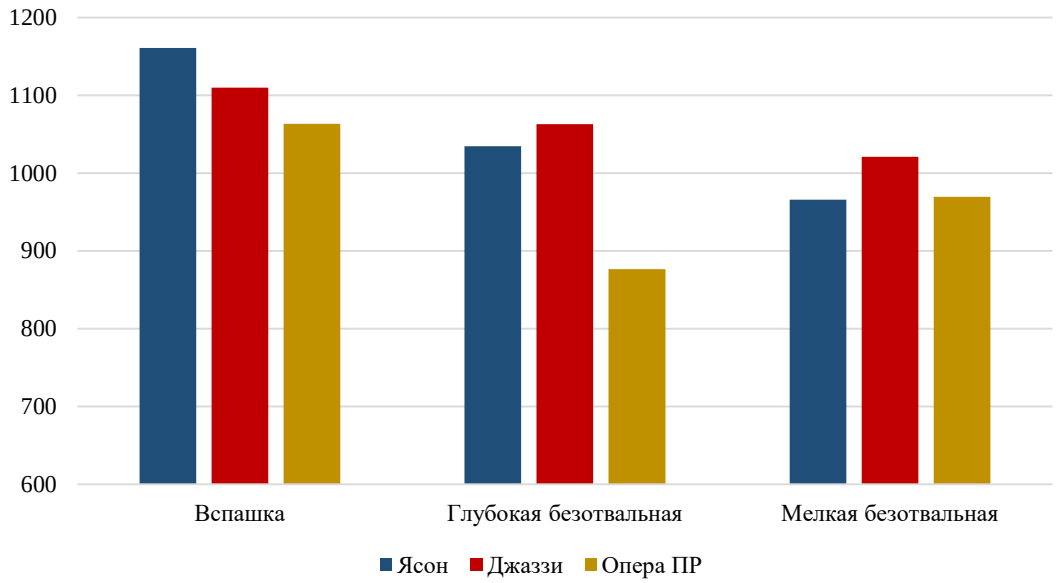


Рис. 3. Коэффициент водопотребления гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы (2011-2013 гг.), $м^3/т$

Таким образом, создаваемое вспашкой преимущество по накоплению влаги приводило к более расточительному на 12,5% ее использованию такой засухоустойчивой культурой как подсолнечник. Из гибридов эффективнее (до 10%) влагу расходовал среднепоздний гибрид Опера ПР.

3.2. Влияние выбора способа основной обработки почвы на ее плотность

Плотность почвы определяет водный, воздушный, тепловой режимы, жизнедеятельность почвенной фауны и микрофлоры, а в конечном итоге развитие сельскохозяйственных растений и их урожай (Ревут, 1975). Она зависит от содержания в почве гумуса, механического состава, от способа обработки.

Плотность почвы оказывает влияние на содержание доступной влаги в почве, аэрацию, на развитие корневой системы сельскохозяйственных культур, интенсивность биохимических процессов. Оптимальный показатель плотности пахотного слоя для посевов культурных растений находится в пределах от 1,0 до 1,2 $г/см^3$ (Воробьев, 1991). При таких значениях показате-

ля плотности почвы способствуют созданию наиболее оптимальных условий для развития корневой системы культурных растений.

Для обеспечения получения высокого урожая маслосемян подсолнечника на черноземах типичных показатель плотность почвы должен находиться в пределах от 1,0 до 1,1 г/см^3. При плотности почвы свыше 1,83 г/см^3 корневая система растений подсолнечника практически не проникает на глубину, при этом растения теряют тургор, несмотря на то, что в переуплотненных слоях почвы достаточно доступной влаги. Но при снижении показателя плотности до 1,75 г/см^3 корневая система, проникая в почву, может использовать доступную влагу, которая находится в почве. Прорастанию корней подсолнечника в слои почвы мешает не переуплотненность отдельных ее слоев, а снижение пористости почвы. Поэтому для почв с разным механическим составом оптимальные показатели плотности не одинаковы (Таволжанский, Баранов, 1995).

Исследованиями П.П. Колмакова, К.И. Казанцева (1983), Н.К. Шикулы, Р.В. Назаренко (1990) установлено, что избыточная плотность почвы ухудшает водный режим, уменьшает доступ воздуха к корням растений, замедляет протекание биохимических процессов.

В своих исследованиях О.А. Подлегаев (2000) отмечает, что безотвальные осенние обработки почвы обеспечивали к периоду сева подсолнечника несколько меньшую плотность верхнего слоя почвы (0-15 см) по сравнению со вспашкой, тогда как, в слое почвы 15-30 см более сильное уплотнение было при мелкой безотвальной обработке.

По данным С.И. Смурова (1993) при мелких безотвальных обработках плотность пахотного слоя почвы была на уровне вариантов с глубокой безотвальной обработкой и вспашкой.

В нашем опыте изучалась плотность чернозема типичного, тяжелосуглинистого при различных способах основной обработки почвы.

В 2011 году в период посева плотность почвы изучаемых слоев на всех вариантах опыта была в пределах оптимальных значений, за исключением

слоя 10-20 см на культивации, где плотность составила 1,21 г/см^3 (табл. 3). Способ обработки почвы оказал влияние на изучаемый показатель. В слоях 0-10 и 10-20 см существенно меньшей плотность была на вспашке (1,03 и 1,11 г/см^3), а в слое 20-30 см значимо большей она была на мелкой обработке и составила 1,18 г/см^3, что вполне отражает характер испытываемых способов обработки.

3. Плотность почвы под подсолнечником в зависимости от способов основной обработки, г/см^3

Способ обработки	Слой почвы, см	Перед посевом				Перед уборкой			
		2011	2012	2013	Среднее за 3 года	2011	2012	2013	Среднее за 3 года
Вспашка	0-10	1,03	0,90	1,14	1,02	1,07	0,98	0,98	1,01
	10-20	1,11	1,06	1,22	1,13	0,98	1,18	0,86	1,01
	20-30	1,12	1,02	1,22	1,12	1,00	1,02	0,98	1,00
Глубокая безотвальная	0-10	1,08	0,98	1,02	1,03	0,98	1,03	1,00	1,00
	10-20	1,17	1,03	1,04	1,08	1,06	1,00	1,03	1,03
	20-30	1,10	1,04	0,99	1,04	1,11	1,05	1,10	1,09
Мелкая безотвальная	0-10	1,08	1,01	0,95	1,01	0,97	0,73	0,99	0,90
	10-20	1,21	1,14	0,92	1,09	1,17	1,13	1,14	1,15
	20-30	1,18	1,10	1,01	1,10	1,08	1,12	1,21	1,14
$НСР_{05}$ для слоя	0-10	0,03	0,02	0,03	-	0,04	0,03	0,04	-
	10-20	0,05	0,04	0,04	-	0,06	0,04	0,05	-
	20-30	0,05	0,06	0,05	-	0,06	0,06	0,06	-

К уборке почва на всех вариантах разуплотнилась до рыхлого состояния, за исключением слоя 10-20 см на культивации, где почва была среднеплотной.

Перед посевом подсолнечника в 2012 году плотность почвы изучаемых слоев была в пределах оптимальных значений, кроме слоя 0-10 см на вспашке и обработке чизелем, где почва была рыхлой. Это способствовало иссушению верхнего слоя почвы, что повлияло на всходы, они были получены несколько позже, чем на варианте с культивацией.

Перед уборкой плотность практически всех слоев почвы осталась в пределах оптимальных значений. Кроме слоя 0-10 см на вспашке, там почва уплотнилась до 0,98 г/см^3, однако осталась рыхлой. Сильно разуплотнился слой 0-10 см на варианте с культивацией.

В 2013 году перед посевом подсолнечника плотность изучаемых слоев почвы была в пределах оптимальных значений, кроме слоев 0-10 и 10-20 см на культивации. Почва в этих слоях была рыхлой.

К моменту уборки урожая почва на вспашке во всех изучаемых слоях разуплотнилась до рыхлого, а в слое 10-20 см до очень рыхлого состояния. На культивированных делянках, как и в предыдущие годы исследований, слой 0-10 см остался рыхлым, а слои 10-20 и 20-30 см стали более плотными, однако значения плотности находились в оптимальных пределах.

В среднем за три года при посеве на всех делянках опыта плотность была оптимальной для подсолнечника, и варьировалась в 30 см слое почвы от 1,01 г/см^3 на культивации до 1,13 г/см^3 на вспашке. Плотность почвы в слоях 10-20 и 20-30 см, была немного выше, чем в верхнем слое 0-10 см. Наиболее равномерно по слоям почвы показатель плотности распределился при глубокой безотвальной обработке почвы.

В среднем за три года к уборке урожая почва разуплотнилась до рыхлого состояния на всех вариантах опыта, за исключением слоев 10-20 см и 20-30 см на культивации, где почва была среднеплотной.

Плотность почвы наиболее равномерно распределялась по слоям при применении вспашки и находилась в пределах 1,00-1,01 г/см^3. На безотвальных обработках почвы с увеличением глубины отбора плотность увеличивалась. Так, при мелком рыхлении плотность слоя почвы 0-10 см составила 0,90 г/см^3, а к слою 20-30 см повысилась до 1,14 г/см^3. На глубокой безотвальной обработке тенденция сохранилась: плотность повышалась с увеличением глубины от 1,00 до 1,09 г/см^3. Это связано с тем, что в процессе вегетации подсолнечника проводили междурядные обработки, поэтому плотность почвы в верхних слоях на делянках с разными способами основной об-

работки отличалась незначительно. Междурядные обработки проводили на глубину 6-8 см, поэтому слой почвы 0-10 см рыхлился, а слои 10-20 и 20-30 см только уплотнялись.

На наш взгляд, при отвальной вспашке необходимо учитывать наличие в нижних слоях почвы пожнивно-корневых остатков предшественника, которые к осеннему периоду были преимущественно переработаны почвенными организмами, что и привело к более низкому показателю плотности в слое 20-30 см на этой обработке по сравнению с безотвальными способами.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что, несмотря на дифференциацию слоев почвы по плотности особенно при применении безотвальных способов обработки почвы, следует отметить, что она была оптимальной для роста и развития подсолнечника, как при посеве, так и при уборке культуры.

3.3 Агрегатный состав почвы и водопрочность ее структуры

Важным показателем физического состояния почвы является ее структура. Значение структуры в плодородии почв весьма существенно, так как она способствует формированию благоприятных водного, воздушного и питательного режимов почвы. Она влияет на физико-химические, технологические свойства, почвенно-гидролитические показатели почвы. Частицы твердой фазы почвы, зачастую, склеиваются в комочки - структурные агрегаты. В земледелии принята следующая классификация структурных агрегатов: глыбистая структура – комки более 10 мм, макроструктура – от 0,25 до 10 мм, микроструктура – менее 0,25 мм.

С агрономической точки зрения особую ценность представляет мелкокомковатая и зернистая структура с размером частиц 0,25-10 мм. Одновременно эта структура должна быть пористой, механически упругой и водопрочной (Сидоров, 1988).

Связность структуры (устойчивость к механическому воздействию) и водопрочность (способность не разрушаться при увлажнении) определяет

сохранение почвой благоприятного сложения при многократных обработках и увлажнении. При отсутствии данных качеств, структурные агрегаты быстро разрушаются при обработке почвы и выпадении дождей или орошении, и почва становится бесструктурной, заплывает, а при пересыхании образуется корка.

Оструктуренная почва по сравнению с бесструктурной содержит больше гумуса, азота и фосфора. Причина этого – более активные биологические процессы в условиях оптимального состояния структурной почвы.

Структурно-агрегатное состояние почвы можно улучшить при использовании агрономически обоснованных севооборотов, рациональной системы обработки почвы и удобрения культур.

В литературе есть несколько различных мнений по вопросу влияния способов основной обработки на структуру почвы. Многие исследователи говорят о повышении структурности пахотного слоя почвы при проведении глубокой вспашки в сравнении с безотвальными обработками (Мухортов, Мацнева, Михайлова 1978; Котоврасов, Павловский, 1989; Логачев, 1990; Демидова, 2001).

Такие исследователи, как Моргун (1981) и Шикула (1985) в своих работах отмечают положительное влияние безотвальных обработок на структурно-агрегатное состояние пахотного слоя почвы.

В исследованиях О.А. Подлегаева (2000) отмечается, что при посеве подсолнечника в варианте со вспашкой количество оптимальных структурных комочков было выше, чем на вариантах с безотвальным рыхлением. При определении структуры почвы перед уборкой, существенной разницы между вариантами и по фракциям не наблюдалось.

По данным С.А. Титовского (2009) лучшей оструктуренностью верхнего слоя отличалась почва на вспаханных участках и участках с глубокой безотвальной обработкой почвы, к периоду уборки урожая сахарной свеклы коэффициент структурности был больше на делянках с мелкой безотвальной обработкой.

Наши исследования показали, что перед посевом подсолнечника структурное состояние почвы по всем способам основной обработки почвы характеризовалось как отличное – 61,4-67,9%. Тем не менее, меньшее содержание агрономически ценных агрегатов отмечалось при проведении глубокого безотвального рыхления, однако по сравнению со вспашкой существенной разница была только в слое 10-20 см и составила 5,1% (табл. 4).

Таблица 4. Влияние способов обработки почвы на структуру пахотного слоя, в % к общей массе воздушно-сухой почвы (2011-2013 гг.)

Способы обработки	Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм							
		Период посева				Период уборки			
		<0,25	0,25-10	>10	Коэф. структ.	<0,25	0,25-10	>10	Коэф. структ.
Вспашка	0-10	3,68	66,70	29,62	2,01	2,69	61,16	36,15	1,66
	10-20	2,15	66,47	31,38	2,05	2,13	62,29	35,58	1,75
	20-30	2,03	64,02	33,95	1,81	2,27	67,63	30,10	2,25
Глубокая безотвальная	0-10	5,74	64,05	30,21	1,94	3,66	57,18	39,16	1,47
	10-20	2,33	61,37	36,30	1,65	2,37	57,71	39,92	1,40
	20-30	1,70	62,37	35,93	1,82	1,99	64,07	33,94	2,01
Мелкая безотвальная	0-10	4,79	67,85	27,36	2,16	3,76	54,25	41,99	1,26
	10-20	2,49	63,35	34,16	1,84	3,35	63,09	33,56	1,82
	20-30	2,78	65,10	32,12	1,95	3,11	63,70	33,19	1,89
$НСР_{05}$ (для слоя)	0-10	0,24	3,31	1,45	-	0,17	2,59	1,76	-
	10-20	0,12	2,55	1,53	-	0,13	3,05	1,82	-
	20-30	0,11	2,87	1,53	-	0,11	2,93	1,62	-

Сходным образом от вспашки отличалась и мелкая обработка почвы, в данном случае разница равнялась 3,1%. Очевидно, что произошло это за счет увеличения доли глыбистой фракции, тогда как фракция микроструктуры изменилась незначительно.

Следует отметить, что частиц диаметром менее 0,25 мм в слое почвы 0-10 см было больше при безотвальных способах обработки в 1,3-1,6 раза. Од-

нако за счет большей доли агрономически ценных агрегатов в этом слое почвы при мелкой безотвальной обработке коэффициент структурности был наибольшим и составил 2,16, также, как и в слое 20-30 см – 1,95. При сравнении глубоких обработок почвы по этому показателю в верхних слоях почвы вспашка была лучшей.

К моменту уборки урожая подсолнечника структурно-агрегатный состав почвы изменился. Уменьшилось содержание макроструктуры практически на всех вариантах, особенно в слое 0-10 см на безотвальных обработках почвы, где структурное состояние почвы характеризовалось как хорошее. Исключение составил слой 20-30 см при применении глубоких обработок с увеличившейся долей агрономически ценных агрегатов. В целом ухудшение агрегатного состава почвы произошло, прежде всего, за счет увеличения в верхних слоях глыбистой фракции, а в нижних – микроструктуры очевидно вследствие механической сепарации, когда мелкие частички почвы легче проникают в глубину пахотного слоя. К периоду уборки урожая наиболее стабильной структура почвы была на вспаханных делянках, и с увеличением глубины почвы отмечалось увеличение коэффициента структурности – от 1,66 в слое 0-10 см до 2,25 – в слое 20-30 см. Такая же тенденция характерна и для безотвальных обработок в отличие от первого срока учета, когда верхний слой почвы характеризовался лучшей структурой. Во многом это обусловлено двукратной междурядной обработкой.

Важным свойством структуры почвы является степень ее водопрочности, т.е. устойчивости против размывающего действия воды. Водопрочная структура придает горизонту благоприятные для растений водно-воздушные свойства, способствует улучшению питательного режима, повышает противоэрозионную устойчивость почв. В свою очередь водопрочность агрегатов зависит в том числе от органического вещества и процессов его превращения в почве (Кауричев и др., 1989; Кузнецов, Глазунов, 1996). Способы основной обработки почвы в значительной степени отличаются по продолжительности трансформации растительных остатков.

В задачу нашего исследования входило изучение динамики водопрочности почвенных агрегатов в зависимости от способов обработки под подсолнечник, что представляет интерес для оценки их почвозащитного влияния и с точки зрения создания в целом благоприятных почвенных условий для возделывания культуры.

Параметры структурного состояния почвы, по С.И. Долгову и П.У. Бахтину, следующие: отличная структура – более 70% водопрочных макроагрегатов; хорошая – 70-55%; удовлетворительная – 55-40%; неудовлетворительная – 40-20%; плохая – менее 20% (Фатьянов, 2002).

В период посева подсолнечника способы основной обработки почвы заметно отличались по водопрочности структуры почвы. Отличная структура водопрочных агрегатов отмечалась по вспашке во всех изучаемых слоях почвы – 73,4-77,2%, а также в слое 0-10 см по мелкой безотвальной обработке почвы (рис. 4). С увеличением глубины почвы при применении мелкого рыхления водопрочность агрегатов ухудшалась до хорошей (63,5%) в слое 10-20 см и удовлетворительной (50,6%) – в слое 20-30 см. Худшая водопрочность структуры наблюдалась по глубокому рыхлению – 45,8-59,7%., особенно в слое 10-20 см, где она была удовлетворительной.

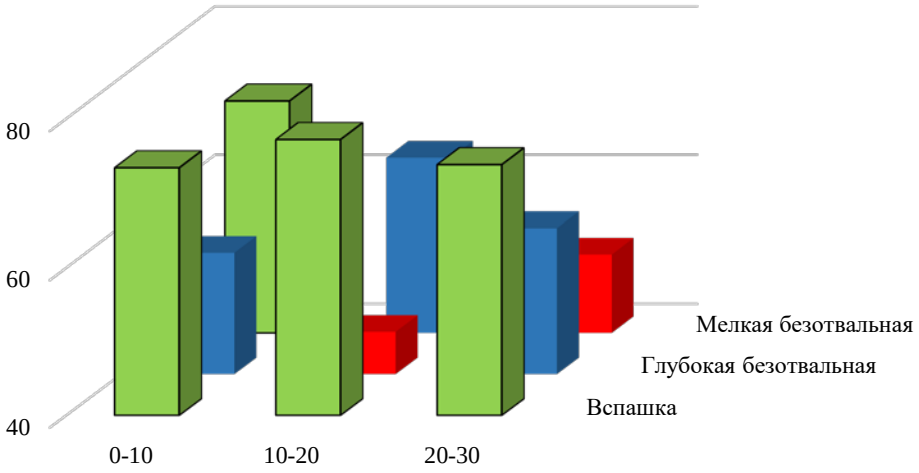


Рис. 4. Водопрочность почвенных агрегатов при посеве, %. Значение цвета: зеленый – отличная структура, синий – хорошая, красный – удовлетворительная

От посева до уборки подсолнечника водопрочность агрегатов ухудшилась по вспашке во всех трех слоях – на 11-16%, по мелкому рыхдению – в

верхних двух слоях в среднем на 17% – до неудовлетворительного состояния (рис. 5). Наоборот, в слое 20-30 см при использовании мелкой безотвальной обработки водопрочность агрегатов улучшилась, переводя структуру из удовлетворительной в отличную. В отличие от мелкой безотвальной обработки на глубоком рыхлении ситуация складывалась противоположная, т.е. в верхних слоях почвы водопрочность агрегатов возрастала, особенно в слое почвы 10-20 см – на 14,3%, тогда как в нижнем слое 20-30 см происходило снижение ее величины до неудовлетворительной характеристики 52,8%. К уборке произошло своего рода «выравнивание» водопрочности структуры до хорошего состояния – 57-61% в среднем по всем способам основной обработки почвы.

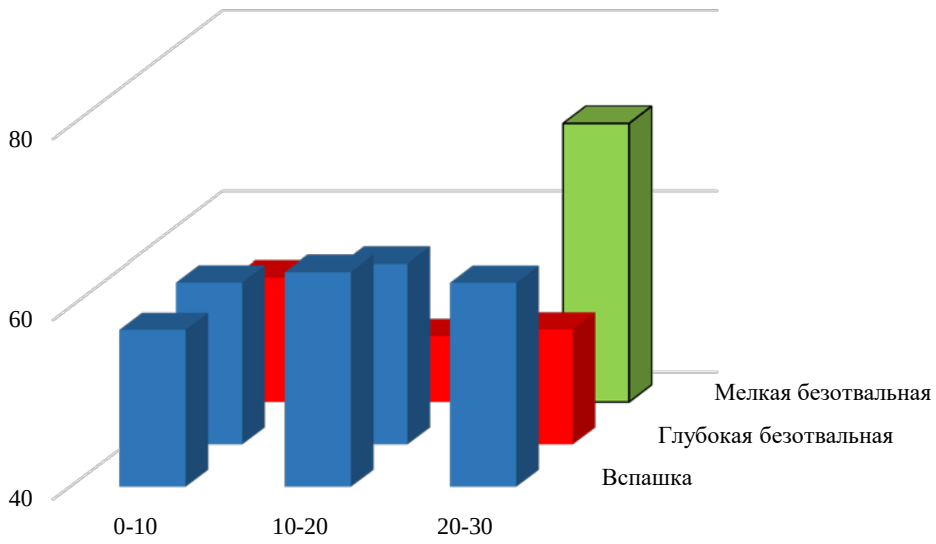


Рис. 5. Водопрочность почвенных агрегатов в период уборки, %
Значение цвета: зеленый – отличная структура, синий – хорошая, красный – удовлетворительная

Очевидно, такой характер динамики водопрочности почвенных агрегатов обусловлен различной интенсивностью разложения растительных остатков в зависимости от способа основной обработки почвы, когда при применении безотвальной обработки создаются условия для замедления процессов трансформации органических веществ, во многом определяющих

водопрочность структуры. На пролонгированность процессов влияет и глубина обрабатываемого слоя, что подчеркивается разнонаправленностью динамики формирования водопрочной структуры в разных слоях почвы при глубоком и мелком рыхлении. Тем не менее следует отметить, что в течение всего вегетационного периода подсолнечника лучшей она была по вспашке – от 74,8% при посеве до 61,4% в период уборки урожая – с минимальными различиями по всей глубине пахотного слоя.

Таким образом, если при посеве подсолнечника лучшей оструктуренностью верхнего слоя отличалась почва на культивированных делянках, то к уборке коэффициент структурности был больше на вспашке. Содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое с увеличением глубины взятия проб при посеве снижается, а к уборке повышается. В целом ухудшение агрегатного состава почвы в течение вегетационного периода произошло в немалой степени вследствие проведения междурядных обработок прежде всего за счет увеличения в верхних слоях глыбистой фракции, а в нижних – микроструктуры. Вспашка имела определенное преимущество по созданию водопрочной структуры почвы, особенно в начальный период вегетации подсолнечника, когда весь пахотный слой характеризовался «отличной» величиной показателя – 74,8%. Безотвальный способ обработки и изменение его глубины обусловили более низкое качество структуры и разнонаправленность ее динамики по слоям почвы, причиной чего очевидно явилась бóльшая продолжительность процессов трансформации растительных остатков, характерная для безотвальных обработок почвы. К уборке подсолнечника отмечалось своего рода «выравнивание» водопрочности агрегатов по различным способам основной обработки почвы в среднем до хорошего состояния – 57-61%.

4. АГРОХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

4.1. Динамика содержания доступных для растений форм макроэлементов в почве

Количество доступных для растений питательных веществ, которое содержится в почве, это один из основных показателей плодородия и является важным условием, которое определяет величину урожая. Каждое растение нуждается в макро- и микроэлементах. Наибольшую роль среди питательных веществ, необходимых для нормального роста и развития культурных растений, играют такие макроэлементы, как азот, фосфор и калий.

Азот входит в состав белков и аминокислот, ферментов и нуклеиновых кислот. В почве он находится главным образом в форме органических соединений, которые происходят из растительных и животных остатков. Поэтому его содержание в почве зависит от количества органического вещества, прежде всего гумуса (Муха, 2004).

Фосфор участвует в процессах фотосинтеза, входит в состав сложных белков-нуклеопротеидов, фитина, фосфатидов. Фосфор – это не только важнейший элемент питания растений, он также благоприятно влияет на физические и биологические свойства почвы. Участвует в углеводном обмене культурных растений. Калий способствует протеканию фотосинтеза, служит катализатором для многих ферментов, участвует в образовании углеводов, повышает морозоустойчивость растений и улучшает качество продукции.

Валовые запасы питательных элементов в почве огромны. По данным В.Д. Панникова и В.Г. Минеева (1987), валовое содержание азота в метровом слое различных почв колеблется от 6,6 до 35,8 т/га, фосфора от 6,5 до 39 т/га, калия – от 130 до 260 т/га. Одной из задач обработки почвы является мобилизация почвенного плодородия путем создания благоприятных условий для усиления жизнедеятельности полезных микроорганизмов, осуществляющих трансформацию элементов питания в доступную для растений форму.

Приемы основной обработки почвы оказывают различное влияние на накопление и распределение питательных веществ в пахотном слое. Но единого мнения о влиянии приемов основной обработки почвы на питательный режим в литературе нет.

Исследования одних ученых (Дудинцова, 1988; Уваров, 1997, Ю.С. Колягин и др., 2000) свидетельствуют, что безотвальная обработка почвы способствует накоплению в ней доступных форм азота, фосфора и калия. Также, в исследованиях ученых М.К. Шикула (1985), Н.И. Гринько, И.В. Фетюхина (1997) говорится, что обеспеченность растений доступными формами питательных элементов улучшается при безотвальных обработках в сравнении со вспашкой.

В то же время, по данным В.И. Куракова и И.М. Никульникова (1998) в условиях Воронежской области наблюдалось уменьшение доступных форм элементов питания по сравнению с отвальной вспашкой при длительной обработке без оборота пласта. В своих исследованиях В.А. Корчагин (1984) отмечает, что безотвальная обработка почвы приводит к снижению содержания доступных форм азота, фосфора и калия в почве.

С.А. Титовский (2009) отмечает, что замена отвального способа обработки почвы на безотвальный способствует более сильной дифференциации пахотного слоя по запасам подвижных форм элементов питания. Особенно эта разница заметна при посеве культуры, к уборке разница значительно сокращается.

Наблюдение за динамикой содержания доступных форм азота, фосфора и калия в наших исследованиях выявило определенные закономерности.

Перед посевом подсолнечника, в среднем за три года, содержание легкогидролизуемого азота было наибольшим на вспашке. Необходимо отметить, что на вспаханных делянках азот распределялся по профилю более равномерно, чем на остальных вариантах. Так разница по содержанию доступных форм азота между слоями 0-20 и 20-40 см на мелкой безотвальной обра-

ботке составила 30,7 мг/кг почвы, на глубокой безотвальной обработке –18,2 мг/кг, а на вспашке – 10,7 мг/кг почвы (табл. 5).

Таблица 5. Содержание доступных форм элементов питания в почве, мг/кг (2011-2013 гг.)

Способы основной обработки почвы	Слой почвы, см	Посев			Уборка		
		Азот, легкогидролизуемый	Фосфор подвижный	Калий обменный	Азот, легкогидролизуемый	Фосфор подвижный	Калий обменный
Вспашка	0-20	144,1	223,0	162,7	129,7	217,3	116,0
	20-40	133,4	178,3	110,7	131,3	155,0	91,0
Глубокая безотвальная	0-20	125,8	259,0	170,0	146,5	299,7	135,0
	20-40	107,6	99,7	103,3	140,5	204,3	101,0
Мелкая безотвальная	0-20	129,7	233,7	183,3	152,5	299,0	177,3
	20-40	99,0	99,7	102,7	132,6	159,0	97,3

Большинство питательных веществ на всех способах обработки почвы содержалось в слое 0-20 см. Это можно объяснить тем, что в этот слой попадала большая часть удобрений, внесенная осенью. Особенно эта разница была заметна на примере содержания подвижного фосфора и обменного калия. Разница по содержанию фосфора между слоями почвы по обработкам варьировалась от 44,7 на вспашке до 159,3 мг/кг на глубокой безотвальной обработке.

Верхний слой почвы 0-20 см содержал больше обменного калия на 52,0-80,6 мг/кг почвы, причем наименьшей разница оказалась при применении вспашки, а наибольшей – на делянках с мелкой безотвальной обработкой почвы. В слое 0-20 см обменного калия также, как и подвижного фосфора, содержалось значительно больше на делянках с безотвальной обработкой почвы.

В момент уборки подсолнечника содержание легкогидролизуемого азота в почве в слое 0-20 см значительно снизилось только на вспашке. На де-

лянках с мелкой и глубокой безотвальными обработками почвы в зависимости от слоя этот показатель вырос на 22,8-33,6 мг/кг и 20,7-32,9 мг/кг, соответственно. Очевидно это связано с пролонгированными мобилизацией этого элемента и разложением растительных остатков при воздействии этих обработок по сравнению со вспашкой. Это также справедливо и в отношении подвижного фосфора.

Содержание подвижных форм фосфора к уборке на культивации и обработке чизелем значительно повысилось в сравнении с весенними показателями. Так в слое 0-20 см этот показатель увеличился на 40,7 - 65,3 мг/кг, в слое 20-40 см на 59,3-104,6 мг/кг почвы в зависимости от варианта опыта. На наш взгляд – это можно объяснить тем, что запасы фосфора в исследуемой почве достаточно велики, однако доступных для растений форм, а именно $H_2PO_4^-$, в почвах содержится гораздо меньше, чем условно доступных $H_2PO_4^{2-}$ и недоступных PO_4^{3-}. В подсолнечнике при выращивании на семена вынос основных элементов питания выражается следующим соотношением – N:P:K – 1,2:1:6, т.е. это очень сильный калиелюб (Ягодин, 2002).

К уборке культуры под действием внешних погодных факторов, благодаря проведению междурядных обработок, под действием корневых выделений растений, часть соединений фосфора перешла в доступную подвижную форму, поэтому, несмотря на потребление культурой, их общее содержание на делянках не только не уменьшилось, а даже возросло.

Количество обменного калия во всех слоях почвы сократилось по всем способам основной обработки почвы, подчеркивая калиелюбивость подсолнечника. Разница по содержанию элемента в слоях 0-20 и 20-40 сохранялась и варьировалась в зависимости от обработки. Так, на вспашке содержание обменного калия в слое 0-20 см снижалось на 46,7 мг/кг, в слое 20-40 см – на 19,7 мг/кг. На безотвальных обработках почвы содержание данного элемента питания снизилось незначительно, за исключением слоя 0-20 см на глубокой безотвальной обработке почвы. Это можно объяснить тем, что доля обменного калия по отношению к общему запасу чаще всего менее 5%. Между об-

менным и необменным калием существует определенное равновесие. При резком падении содержания обменного калия, необменный переходит в обменное состояние (Кулаковская, Муха, 2004).

Таким образом, динамика элементов питания от посева к уборке адекватно отражала и особенности способов основной обработки почвы, и особенности поведения подвижных форм азота, фосфора и калия, и особенности потребления их растениями подсолнечника. В период посева отмечается дифференциация пахотного слоя по содержанию макроэлементов, усиливавшаяся при применении безотвального способа обработки почвы. В верхнем слое почвы (0-20 см) азота содержалось больше на 10,7-30,7 мг/кг почвы, фосфорв – на 44,7-159,3 и калия – на 52,0-80,6 мг/кг почвы, соответственно. К уборке происходило снижение содержания обменного калия, что подчеркивало калиелюбивость культуры. В отличие от вспашки, при которой происходило некоторое снижение содержания подвижных форм азота и фосфора, при применении глубокого и мелкого рыхления их содержание возрастало, соответственно на 20,7-33,6 и 40,7-104,6 мг/кг почвы. Очевидно вследствие характера этих обработок, снижающих скорость мобилизации элементов питания и разложения растительных остатков.

4.2. Влияние способа основной обработки почвы на изменение содержание в почве подвижных форм микроэлементов

В формировании урожайности сельскохозяйственных культур исключительную роль играет обеспеченность растений доступными формами элементов питания.

Нарду с азотом, фосфором и калием важная роль в питательном режиме почв принадлежит таким элементам, как кальций, магний, сера, железо, магний. Содержание названных элементов и их соединений в почве невелико, поэтому их называют олигоэлементами. Однако их роль в почвообразовании может быть значительной (Муха, Картамышев, 2004)

Наряду с макроэлементами растения нуждаются и в микроэлементах, таких как бор, марганец, цинк и другие.

Микроэлементы – необходимые элементы питания, находящиеся в растениях в тысячных-стотысячных долях процентов и выполняющие различные функции в процессах жизнедеятельности. Положительное влияние элементов обусловлено тем, что они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обменах, повышают устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям окружающей среды.

Недостаток микроэлементов в почве резко снижает урожай растений и его качество. Соединения железа способствуют регуляции процессов фотосинтеза, дыхания, белкового обмена и биосинтеза ростовых веществ – ауксинов. Марганец позволяет избирательно поглощать ионы из внешней среды, влияет на передвижение фосфора из стареющих листьев к молодым, принимает участие в процессе фотосинтеза, дыхании, углеводном и белковом обмене, входит в состав многих ферментов. Медь улучшает поступление азота в растение, принимает участие в регуляции дыхания, повышает жароустойчивость растений. При недостатке меди в почве наблюдается полегание растений, не вызревание семян и резкое снижение урожайности. Цинк изменяет проницаемость мембран для калия и магния, участвует в биосинтезе витаминов и ростовых веществ.

В нашем опыте мы определяли содержание доступных форм железа, марганца, цинка, меди и серы на различных видах основной обработки почвы. Полученные, в ходе наших исследований, данные свидетельствуют о том, что обработка почвы оказала влияние на содержание микроэлементов в разных слоях почвы. Содержание железа в слое 0-10 см на культивации и глубокой безотвальной обработке почвы было меньше на 0,7 и 1,5 мг/кг почвы в сравнении со вспашкой (табл. 6).

Таблица 6. Содержание элементов питания в почве перед посевом и перед уборкой подсолнечника, мг/кг (2011-2013).

Способы основной обработки почвы	Слой почвы, см	Период посева					Период уборки				
		Железо, мг/кг	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг	Марганец, мг/кг	Сера, мг/кг	Железо, мг/кг	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг	Марганец, мг/кг	Сера, мг/кг
Вспашка (контроль)	0-10	11,6	0,24	5,7	4,8	2,8	22,9	0,31	5,9	4,4	3,4
	10-20	12,1	0,18	5,3	4,1	3,1	23,8	0,37	5,7	3,1	3,3
	20-30	10,1	0,21	5,4	4,1	3,1	26,9	0,19	6,1	3,1	2,9
Глубокая безотвальная	0-10	10,1	0,29	6,3	4,9	2,6	18,1	0,77	6,7	4,3	2,7
	10-20	11,3	0,27	5,9	4,0	2,4	21,0	1,13	6,3	4,6	1,5
	20-30	9,7	0,24	5,3	4,5	2,5	21,0	0,94	5,6	4,2	1,5
Мелкая безотвальная	0-10	10,9	0,27	5,6	4,2	3,9	22,7	0,54	5,7	4,8	3,0
	10-20	9,4	0,25	5,3	3,8	3,6	21,3	0,58	5,8	4,0	2,3
	20-30	10,3	0,19	5,5	3,5	4,1	22,6	0,47	5,0	3,5	2,8

В слое 10-20 см железа также значительно больше содержалось по вспашке, на мелкой безотвальной обработке почвы данный показатель был наименьшим и составил 9,4 кг/мг почвы. В слое 20-30 см картина изменилась, меньше всего железа содержалось на делянках, обработанных чизелем – 9,7 мг/кг, а на вспаханных и культивированных делянках разница была в пределах ошибки опыта.

Содержание цинка в слое 0-10 см было больше на делянках с мелкой и глубокой обработкой почвы, разница со вспашкой составила 0,03 и 0,05 мг/кг почвы соответственно. Слой почвы 10-20 см в целом содержал меньше цинка не зависимо от способа основной обработки. Наименьшим данный показатель был на вспашке – 0,18 мг/кг, а наибольшим при глубокой безотвальной обработке. В слое 20-30 см тенденция снижения содержания цинка сохранилась. Больше всего данного элемента содержалось на делянках, обработанных чизелем (0,24 мг/кг почвы). Четко прослеживается дифференциация пахотного горизонта по содержанию цинка на мелкой и глубокой безотвальной обработках почвы.

Меди больше всего содержал верхний слой почвы при глубокой безотвальной обработке (6,3 мг/кг), содержание данного элемента в почве при мелкой безотвальной обработке и вспашке было значительно ниже. В слое 10-20 см на вспаханных и культивированных делянках содержание меди было одинаковым – 5,3 мг/кг почвы, а на глубокой безотвальной обработке почвы данный показатель был выше на 0,6 мг/кг. Содержание меди в слое 20-30 см по обработкам почвы отличалось незначительно. Для меди, также, как и для цинка, характерно неравномерное распределение данного элемента питания по слоям. Больше всего меди содержалось на делянках с глубокой безотвальной обработкой почвы.

Данная тенденция сохранилась и в отношении марганца, в верхнем слое почвы на всех вариантах опыта его содержалось значительно больше, чем в нижних слоях. Так, по вспашке и по глубокой безотвальной обработке

этот показатель был наибольшим, чем на мелкой безотвальной обработке. Слои 10-20 и 20-30 см содержали марганца 3,5-4,5 мг/кг в зависимости от способа обработки почвы.

Наибольшим содержание серы было на мелкой безотвальной обработке почвы независимо от изучаемого слоя. Так разница со вспашкой составила 0,5-1,1 мг/кг, с глубокой безотвальной обработкой – 1,2-1,6 мг/кг в зависимости от слоя почвы. Меньше всего данного элемента содержалось на делянках, обработанных чизелем – 2,4-2,6 мг/кг почвы.

К уборке содержание доступного для растений железа на всех обработках почвы возросло практически в два раза по сравнению с аналогичным весенним показателем, и составило 22,9-26,9 мг/кг почвы на вспашке, 21,3-22,7 мг/кг на культивации, и на обработке чизелем – 18,1-21,0 мг/кг почвы.

Доступных форм цинка в почве также стало больше: на вспашке увеличение содержание цинка составило 0,07-0,19 мг/кг почвы, а на мелкой и глубокой безотвальной обработке этот показатель увеличился на 0,27-0,33 и 0,48-0,86 мг/кг почвы соответственно.

Что касается доступных форм соединений меди, больше всего в пахотном слое почвы к уборке ее содержалось на глубокой безотвальной обработке почвы, а меньше всего на культивации. Необходимо отметить, что на всех способах основной обработки почвы содержание меди немного возросло по сравнению с весенними показателями. И более равномерно по пахотному горизонту данный микроэлемент распределялся на вспаханных делянках.

Содержание марганца к уборке в слое 0-10 см колебалось в пределах 4,3-4,8 мг/кг почвы в зависимости от способа обработки почвы. На вспашке в слоях 10-20 и 20-30 см содержание доступного марганца снизилось на 1,0 мг/кг почвы. На безотвальных обработках почвы этот показатель колебался в пределах 0,3-0,6 мг/кг почвы в зависимости от слоя.

Содержание серы перед уборкой культуры возросло на вспаханных делянках на 0,2-0,6 мг/кг почвы, а на делянках с мелкой и глубокой безотваль-

ной обработкой почвы снизилось на 0,9-1,3 и 0,9-1,0 мг/кг почвы соответственно.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что в исследуемой почве имеется высокий потенциал содержания соединений микроэлементов, однако наличие доступных форм постоянно колеблется в зависимости от обработки почвы и возможно, как предположили авторы (Муха и др., 2004) от дыхания корневой системы подсолнечника, а также зависит от погодных условий. В развитии подсолнечника существуют критические периоды, когда тот или иной элемент питания необходим культуре. Зачастую эти периоды совпадают с неблагоприятными погодными условиями, например, с засухой, подвижность элементов в почве сокращается, и это может привести к их дефициту.

В наших исследованиях от периода посева к уборке отмечалась положительная динамика содержания в почве железа, цинка и меди, тогда как изменчивость содержания марганца и серы зависела от способа основной обработки почвы. По вспашке к завершению вегетации культуры происходило снижение содержания в почве марганца и увеличение серы, тогда как при применении безотвального способа обработки, наоборот, снижение содержания серы и нестабильное поведение марганца в зависимости от слоя почвы.

В немалой степени содержание микроэлементов в почве обусловлено уровнем ее биологической активности.

4.3 Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы

Почвенные микроорганизмы выполняют достаточно важные и многообразные функции в превращении веществ и энергии при почвообразовании, главными из которых являются: трансформация органических веществ, образование простых солей и компонентов органических и минеральных соединений в почве, участие в разрушении и новообразовании почвенных минера-

лов, в перемещении и аккумуляции продуктов почвообразования. Деятельность микроорганизмов - это необходимое звено биологического круговорота веществ в почве. Поэтому одним из главных показателей качества почвы является ее биологическое состояние, которое характеризуется численностью основных групп микроорганизмов, выполняющих определенные функции.

С почвенными микроорганизмами связан процесс синтеза и распада органического вещества, минерализация вносимых в почву органических удобрений, пожнивно-корневых остатков возделываемых культур, процесс перевода труднодоступных элементов питания в доступную форму, трансформации вносимых в почву минеральных, в особенности азотных, удобрений (Минеев, 1990).

Под влиянием почвенной микрофлоры разлагаются растительные и животные остатки. Получаемые продукты разложения органических веществ подвергаются биохимической трансформации, в результате которой, в почве накапливаются специфические вещества, называемые гумусом.

Численность микроорганизмов в почве может резко изменяться в зависимости от выращиваемых культур, фазы развития растений, способов обработки почвы, вида удобрений. Лимитирующими факторами являются влажность и температура, которые определяют степень активности микроорганизмов (Хазиев, 1976).

Микробиологическая активность почвы находится в определенной зависимости от приемов основной обработки почвы. В одних случаях она увеличивается, в других – уменьшается.

Так, по данным И.В. Шудренко (1990), О.А. Подлегаева (2000) биологическая активность в поверхностном слое почвы увеличивалась при безотвальной обработке, по сравнению со вспашкой.

Ряд авторов (Гончаров, 1983, Шикула, Назаренко, 1990) также считают, что бесплужная обработка почвы способствует увеличению численности грибов и целлюлозоразлагающих бактерий.

В своих исследованиях В.М. Новиков (2008) отмечает, что активная деятельность целлюлозоразлагающих микроорганизмов наблюдалась при поверхностной и плоскорезных обработках, в основном за счет верхнего слоя почвы.

В то же время О.Г. Котлярова (1980), Н.А. Старовойтов (1981), С.Я. Мухтарова (1986) установили, что обработка почвы без оборота пласта снижала численность микроорганизмов, микробиологическую активность почвы, что отрицательно влияло на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Для оценки деятельности почвенной микрофлоры используют показатель "биологическая активность почвы". Биологическая активность почвы - это общая биогенность почвы, которая определяется, как правило, пересчетом общего количества почвенных микроорганизмов. В наших исследованиях изучалось влияние целлюлозоразрушающих микроорганизмов на степень разложения льняного полотна в зависимости от способов основной обработки почвы. По разложению естественных источников целлюлозы (льняного волокна) можно достаточно точно судить о влиянии различных способов основной обработки на интенсивность биологических процессов, протекающих в почве.

Наши исследования в 2011 году показали, что разложение льняной ткани в слое почвы 0-10 см проходило интенсивнее на варианте с мелкой и глубокой безотвальными обработками и составило 19,17 и 19,43 % (табл. 7).

На варианте со вспашкой величина этого показателя была существенно ниже. Такие различия можно объяснить тем, что в условиях недостаточного увлажнения растительные остатки на поверхности при безотвальных обработках в верхнем слое почвы обеспечивают создание более оптимального режима влажности, что положительно влияет на интенсивность микробиологических процессов.

Таблица 7. Влияние способов основной обработки почвы на степень разложения льняного полотна (в % к исходной массе), 2011-2013 гг.

Слой почвы, см	Способы основной обработки почвы			$НСР_{05}$
	Вспашка	Глубокая безотвальная	Мелкая безотвальная	
2011 г.				
0-10	15,93	19,43	19,17	0,94
10-20	16,58	14,94	16,49	0,85
20-30	15,43	15,55	15,78	0,81
0-30	16,07	16,64	17,15	-
2012 г.				
0-10	27,86	31,88	32,96	1,54
10-20	28,72	25,48	26,61	1,34
20-30	28,46	24,85	24,15	1,20
0-30	28,35	27,40	27,91	-
2013 г.				
0-10	32,23	32,26	34,71	1,37
10-20	30,11	29,23	28,58	1,33
20-30	29,16	27,06	25,24	1,46
0-30	30,50	29,52	29,51	-

Однако по вспашке интенсивность микробиологических процессов в разных слоях практически не отличалась, а на делянках с культивацией и обработкой чизелем была заметна дифференциация по слоям. Это можно объяснить уменьшением поступления свежего органического вещества и ухудшением аэрации в нижней части пахотного слоя, что приводит к снижению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

По данным Е.А. Соболева и А.Л. Лукина (2013) на общем количестве микроорганизмов в почве отрицательно сказывалась высокая температура окружающей среды и низкая влажность почвы. Что мы и наблюдали в 2011 году, в слое почвы 0-30 см интенсивность микробиологических процессов мало отличалась в зависимости от способа основной обработки почвы и была

слабой, т.к. в период экспозиции льняного полотна преобладала жаркая и засушливая погода.

В 2012 и 2013 годах наблюдалась такая же тенденция разложения льняного полотна, что и в 2011 году. Но в слое почвы 0-30 см на всех обработках почвы интенсивность микробиологических процессов была средней. Это связано с тем, что было достаточно влаги в период экспозиции полотна.

Таким образом, применение безотвальной обработки почвы способствует увеличению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в верхней части пахотного слоя по сравнению со вспашкой на 2,6-3,6%. Однако при проведении вспашки наблюдается более равномерная микробиологическая активность почвенной микрофлоры по всему пахотному горизонту – 24,4-25,3%. Очевидно вследствие характера распределения растительной массы по слоям почвы, обусловленного особенностями отвального и безотвального способов обработки почвы. В целом, различия между способами основной обработки почвы были незначительными 24,5-24,9%. Некоторое преимущество безотвального способа отмечалось в засушливых условиях.

4.4. Уровень засоренности посевов подсолнечника в зависимости от интенсивности основной обработки почвы

Засоренность посевов является одной из основных причин, препятствующих росту урожайности, повышению качества продукции сельскохозяйственных культур и плодородия почвы (Фатьянов, Котлярова, 2004). Потери урожая зерновых культур от засоренности в среднем составляют около 20-25% (Дудкин, 2014). В последние годы засоренность полей не уменьшается, а во многих случаях даже увеличивается. Удельный вес сорняков от биомассы зерновых культур достигает 25% (Шпанев, 2013). В современном земледелии трудность решения задачи борьбы с сорными растениями не ослабевает, что связано как с высокой потенциальной засоренностью наших полей, так и с высокой плодовитостью и приспособляемостью к условиям произрас-

тания сорных растений. Количество семян сорных растений в пахотном слое почвы может достигать от 20 млн до 5 млрд шт./га (Порохня, Кобяков, 2006).

Одним из основных средств борьбы с сорняками является механическая обработка почвы. При этом анализ научной литературы по вопросу влияния различных способов обработки почвы на развитие сорного компонента в посевах сельскохозяйственных культур свидетельствует о значительной полярности мнений. По данным одних исследователей отвальная обработка почвы обеспечивает наименьшую засоренность посевов культур (Кильдюшкин, Бугаевский, 2007; Гармашов, Витер, 2008, Нужная, Лаптиев, 2015). И этому есть объяснение. Оборачивание обрабатываемого слоя при отвальной обработке почвы способствует заделке созревших семян сорняков в более глубокие слои пахотного горизонта, из которых их прорастание затруднено, и значительная их часть при этом погибает.

Другие исследователи (Шикула, 1983; Асыка, Смуров, 1990; Романенко, Васюков, 2006; Исайкин, Волков, 2007; Cousens, 1987; Hurle, 1993) считают, что при применении безотвальных, мелких и поверхностных обработок почвы, засоренность посевов ниже, так как в этом случае семена сорных растений сосредоточены в поверхностном слое почвы и предпосевные агротехнические приемы такие как боронование, предпосевная культивация весьма эффективно уничтожают проростки сорняков и снижают уровень засоренности посевов. То есть при безотвальной системе обработки почвы в севообороте поверхностный слой почвы быстро очищается от запасов семян сорняков.

Наряду с этим есть мнение ученых, что при безотвальной обработке основная масса жизнеспособных семян концентрируется в поверхностном слое почвы, из которого они прорастают в больших количествах, тем самым значительно увеличивают засоренность посевов. (Черкасов, Пыхтин, 2006; Гармашов и др., 2007; Корнилов, Нужная, 2012, Котлярова и др., 2012). Как отмечают В.М. Гармашов, А.Ф. Витер (2008), В.Г. Власенко с соавторами (2014), Anderson R.L. (2008), Fisher et al. (1991), Bojanich (2003), Montoya et al. (2008) минимализация обработки почвы при отсутствии дополнительных

приемов по борьбе с сорной растительностью приводят к росту засоренности посевов.

Существуют материалы исследований, в которых указывается на отсутствие существенных различий в количестве сорняков в зависимости от способов основной обработки почвы (Матвеев и др., 2003).

В последние годы, несмотря на значительное применение гербицидов, рост засоренности посевов происходит в связи с несоблюдением севооборотов и ведением узкоспециализированного растениеводства с незначительным набором возделываемых культур. Даже с учетом имеющихся научных исследований многие вопросы о влиянии различных способов обработки почвы на засоренность посевов остаются мало изученными. Особенно актуальны такие исследования в отношении наиболее доходной культуры подсолнечника.

Защита посевов подсолнечника от сорняков в настоящее время продолжает оставаться проблемным звеном в технологии возделывания вследствие таких причин как высокая потенциальная засоренность почвы, широкорядный посев, замедленное развитие культуры в начале вегетации. Несмотря на значительное применение гербицидов в последние годы (Артохин, Игнатова, 2015), в связи с их высокой стоимостью обработка почвы рассматривается как экономическая альтернатива. В свою очередь различные способы основной обработки почвы по затратам на их проведение различаются существенно. Поиск решения задач ресурсосбережения в современном земледелии осуществляется, в том числе, и в направлении минимализации обработки почвы.

Нашими исследованиями установлено, что несмотря на невысокий уровень засоренности посевов подсолнечника, она все еще в значительной степени зависит от приемов основной обработки почвы.

Что касается видового состава, из однолетних однодольных сорняков встречались овсюг (*Avena fatua* Thell.), мышей сизый (*Setaria glauca* L.), однолетние двудольные были представлены в основном подмаренником цепким (*Galium aparine* L.), фиалкой полевой (*Viola arvensis* Murr.), горцем вьюнковым (*Polygonum convolvulus* L.), щирицей запрокинутой (*Amaranthus*

retroflexus L.), просвирником пренебрежным (*Malva neglecta* Wallr.) и другими. Из многолетних двудольных сорняков преобладали бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) и осот желтый (*Sonchus arvensis* L.).

В среднем за три года наименьший уровень засоренности в начале вегетации отмечается по вспашке. Общее количество сорняков составило 16,7 шт./м^2, причем преобладали малолетние двудольные и однодольные виды – 86% (табл. 8). Безотвальные обработки как мелкая, так и глубокая по сравнению со вспашкой отличались гораздо более высокой засоренностью: при обработке почвы чизелем – в 1,7 раз, а при использовании культиватора – в 2,5 раза.

Таблица 8. Засоренность посевов подсолнечника (в среднем 2011-2013 гг.)

Способы основной обработки почвы	Количество сорняков, шт./м^2			
	малолетние		многолетние	общее количество
	однодольные	двудольные		
перед первой междурядной обработкой почвы				
Вспашка	7,9	6,5	2,3	16,7
Глубокая безотвальная	11,1	14,0	3,7	28,8
Мелкая безотвальная	13,5	21,1	6,6	41,2
$НСР_{05}$	2,3	4,6	1,2	-
перед уборкой				
Вспашка	1,8	2,9	0,2	4,9
Глубокая безотвальная	2,3	9,3	2,1	13,7
Мелкая безотвальная	4,1	10,4	6,2	20,7
$НСР_{05}$	0,8	2,1	1,3	-

Засоренность наиболее вредоносными многолетними сорняками при проведении вспашки была достоверно ниже, чем при применении ресурсосберегающих обработок – в 1,6-2,9 раза. Наибольшее количество всех учитываемых групп сорняков было при мелкой безотвальной обработке почвы КПЭ-3,8.

Проведение двух междурядных обработок способствовало снижению численности появившихся во второй половине вегетации сорняков. Тем не менее, отмечаемый ранее характер влияния изучаемых обработок на данный показатель сохранился.

Общее количество сорняков на вспашке уменьшилось в 3,4 раза, на делянках, обработанных культиватором и чизелем в 2 раза. Засоренность посевов подсолнечника на делянках, обработанных КПЭ-3,8 была больше в 4,2 раза, чем на вспаханных и в 1,5 раза больше, чем на обработанных чизелем. Особенно ярко положительное действие отвальной глубокой обработки почвы проявилось по ее влиянию на многолетнюю сорную растительность. Если снижение однолетних сорняков к уборке культуры по различным вариантам обработок было примерно одинаковым: однодольных – в 3-5 раз, двудольных – в 1,5-2 раза, то снижение многолетних сорняков на фоне вспашки было десятикратным, тогда как на фоне глубокого безотвального рыхления их количество снизилось только в 1,8 раз по сравнению с первым периодом учета. Следует подчеркнуть, что мелкая безотвальная обработка не оказала никакого воздействия на распространение этой группы сорняков: до междурядных обработок 6,6 шт./м^2, перед уборкой – 6,2 шт./м^2.

Таким образом, несмотря на невысокий уровень засоренности посевов подсолнечника, она все еще в значительной степени зависит от приемов основной обработки почвы. Наиболее эффективным приемом основной обработки явилась вспашка, снизившая засоренность посевов подсолнечника в 1,7-2,5 раза по сравнению с ресурсосберегающими обработками почвы в начальный период вегетации культуры и в 2,8-4,2 раза – к уборке. Ее преимущество выражается и в значительно более губительном влиянии на многолетнюю вредную растительность не только в начальный период, но в течение всей вегетации. К моменту уборки урожая подсолнечника на варианте со вспашкой количество многолетних сорняков уменьшилось в 10 раз до 0,2 шт./м^2, тогда как при использовании глубокого рыхления их количество снизилось в 1,8 раза, а мелкое рыхление не оказало никакого воздействия (Kotlyarova et al., 2018).

5. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗЕТЕЛИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

5.1. Густота стояния растений подсолнечника.

Исследование основных биометрических показателей растений подсолнечника позволяет выявить условия наиболее благоприятные для формирования высокопродуктивных посевов культуры. Данные показатели отражают реакцию растений подсолнечника на систему факторов жизни, сложившуюся в агроценозе.

Урожайность подсолнечника определяется, в первую очередь, погодными условиями вегетационного периода, режимом минерального питания, засоренностью и густотой посевов (Лифаненкова, Бижоев, 2013).

Подсолнечник требователен к свету. При затенении, загущении и пасмурной погоде рост и развитие его угнетаются. Поэтому необходимо соблюдать оптимальную густоту посевов. Густота растений в зависимости от влагообеспеченности к началу уборки должна составлять 40-50 тыс. растений на 1 га. Густота стояния растений подсолнечника, при всех равных условиях, является одним из основных факторов продуктивности культуры. При оптимальной густоте наиболее полно используются растениями космические и почвенные факторы, в полной мере проявляются их биологические особенности, формируется максимальный урожай. Изреженные или загущенные посевы подсолнечника обычно дают урожай ниже, чем посевы при оптимальной густоте стояния. При оптимальной густоте формируется не только максимальный урожай семян подсолнечника, но и накапливается наибольшее количество масла в них (Bringing plant, 2010).

Исследования А.Н. Пузикова и Ю.Н. Суворовой (2014) показали, что увеличение густоты стояния растений подсолнечника с 30 до 70 тыс. шт./га

наблюдалось небольшое ускорение развития и созревания подсолнечника. Что касается морфологических параметров растений, то с увеличением густоты посевов последовательно возрастала их высота, но при этом уменьшался диаметр корзинки, так как с загущением посева идет наиболее выраженная конкуренция между растениями за свет, влагу и питание.

Однако, по данным ряда авторов с увеличением густоты стояния растений подсолнечника с 30 до 70 тыс. шт./га возрастает масличность семян (Лошкомойников, Пузиков, 2009; Дьяков, 2004). При этом увеличение густоты до 80-90 тыс. шт./га ведет к снижению продуктивности подсолнечника, уменьшается диаметр корзинок и масса 1000 семян (Васильев, 1990).

Лишь можно отметить незначительное увеличение густоты стояния в первый период учета при применении глубоких обработок (40,8-40,9 тыс. шт./га) по сравнению с мелкой обработкой (40,1 тыс. шт./га) (табл. 9). Убывание величины показателя в посевах гибридов происходило в следующем порядке: Джаззи (41,6 тыс. шт./га), затем Ясон (40,5 тыс. шт./га) и Опера ПР (39,7 тыс. шт./га).

К уборке густота стояния растений подсолнечника незначительно уменьшилась, в среднем на 2 тыс. шт./га. Различия между вариантами обработок и гибридов стали еще меньше. Как тенденцию можно отметить, что вспашка сохранила свое минимальное преимущество к уборке – на 0,4-0,8 тыс. шт./га; из гибридов более устойчивыми оказались посевы среднепоздне-го Опера ПР: густота его посевов была больше в среднем на 0,3-0,7 тыс. шт./га.

Несмотря на различия в погодных условиях посевы к уборке практически не отличались по густоте стояния растений в годы исследований – 38,0-39,2 тыс. шт./га.

Таблица 9. Влияние способов основной обработки почвы на густоту стояния растений подсолнечника, тыс. шт./га

Способы обработки	Гибриды	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за три года
перед первой междурядной обработкой					
Вспашка (контроль)	Ясон	40,2	39,3	41,1	40,2
	Джаззи	39,3	41,1	42,9	41,1
	Опера ПР	43,8	42,9	37,5	41,4
Глубокая безотвальная	Ясон	44,6	39,3	39,3	41,1
	Джаззи	42,9	42,9	41.1	42,9
	Опера ПР	40,2	37,5	37,5	38,4
Мелкая безотвальная	Ясон	40,2	41,1	39,3	40,2
	Джаззи	40,2	41,1	41,1	40,8
	Опера ПР	41,1	39,3	37,5	39,3
$НСР_{05}$ А, В и АВ		$F_{факт.}<F_{теор.}$	$F_{факт.}<F_{теор.}$	$F_{факт.}<F_{теор.}$	-
перед уборкой					
Вспашка (контроль)	Ясон	38,4	37,5	39,3	38,4
	Джаззи	38,0	37,5	39,3	38,3
	Опера ПР	41,0	41,1	37,5	39,9
Глубокая безотвальная	Ясон	40,7	35,7	37,5	38,0
	Джаззи	39,0	37,5	39,3	38,6
	Опера ПР	39,5	37,5	35,7	37,6
Мелкая безотвальная	Ясон	38,5	37,5	37,5	37,8
	Джаззи	38,0	37.5	39,3	38,7
	Опера ПР	39,7	39,3	37,5	38,8
$НСР_{05}$ А, В и АВ		$F_{факт.}<F_{теор.}$	$F_{факт.}<F_{теор.}$	$F_{факт.}<F_{теор.}$	-

Таким образом, изменения густоты стояния растений не достоверны и не зависели ни от способов обработки почвы, ни от гибридов.

5.2. Высота растений в зависимости от изучаемых факторов

Нашими исследованиями способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений предусматривалось установление их влияния на рост, развитие, биометрические показатели растений различных гибридов подсолнечника.

Анализ данных исследования высоты растений в зависимости от изучаемых в опыте факторов показал, что их влияние было неодинаковым. В меньшей степени высота растений зависела от применяемых минеральных удобрений и регулятора роста. В фазу бутонизации применение удобрений способствовало увеличению высоты растений на 2,3-2,5 см в среднем, регулятора роста – дополнительно на 0,8-1,0 см (табл. 10).

Таблица 10. Высота растений гибридов подсолнечника (2011-2013 гг.), см

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Поли-фид 3 кг/га	3.Поли-фид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Фаза бутонизации					
Вспашка					
Ясон	97,8	102,7	103,8	105,2	104,9
Джиззи	96,2	98,4	97,8	97,2	102,7
Опера ПР	93,5	95,9	97,8	94,4	93,9
Глубокая безотвальная					
Ясон	98,7	98,5	99,3	100,7	102,0
Джаззи	90,2	92,3	92,6	92,7	93,8
Опера ПР	90,3	94,0	98,9	91,9	91,6
Мелкая безотвальная					
Ясон	95,6	97,7	97,8	104,1	97,4
Джаззи	85,5	88,3	86,6	79,4	86,2
Опера ПР	83,2	83,9	85,6	87,8	87,6
Фаза цветения					
Вспашка					
Ясон	177,0	183,8	184,9	185,0	186,4
Джиззи	183,2	185,5	187,2	187,6	187,2
Опера ПР	171,6	174,6	171,5	173,6	174,5
Глубокая безотвальная					
Ясон	174,8	176,2	176,7	179,0	177,1
Джаззи	170,4	175,5	175,5	178,0	176,9
Опера ПР	167,1	161,4	161,9	162,3	159,1
Мелкая безотвальная					
Ясон	183,1	183,7	182,7	181,5	180,4
Джаззи	165,0	178,5	176,6	173,5	178,9
Опера ПР	161,4	165,5	169,1	167,8	170,7

Влияние способов обработок почвы и гибридов более значительно. Наибольшая высота растений была при применении вспашки и составила в среднем 98,8 см. Уменьшение глубины безотвальных обработок также приводило к снижению роста растений: на 3,6 см (при глубоком рыхлении) и на 9,0 см (при мелком рыхлении). Наиболее высокорослым был раннеспелый гибрид Ясон: его высота в среднем была 100,4 см, что на 9-10% выше по сравнению с Джаззи и Оперой ПР; различия особенно заметны были на ресурсосберегающих обработках почвы.

В фазу цветения влияние удобрений оценивалось в 3,5-4,0 см прироста, тогда как действие регулятора роста свелось к минимуму – 0,1-0,3 см. Значение вспашки в увеличении высоты сохранилось и в эту фазу роста и развития растений подсолнечника. Влияние глубины безотвальных обработок изменилось. При использовании глубокого рыхления высота растений была меньше на 9,4 см, при мелком – на 6,3 см.

К фазе цветения стала более заметной разница в высоте гибридов, относящихся к разным группам спелости. Среднепоздний гибрид Опера ПР отставал в росте от раннеспелых гибридов в среднем на 11,1-13,3 см. Гибрид Ясон сохранил свой статус более высокорослого на безотвальной обработке. Снижение высоты растений гибрида Джаззи при использовании ресурсосберегающих обработок, на наш взгляд, связано с общей угнетенностью культуры из-за наличия куртин осота розового, размеры которых достигали 2-3 м в диаметре, тогда как на вспашке данный гибрид был чуть выше (на 2,7 см).

Таким образом, положительное влияние удобрений на высоту растений было незначительным: от 2,3-2,5 см прироста в фазу бутонизации до 3,5-4,0 см в фазу цветения. Намного больше высота растений зависела от выбора способа основной обработки почвы и гибрида. Глубокая отвальная обработка способствовала увеличению роста растений к фазе цветения на 6,3-9,4 см. Раннеспелые гибриды превосходили по высоте среднепоздний гибрид Опера ПР на 11,1-13,3 см.

5.3. Изменчивость диаметра стеблей растений подсолнечника

Стебель культурного подсолнечника мощный, хорошо облиственный. Толщина стебля у основания варьирует от 1,0 до 8,0 см и зависит как от условий выращивания, так и от сортовых особенностей (Таволжанский, 2000).

В наших исследованиях по изучению приемов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на толщину стеблей растений различных гибридов подсолнечника выявлена определенная закономерность (табл.11).

В отличие от высоты растений диаметр их стебля практически не зависел от выбора гибрида. Тем не менее, меньшей величина показателя была у среднепозднего гибрида Опера ПР, диаметр стебля которого в фазу бутонизации был на 3,4-4,4% меньше, чем у раннеспелых гибридов. К фазе цветения различия уменьшились до 1,3-1,6%.

Более стабильным в течение вегетационного периода было влияние удобрений: в фазу бутонизации прибавка составила 4,4-5,9%, в фазу цветения – 4,2-5,1% в среднем. Следует отметить, что в процессе вегетации стало определенным условие более эффективного воздействия удобрений на диаметр стебля: применение вспашки для Поли-фида, безотвальной обработки – для Плантафола. Регулятор роста Альбит способствовал увеличению данного биометрического показателя лишь в отдельных случаях: при применении Плантафола у растений гибридов Джаззи и Ясона (у последнего только на вспашке) и у растений гибрида Опера ПР при применении Поли-фида на безотвальных обработках почвы.

В большей степени диаметр стебля растений подсолнечника зависел от способа основной обработки почвы. Замена вспашки на безотвальные приемы механической обработки приводила к уменьшению величины показателя

в фазу бутонизации на 7,4-9,9% в среднем; к фазе цветения различия достигли 10,5-12,3%.

Таблица 11. Влияние способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на диаметр стебля растений подсолнечника (2011-2013 гг.), см

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Полифид 3 кг/га	3.Полифид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Фаза бутонизации					
Вспашка					
Ясон	2,14	2,25	2,21	2,29	2,35
Джиззи	2,21	2,21	2,25	2,22	2,42
Опера ПР	2,09	2,20	2,21	2,20	2,13
Глубокая безотвальная					
Ясон	2,01	2,04	2,11	2,08	2,12
Джаззи	2,01	2,15	2,18	2,02	2,19
Опера ПР	1,94	2,08	2,05	2,19	2,01
Мелкая безотвальная					
Ясон	1,94	2,02	2,05	2,16	2,12
Джаззи	1,94	2,09	2,09	2,08	2,12
Опера ПР	1,87	1,93	2,06	2,03	1,92
Фаза цветения					
Вспашка					
Ясон	3,44	3,55	3,50	3,52	3,63
Джиззи	3,30	3,43	3,47	3,38	3,58
Опера ПР	3,40	3,50	3,53	3,41	3,37
Мелкая безотвальная					
Ясон	3,09	3,13	3,13	3,24	3,05
Джаззи	2,86	3,13	3,09	3,18	3,31
Опера ПР	2,94	2,99	3,16	3,02	2,99
Глубокая безотвальная					
Ясон	2,95	3,10	3,10	3,19	3,06
Джаззи	2,99	3,23	3,07	3,29	3,31
Опера ПР	3,03	3,14	3,25	3,18	3,16

Корреляционный анализ между данными показателей высоты и диаметра стебля растений подсолнечника установил положительную средней силы связь (r=0,53), достоверную на 5%-ном уровне значимости, свидетельствующую о том, что применение вспашки и минеральных удобрений способствовало усилению ростовых процессов, приводящих к увеличению линейных параметров стебля.

Таким образом, к увеличению диаметра стебля приводило применение комплексных минеральных удобрений (на 4,2-5,1%), действие которых лишь в отдельных случаях усиливал регулятор роста, и, в большей степени, выбор способа основной обработки почвы: при использовании вспашки диаметр возрастал на 10,5-12,3%. Влияние гибрида на данный показатель к моменту прекращения ростовых процессов сократилось до 1,3-1,6%.

5.4. Площадь листовой поверхности растений подсолнечника и его посевов

Листья подсолнечника простые, черешковые, без прилистников. Нижние 2-3 пары листьев расположены супротивно, остальные – спирально. Число листьев культурного подсолнечника сильно варьирует (от 20 до 60) в зависимости от разновидности и условий произрастания и хорошо коррелируют с продолжительностью вегетационного периода. Также сильно изменяются размер и форма листьев в пределах одного растения.

В последнее время в селекционной практике очень большое внимание уделяется определению площади листьев на растении (Вронский, 1974; Бурлов, 1975).

Площадь истовой поверхности - один из важнейших факторов, оказывающих влияние на продуктивность фотосинтеза, и, следовательно, на урожайность любой сельскохозяйственной культуры. Мощный рост листовой поверхности является необходимым условием для наиболее полного использования солнечной энергии и повышения урожайности.

В нашем опыте площадь ассимиляционного аппарата зависела от всех изучаемых факторов. В фазу бутонизации наибольшая листовая поверхность растения формировалась при использовании вспашки в качестве основной обработки почвы – 0,48 м^2/раст. Отличия по сравнению с безотвальным способом составили 7% в случае мелкого рыхления и 20% в случае глубокого рыхления (табл. 12).

К фазе цветения различия между вспашкой и мелкой безотвальной обработкой по влиянию на площадь листьев одного растения сохранились на уровне 7%, тогда как между глубокими обработками они достигли 39%. По вспашке площадь листового аппарата в среднем составила 0,96 м^2/раст., на фоне глубокого рыхления – 0,69 м^2/раст. Очевидно, что при использовании обработки с оборотом пласта создавались более благоприятные условия для развития ассимиляционного аппарата растений подсолнечника.

Влияние особенностей гибридов на данный показатель в разные сроки вегетационного периода подсолнечника было неодинаковым. Наибольшую площадь листьев формировали растения среднепозднего гибрида Опера ПР – 0,46 м^2/раст. в фазу бутонизации и 0,86 м^2/раст. в фазу цветения. Но если в первый срок различия в площади листьев по сравнению с раннеспелыми гибридами составили 5-7%, то в фазу цветения они сошли к незначимому минимуму в 1,2%. Во многом это обусловлено противоречивой реакцией гибридов на способы основной обработки почвы.

Ко второму сроку учета при применении вспашки практически не было различий между гибридами по данному показателю – 0,95-0,97 м^2/раст. Использование мелкой безотвальной обработки почвы привело к сокращению площади листовой поверхности у раннеспелых гибридов на 8-9%. При общем уменьшении площади ассимиляционного аппарата на фоне глубокого рыхления в большей степени это произошло у среднепозднего гибрида – до 0,66 м^2/раст.

Таблица 12. Влияние способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на площадь листовой поверхности на одном растении подсолнечника (2011-2013 гг.), м^2

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Поли-фид 3 кг/га	3.Поли-фид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Фаза бутонизации					
Вспашка					
Ясон	0,46	0,52	0,51	0,51	0,49
Джиззи	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50
Опера ПР	0,48	0,51	0,52	0,51	0,49
Глубокая безотвальная					
Ясон	0,36	0,40	0,42	0,45	0,39
Джаззи	0,29	0,40	0,41	0,41	0,47
Опера ПР	0,30	0,43	0,42	0,42	0,46
Мелкая безотвальная					
Ясон	0,41	0,45	0,47	0,46	0,45
Джаззи	0,39	0,41	0,43	0,44	0,48
Опера ПР	0,43	0,44	0,50	0,45	0,47
Фаза цветения					
Вспашка					
Ясон	0,97	0,97	0,89	0,98	1,00
Джиззи	0,86	0,86	0,98	1,06	1,09
Опера ПР	0,86	0,92	0,99	1,01	0,99
Глубокая безотвальная					
Ясон	0,65	0,67	0,72	0,84	0,76
Джаззи	0,56	0,75	0,71	0,70	0,75
Опера ПР	0,56	0,57	0,66	0,73	0,78
Мелкая безотвальная					
Ясон	0,79	0,85	0,88	0,88	0,93
Джаззи	0,81	0,91	0,86	0,92	0,92
Опера ПР	0,88	0,96	0,98	0,94	1,00

В некоторой степени, отрицательное влияние глубокой безотвальной обработки почвы на площадь листовой поверхности удается снизить применением комплексных минеральных удобрений, из которых наиболее эффек-

тивным был Плантафол. Причем именно на глубоком рыхлении Плантафол был наиболее результативен: в фазу бутонизации он способствовал приросту площади листьев на 0,11 м^2/раст., тогда как на вспашке и мелкой обработке прирост составил 0,04-0,05 м^2/раст. К периоду цветения увеличение площади листьев было, соответственно, 0,17 и 0,08-0,12 м^2/раст.

В целом, применение комплексных минеральных удобрений имело положительное влияние на развитие листового аппарата. Применение Поли-фида способствовало увеличению площади листьев в фазу бутонизации в среднем на 13%, Плантафола – на 18%. К цветению эффект от Поли-фида снизился до 8%, а от Плантафола – сохранился на уровне 17%. В последний период особенно значительной разница между удобрениями проявлялась на глубоких обработках почвы. На мелкой безотвальной обработке почвы отличий практически не наблюдалось.

Эффективность регулятора роста Альбит в процессе вегетации подсолнечника снижалась с 2,6-5,1% в фазу бутонизации до 1,3-2,6% в период цветения. В большей степени он усиливал действие Поли-фида.

Таким образом, применение глубокого рыхления приводило к формированию значительно меньшей (на 30-39%) площади листьев растений, особенно среднепозднего гибрида Опера ПР. Наиболее благоприятные условия для развития листового аппарата создавались при использовании вспашки, сводя различия между гибридами к минимуму. Мелкая безотвальная обработка почвы давала преимущество в 8-9% среднепозднему гибриду. Более результативный из удобрений Плантафол сохранял свое преимущество в процессе вегетации на уровне 17-18%. Эффективность Поли-фида от бутонизации к цветению снизилась с 13 до 8%, также, как и эффективность регулятора роста Альбит – в 2 раза до 1,3-2,6%.

Особенности влияния изучаемых в опыте факторов на площадь листьев одного растения в целом характерны и для суммарной площади ассимиляционного аппарата посевов подсолнечника на одном гектаре.

Уменьшение суммарной площади листовой поверхности при применении глубокого рыхления по сравнению с мелкой безотвальной обработкой и вспашкой в фазу бутонизации составило 11-21%, к цветению подсолнечника разница достигла 31-42% (табл. 13).

Положительное влияние вспашки и мелкого рыхления на площадь листьев и густоту стояния растений среднепозднего гибрида Опера ПР позволило ему сформировать площадь ассимиляционного аппарата больше на 0,99-1,09 и 2,73-4,18 тыс. м^2/га, соответственно, на этих способах обработки почвы по сравнению с раннеспелыми гибридами. Максимальной она была по вспашке – 38 тыс. м^2/га. Напротив, раннеспелые гибриды по этому показателю лучшими были на глубоком рыхлении: превышения составили 1,95-2,82 тыс. м^2/га.

Эффективность комплексных минеральных удобрений и регулятора роста в целом отражала их влияние на развитие листового аппарата одного растения. Прирост от Поли-фида составил 7,5% в среднем, тогда как воздействие Плантафола было более результативным: увеличение суммарной площади листовой поверхности посевов подсолнечника в среднем по опыту составило 16%, а на фоне глубокого рыхления – 28%.

Таким образом, лучшие условия для формирования площади листового аппарата создавались при применении глубокой отвальной обработки почвы (37,36 тыс. м^2/га в среднем), несколько хуже – по мелкой обработке почвы (34,64 тыс. м^2/га). При применении глубокого рыхления площадь ассимиляционного аппарата резко (на 31-42%) уменьшалась.

Таблица 13. Влияние способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на площадь листовой поверхности посевов подсолнечника (2011-2013 гг.), тыс. м^2/га

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Полифид 3 кг/га	3.Полифид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Фаза бутонизации					
Вспашка					
Ясон	18,49	20,90	20,50	20,50	19,70
Джиззи	16,44	17,67	18,50	19,73	20,55
Опера ПР	19,87	21,11	21,53	21,11	20,29
Глубокая безотвальная					
Ясон	14,78	16,43	17,25	18,48	16,02
Джаззи	12,44	17,16	17,59	17,59	20,16
Опера ПР	11,52	16,51	16,13	16,13	17,66
Мелкая безотвальная					
Ясон	16,48	18,09	18,89	18,49	18,09
Джаззи	15,91	16,73	17,54	17,95	19,58
Опера ПР	16,90	17,29	19,65	17,69	18,47
Фаза цветения					
Вспашка					
Ясон	37,25	37,25	34,18	37,63	38,40
Джиззи	32,91	32,91	37,50	40,56	41,71
Опера ПР	34,29	36,68	39,47	40,27	39,47
Глубокая безотвальная					
Ясон	24,68	25,44	27,34	31,89	28,85
Джаззи	21,60	28,93	27,38	27,00	28,93
Опера ПР	21,06	21,43	24,82	27,45	29,33
Мелкая безотвальная					
Ясон	29,89	32,16	33,29	33,29	35,19
Джаззи	31,35	35,22	33,28	35,60	35,60
Опера ПР	34,14	37,25	38,02	36,47	38,80

Реакция гибридов зависела от способов основной обработки почвы. Лучшие условия для формирования листового аппарата давали преимущество посевам среднепозднего гибрида Опера ПР – на 7,4-11,3%. В основном

за счет положительного влияния вспашки на густоту стояния его растений. На фоне мелкого рыхления выравнивание посевов различных гибридов по густоте стояния растений не давало большого преимущества среднепозднему гибриду (2,6-3,3%). Отрицательное влияние глубокого рыхления и на площадь листьев, и на густоту стояния растений среднепозднего гибрида привело к уменьшению суммарной площади ассимиляционной поверхности его посевов на 7,9-11,4% по сравнению с раннеспелыми гибридами.

Применение комплексных удобрений способствовало увеличению суммарной площади листьев в посевах подсолнечника: на 8% при обработке Поли-фидом, на 16% – Плантафолом. Альбит обусловил незначительный прирост в 2,3-3,0%.

5.5. Влияние основной обработки почвы и удобрений на диаметр корзинки растений изучаемых гибридов

Цветки подсолнечника собраны в соцветие – многоцветковую верхушечную корзинку, имеющую форму круглого диска – плоско-выпуклого или вогнутого. Рост корзинки подсолнечника продолжается вплоть до физиологической спелости растения. Условия, способствующие хорошему цветению и наливу семян, улучшают рост корзинки. Средний диаметр корзинки в сортовом посеве 15-18 см.

Одним из показателей семенной продуктивности подсолнечника является диаметр корзинки. При прочих равных условиях, чем больше диаметр корзинки, тем выше урожайность семян подсолнечника (Таволжанский Н.П., 2000).

В наших исследованиях предусматривалось определить влияние способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на диаметр корзинки различных гибридов подсолнечника.

Независимо от способа основной обработки почвы и от применения комплексных минеральных удобрений самая большая корзинка была у гибрида Опера ПР; ее диаметр составлял от 16,0 см до 18,3 см на вспашке, 15,6-18,3 см на культивации, 17,0-18,8 см на глубокой безотвальной обработке почвы (табл. 14). Диаметры корзинок гибридов Ясон и Джаззи варьировались в пределах 14,2-16,5 и 14,7-16,9 см соответственно, и отличались друг от друга незначительно. В среднем преимущество среднепозднего гибрида составило 9,4-12,9%.

Таблица 14. Влияние способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений на диаметр корзинки растений подсолнечника (2011-2013 гг.), см

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Полифид 3 кг/га	3.Полифид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Вспашка					
Ясон	15,2	16,3	16,1	16,5	16,4
Джиззи	15,5	15,9	16,9	16,3	16,5
Опера ПР	16,0	17,1	17,2	17,3	18,3
Глубокая безотвальная					
Ясон	14,7	15,2	15,7	15,5	15,4
Джаззи	15,7	16,3	16,4	16,1	16,2
Опера ПР	17,0	18,8	18,8	18,1	17,4
Мелкая безотвальная					
Ясон	14,2	14,4	15,4	15,8	15,4
Джаззи	14,7	16,3	15,1	16,3	15,3
Опера ПР	15,6	16,8	17,8	18,3	18,3

Как и в случае листовой поверхности реакция сортов в отношении диаметра корзинки в зависимости от способа основной обработки почвы бы-

ла неодинаковой, но обратной (зеркальной). У среднепозднего гибрида Опера ПР при замене вспашки на безотвальную обработку диаметр корзинки увеличивался и наибольшим он был при применении глубокого рыхления, в среднем – 18,2 см. Тогда как у раннеспелых гибридов большим показатель был на вспашке. Из них гибрид Джаззи формировал корзинку большего диаметра на всех способах основной обработки.

Следовательно, для гибридов из разных групп спелости значение способов основной обработки почвы по влиянию на формирование вегетативных и генеративных органов было противоположным. Если применение вспашки в качестве основной обработки почвы под среднепоздний гибрид Опера ПР приводило к увеличению размеров его вегетативных органов (высота и диаметр стебля, площадь листьев), то возделывание его по глубокой безотвальной обработке способствовало увеличению размеров корзинки. У раннеспелых гибридов ситуация складывалась иная: давая преимущество в росте вегетативной массы, глубокое рыхление ухудшало условия формирования корзинки. Корзинка большего размера у раннеспелых гибридов формировалась при применении глубокой обработки с оборотом пласта.

При применении комплексных минеральных удобрений на всех способах основной обработки почвы наблюдалось увеличение диаметра корзинки на 5,8-8,4% в среднем. Более эффективным был Плантафол. Альбит оказывал положительный эффект (до 6%) только в отдельных случаях: при применении Поли-фида на Джаззи по вспашке и Опере ПР по мелкой обработке почвы; действие Плантафола регулятор роста усиливал только на Опере ПР по вспашке.

Таким образом, диаметр корзинки у среднепозднего гибрида Опера ПР был на 9,4-12,9% больше по сравнению с раннеспелыми гибридами и увеличивался при замене вспашки на безотвальный способ обработки почвы, максимально – при глубоком рыхлении. Раннеспелые гибриды, наоборот, формировали корзинку большего размера на вспашке; лучшим из раннеспелых

гибридов был Джаззи. Комплексные минеральные удобрения способствовали росту диаметра корзинки на 5,8-8,4%. Альбит был эффективен лишь в очень редких случаях. Наиболее отзывчивым на применение внекорневых подкормок оказался гибрид Опера ПР (Котлярова, Титовская, 2018).

5.6. Зависимость продукционных свойств гибридов подсолнечника от биометрических показателей их растений.

Неодинаковая направленность изменчивости биометрических параметров, характеризующая реакцию гибридов на изучаемые в опыте факторы, очевидно, обусловлена их генетическими особенностями. Исследователями отмечается влияние элементов технологии на биометрические показатели подсолнечника (Степанова Л.П., 2015, Хакимова А.Е., 2015, Цилюрик А.И., 2016), а также указывается на генетическую предопределенность их изменчивости (Волгин В.В., 2015), которая в значительной степени обусловливает уровень продуктивности культуры (Коломацкая В.П., 2013, Тишков Н.М., 2009, Энеев М.Д., 2017).

Для подтверждения этого предположения и выявления влияния элементов архитектуры посевов подсолнечника на его продукционные функции был проведен парный корреляционный анализ между морфологическими показателями и показателями продуктивности.

Результаты корреляционного анализа подчеркнули функциональное различие между двумя группами биометрических показателей, описывающих морфологические особенности вегетативных и генеративных органов культуры. Обращает на себя внимание закономерная прямая средней силы связь (r=0,39-0,53*), достоверная на 5%-ном уровне значимости, между параметрами вегетативных органов растений – высота и диаметр стебля, площадь ассимиляционного аппарата – что свидетельствует о единых ростовых процессах в них (табл. 15).

Наоборот, размер корзинки слабо зависел от диаметра стебля и площади листьев, более того, с увеличением высоты растений подсолнечника он достоверно уменьшается (r=-0,48*). Условия, способствовавшие формированию у гибридов подсолнечника корзинки большого размера, в значительной степени обусловили и уровень урожайности гибридов (r=0,55*), и масличность их семян (r=0,34*). Тогда как изменчивость параметров вегетативных органов при сформированной густоте стояния растений не имело решающего значения для продуктивности культуры.

Таблица 15. Матрица парных коэффициентов корреляции между морфологическими и продукционными показателями посевов подсолнечника

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1	-	-	-	-	-	-
X_2	-0,19	1	-	-	-	-	-
X_3	0,11	0,53*	1	-	-	-	-
X_4	0,11	0,43*	0,52*	1	-	-	-
X_5	0,11	0,39*	0,52*	1,00*	1	-	-
X_6	0,55*	-0,48*	0,17	0,10	0,10	1	-
X_7	0,40*	-0,24	-0,04	0,02	0,05	0,34*	1
X_8	-0,02	-0,05	0,34	0,53	0,61	0,23	0,37

Примечание: X_1 – урожайность, X_2 – высота растения, X_3 – диаметр стебля, X_4 – площадь листовой поверхности на одном растении, X_5 – площадь листовой поверхности на одном гектаре, X_6 – диаметр корзинки, X_7 – масличность семян, X_8 – густота стояния растений, * - отмечены значения, достоверные на 5%-ном уровне значимости.

Аналогичный корреляционный анализ отдельно по каждому гибриду позволил выявить отличительные особенности, которые обусловили их неодинаковую реакцию на изучаемые в опыте элементы технологии возделывания, прежде всего, способы основной обработки почвы.

Результаты, полученные на среднепозднем гибриде Опера ПР, еще в большей степени подчеркивали установленные зависимости. Отмечается противоположная направленность роста и развития вегетативных и генеративного органов (отрицательная слабая связь) (r=-0,02…-0,23) (табл. 16). Это позволило предположить, что создание благоприятных условий для роста вегетативной массы приводило к замедлению в определённой степени роста корзинки и в целом урожайности. Масличность семян среднепозднего гибрида значимо не зависела от изменения его морфологических показателей.

Таблица 16. Матрица парных коэффициентов корреляции между морфологическими и продукционными показателями посевов гибрида Опера ПР

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1	-	-	-	-	-	-
X_2	-0,18	1	-	-	-	-	-
X_3	-0,08	0,59*	1	-	-	-	-
X_4	-0,13	0,64*	0,24	1	-	-	-
X_5	-0,16	0,69*	0,30	1,00*	1	-	-
X_6	0,65*	-0,10	-0,02	-0,21	-0,23	1	-
X_7	0,43	0,06	0,13	0,45	0,42	0,20	1

Примечание: обозначение переменных тоже, что и в табл. 16.

У раннеспелых гибридов не отмечалось такой разнонаправленной связи между вегетативными и генеративными органами, наоборот, стимулирование роста вегетативной массы за редким исключением способствовало увеличению размера корзинки (r=0,54-0,75*) (табл. 17-18).

Таблица 17. Матрица парных коэффициентов корреляции между морфологическими и продукционными показателями посевов гибрида Ясон

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1	-	-	-	-	-	-
X_2	0,32	1	-	-	-	-	-
X_3	0,09	0,65*	1	-	-	-	-
X_4	0,03	0,72*	0,79*	1	-	-	-
X_5	0,02	0,71*	0,81*	1,00*	1	-	-
X_6	0,44	0,41	0,75*	0,57*	0,59*	1	-
X_7	0,52*	0,28	0,01	0,25	0,23	0,28	1

Примечание: обозначение переменных тоже, что и в табл. 16**.**

Таблица 18. Матрица парных коэффициентов корреляции между морфологическими и продукционными показателями посевов гибрида Джаззи

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1	-	-	-	-	-	-
X_2	0,31	1	-	-	-	-	-
X_3	0,41	0,91*	1	-	-	-	-
X_4	0,37	0,67*	0,62*	1	-	-	-
X_5	0,37	0,66*	0,60*	1,00*	1	-	-
X_6	0,25	0,54*	0,56*	0,25	0,24	1	-
X_7	0,45	-0,21	0,04	-0,20	-0,18	0,18	1

Примечание: обозначение переменных тоже, что и в табл. 15**.**

Однако это не давало значимого преимущества раннеспелым гибридам в повышении урожайности, особенно гибрида Ясон. Как тенденцию можно отметить, что на величину урожая гибрида Ясон в большей степени влиял размер корзинки, тогда как гибрида Джаззи, наоборот, – величина вегетативных органов. У обоих гибридов масличность семян практически не зависела от биометрических показателей, очевидно вследствие высокой детерминированности этого признака генотипом гибридов.

6. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ

(основная обработка почвы, микроудобрения, регулятор роста)

6.1. Масса 1000 семян и выполненность корзинки растений подсолнечника

По размерам семянок, масличности и лузжистости сорта подсолнечника делян на три группы: масличные, грызовые, межеумки. У масличного подсолнечника семянки мелкие, масса 1000 семян 35-80 г, содержание жира в ядре 53-63%, что составляет 40-56% масла в семянке (Федотов и др., 2015).

Критерием оценки продуктивности подсолнечника является выход масла с единицы площади посева. Основными показателями качества урожая подсолнечника являются масса 1000 семян и их масличность.

Результаты исследований, представленные на рисунке 6, показывают, что масса 1000 семян подсолнечника в значительной степени зависела от возделываемых гибридов подсолнечника и применения комплексных минеральных удобрений, и в меньшей степени – от способа основной обработки почвы.

Так, масса 1000 семянок была наибольшей у гибрида Опера ПР и составляла в среднем 58,23 г. У гибридов Ясон и Джаззи масса 1000 семян была значительно меньше – 52,44-52,82 г или на 10-11%. Применение Поли-фида способствовало увеличению данного показателя в среднем на 7,2%, Плантафола – чуть больше – на 7,6%. Эффективность регулятора роста отмечалась лишь в отдельных случаях чаще всего при применении с Плантафолом: при возделывании раннеспелых гибридов по мелкой безотвальной обработке, а Джаззи и по вспашке, среднепозднего – при проведении глубокого рыхления.

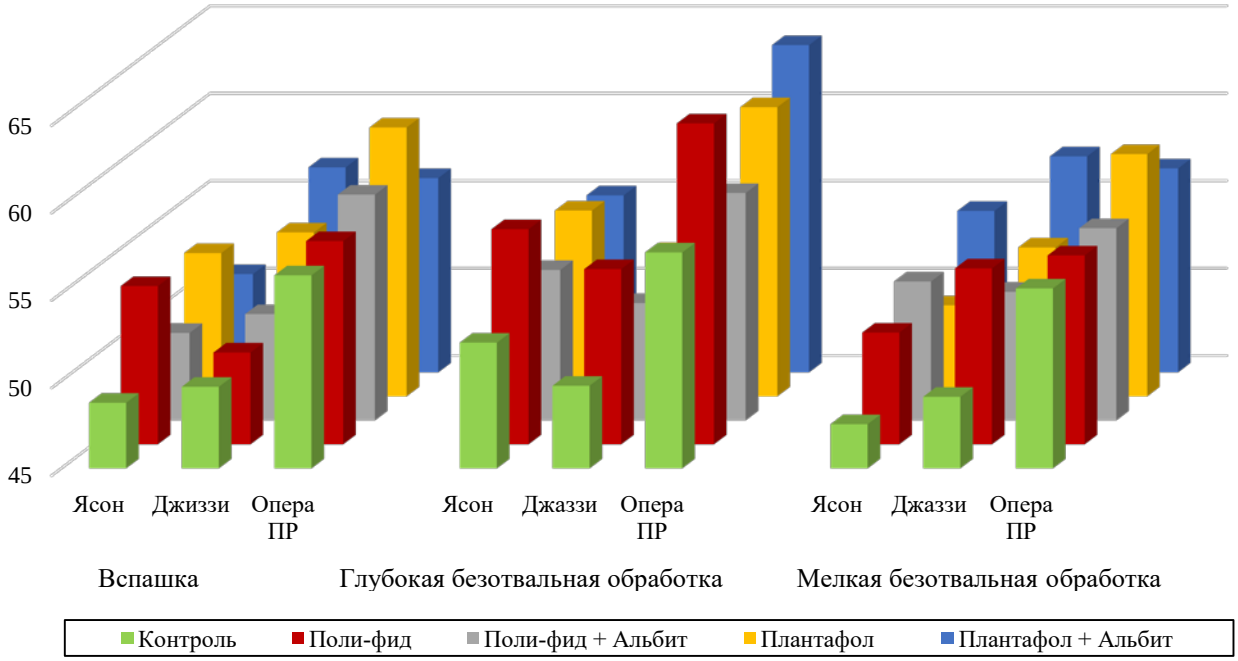


Рис. 6. Масса 1000 семян гибридов подсолнечника (2011-2013 гг.), г.

Различия между способами основной обработки почвы были незначительны и составили 4,3% в пользу глубокой безотвальной обработки, которая способствовала увеличению массы 1000 семян гибридов Опера ПР и Ясон в среднем на 3,5-4,0 г.

Корреляционный анализ подтвердил прямую средней силы зависимость между массой 1000 семян и уровнем урожайности (r=0,55*), достоверную на 5%-ном уровне значимости. Масличность от массы 1000 семян зависела слабо (r=0,30*), хоть и значимо. Очевидно, что прямая связь между показателями обусловлена тем, что все гибриды, судя по массе семянок, относятся к группе масличных.

В нашем опыте определялась доля выполненных семян в корзинке подсолнечника в зависимости от способов обработки почвы, гибридов и применения комплексных минеральных удобрений. Статистическая обработка ежегодных данных показала, что данный показатель достоверно зависел от выбора гибрида подсолнечника. Так, наибольшая степень озерненности корзинки наблюдалась у гибрида Джаззи: в среднем по опыту она составили 97,6%, что

на 0,9 и 1,9% больше, чем у гибридов Опера ПР и Ясон, соответственно (рис. 7).

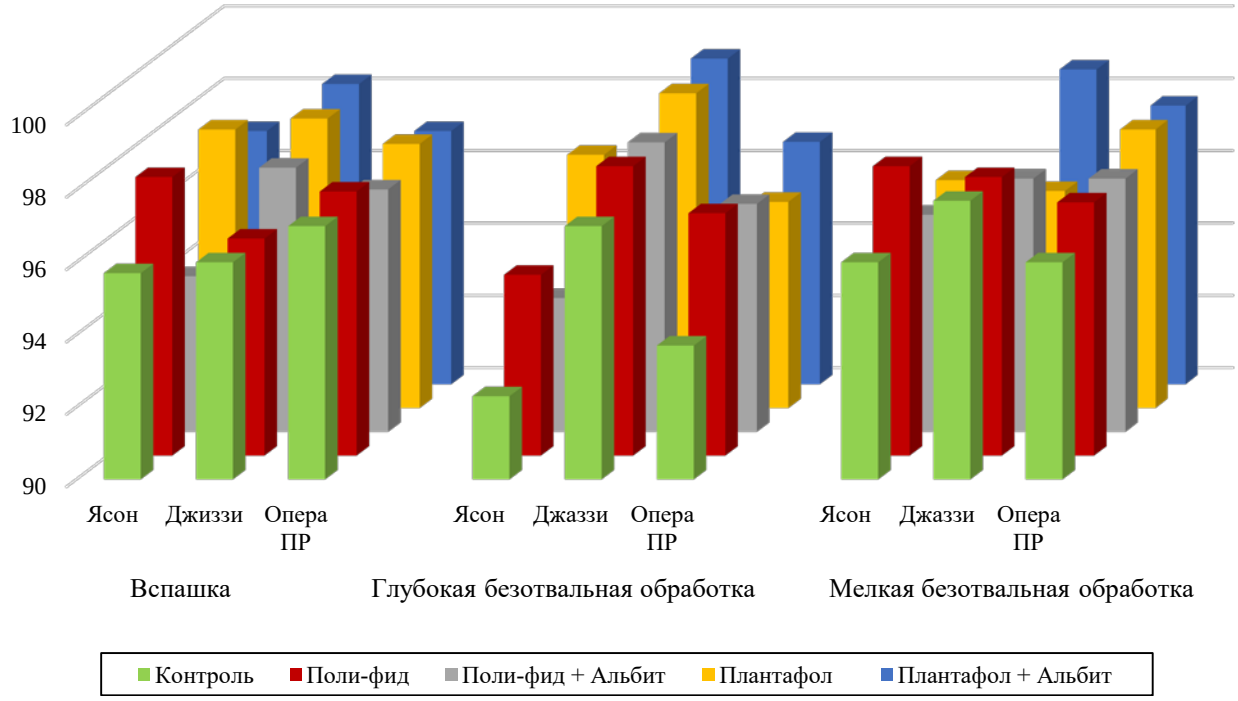


Рис. 7. Доля выполненных семян в корзинке растений подсолнечника (2011-2013 гг.), %

Следует отметить, что комплексные минеральные удобрения в отдельных случаях приводили к увеличению показателя, примерно в равной степени – на 1,3-1,5% в среднем. Установить влияние регулятора роста не удалось, так же, как и влияние способов основной обработки почвы.

В отличие от массы 1000 семян, которая закономерно влияла на их урожайность, увеличение доли выполненных семян в корзинке не обусловило повышение урожайности, но способствовало росту масличности семян, что подтверждается статистически достоверным значением коэффициента корреляции r=0,53*. Что указывает на очевидную связь процессов, происходивших в генеративном органе.

Таким образом, изменчивость показателей, характеризующих биопродукционный процесс в растениях подсолнечника, таких как масса 1000 семян и доля выполненных семян в корзинке обусловлена, прежде всего, особенно-

стями изучаемых гибридов. Среднепоздний гибрид Опера ПР имел большую на 10-11% массу 1000 семян по сравнению с раннеспелыми гибридами, тогда как по второму показателю лучшим был гибрид Джаззи. Применение комплексных минеральных удобрений в целом в той или иной степени имело положительное влияние на изучаемые показатели. Действием регулятора роста, который был эффективен в очень редких случаях, можно пренебречь. Если в случае массы 1000 семян глубокая безотвальная обработка почвы имела небольшое преимущество – 4,3%, то в отношении доли выполненных семян в корзинке влияние обработки не установлено. Закономерное влияние массы 1000 семян на урожайность культуры подтверждено достоверным значением коэффициента корреляции (r=0,55*), также, как и связь средней силы между масличностью семян и долей выполненных семян в корзинке (r=0,53*).

6.2. Урожайность маслосемян гибридов подсолнечника

Статистическая обработка результатов наших исследований показала, что урожайность подсолнечника зависела как от выбора его гибридов, так и от применения комплексных минеральных удобрений отдельно и совместно с регулятором роста Альбит (табл. 19).

Способы основной обработки почвы по-разному проявили себя в годы исследований. Исходя из уровня урожайности подсолнечника, наиболее благоприятные условия для него складывались в 2011 году (3,14 т/га). Разница в уровне урожайности между вариантами обработок была недостоверной – 0,18 т/га ($НСР_{05}$ = 0,24 т/га). В 2012 году средняя урожайность была несколько ниже – 3,10 т/га, и достоверная прибавка была получена по глубокому рыхлению – 0,19 т/га ($НСР_{05}$ = 0,14 т/га). А в наименее благоприятном 2013 году (средняя урожайность 2,52 т/га) этот вариант обработки, наоборот, привел к существенному снижению урожайности – на 0,13-0,15 т/га ($НСР_{05}$ = 0,12 т/га).

Таблица 19. Урожайность гибридов подсолнечника, т/га

Фактор А	Фактор В	Фактор С	2011	2012	2013	Среднее	Показатели статобработки
Вспашка	Ясон	1	2,15	2,68	2,36	**2,40**	*Средние значения*:
		2	2,73	3,12	2,81	**2,88**	
		3	2,87	3,01	2,98	**2,95**	*Фактор А:*
		4	2,29	2,79	2,92	**2,67**	В – 2,88
		5	3,08	2,90	2,97	**2,98**	Г – 2,95
	Джаззи	1	2,82	2,74	1,98	**2,51**	М – 2,93
		2	2,73	3,42	2,23	**2,79**	*Фактор В:*
		3	3,33	2,94	3,12	**3,13**	Ясон – 2,81
		4	2,93	3,28	3,15	**3,12**	Джаззи – 2,90
		5	2,33	3,31	3,09	**2,91**	Опера ПР – 3,05
	Опера ПР	1	3,24	2,76	1,85	**2,62**	*Фактор С:*
		2	3,77	3,00	2,04	**2,94**	1 – 2,60
		3	3,69	3,29	2,69	**3,22**	2 – 2,88
		4	3,73	2,94	2,39	**3,02**	3 – 3,01
		5	3,56	3,41	2,05	**3,01**	4 – 3,09
Глубокая безотвальная обработка	Ясон	1	2,66	2,69	2,49	**2,61**	5 – 3,02
		2	2,96	2,75	2,68	**2,80**	*Значения $НСР_{05}$*
		3	2,98	3,06	2,79	**2,94**	для факторов
		4	2,99	3,03	2,83	**2,95**	2011-2013 гг.:
		5	2,70	3,20	2,69	**2,86**	B, D – 0,102;
	Джаззи	1	2,70	3,13	1,79	**2,54**	C – 0,132;
		2	2,90	3,25	2,20	**2,78**	AB, AD, BD –
		3	1,89	3,12	2,70	**2,57**	0,177; AC, BC, CD
		4	3,30	3,33	3,14	**3,26**	– 0,229; A, ABC,
		5	3,16	3,11	2,79	**3,02**	ACD, BCD,
	Опера ПР	1	3,99	3,36	1,89	**3,08**	ABCD –
		2	3,62	3,51	1,93	**3,02**	$F_{факт.}<F_{теор.}$
		3	3,85	3,69	2,07	**3,21**	2011 г.
		4	4,05	3,57	2,33	**3,31**	B – 0,237;
		5	4,06	3,73	1,97	**3,26**	C – 0,305;
Мелкая безотвальная обработка	Ясон	1	2,47	2,77	2,52	**2,59**	AC, BC, ABC –
		2	2,81	2,94	2,85	**2,87**	0,529;
		3	2,71	3,08	2,91	**2,90**	A, AB – $F_{факт.}<F_{теор.}$
		4	2,78	2,89	2,99	**2,89**	2012 гг.
		5	2,64	2,97	2,79	**2,80**	A, B – 0,142;
	Джаззи	1	2,68	2,62	2,05	**2,45**	C – 0,183;
		2	2,90	2,99	2,19	**2,69**	AB – 0,246;
		3	3,89	3,05	3,08	**3,34**	AC, BC, ABC –
		4	3,79	3,17	2,99	**3,31**	0,318
		5	3,19	3,12	2,85	**3,06**	2013 г.
	Опера ПР	1	2,79	2,88	2,07	**2,58**	A, B – 0,118;
		2	3,70	3,54	2,09	**3,11**	C – 0,152;
		3	3,21	3,03	2,12	**2,79**	AC, BC, ABC –
		4	4,10	3,24	2,52	**3,28**	0,264;
		5	4,36	3,12	2,28	**3,25**	AB – $F_{факт.}<F_{теор.}$
Среднее по годам (Фактор D)			**3,14**	**3,10**	**2,52**		

Однако в среднем за три года наибольшая урожайность была получена именно по глубокой безотвальной обработке – 2,95 т/га, тем не менее она не имела значимых преимуществ по сравнению с мелкой безотвальной обработкой (2,93 т/га) и вспашкой (2,88 т/га). Таким образом, влияние способов основной обработки почвы на изменчивость урожайности культуры не было установлено ($F_{факт.} < F_{теор.}$).

Очевидно, что подсолнечник, как засухоустойчивая культура с мощной глубоко проникающей корневой системой, способен преодолевать недостатки способов основной обработки почвы, особенно при возделывании его на плодородных почвах, таких как чернозем типичный, обладающих большей буферностью, в хозяйствах с высокой культурой земледелия. В таких условиях значение приобретают такие факторы интенсификации как гибриды и росто- и иммуностимулирующие препараты – комплексные удобрения и регуляторы роста.

Положительное влияние применения удобрений Поли-фида и Плантафола было статистически достоверным. Следует отметить, что эффективность Плантафола была существенно выше по сравнению с Поли-фидом. Прибавка по отношению к контролю при применении Плантафола составила 0,49 т/га (18,8%), а Поли-фида – 0,28 т/га (10,8%).

Действие регулятора роста Альбит при применении изучаемых удобрений было неоднозначным. Анализ данных по годам не установил его эффективности, и только в менее благоприятном 2013 году он способствовал значительному увеличению урожайности при использовании Поли-фида – на 0,38 т/га ($НСР_{05}$ = 0,15 т/га) или 16,2%. По отношению к контролю прибавка составила 0,61 т /га или 28,9%. Что и повлияло на его эффективность в среднем за три года в варианте применения с Поли-фидом. Совместное применение Альбита с Плантафолом приводило к снижению урожайности, хоть и не существенному.

Как уже отмечалось, урожайность семян подсолнечника также зависела от выбора гибрида. В среднем за три года исследований вне зависимости от

способа основной обработки почвы и удобрений достоверно более высокой урожайностью отличался среднепоздний гибрид Опера ПР – 3,05 т/га. Прибавка по сравнению с раннеспелыми гибридами составила 0,15-0,24 т/га. Лучшим он был в более благоприятные годы, обеспечив в 2011 году максимальную урожайность по опыту – 3,72 т/га, которая была выше относительно раннеспелых гибридов Джаззи и Ясон, соответственно, на 0,75 и 1,00 т/га или на 25,3-36,8%.

Однако этот же гибрид в худшем по погодным условиям 2013 году обеспечил наименьшую урожайность 2,15 т/га, что ниже на 21,9-28,8%, чем у раннеспелых гибридов. Очевидно, это связано с более поздними сроками уборки среднепозднего гибрида, осложнившимися из-за обильных осадков, выпавшими в этот период.

Таким образом, среднепоздний гибрид Опера ПР проявил себя как наиболее урожайный, так и менее стабильный. Коэффициент вариации (C_v) урожайности по этому гибриду в условиях неустойчивого увлажнения юго-западной части Центрально-Черноземной зоны составил 26,5%. Раннеспелые гибриды имели меньшую изменчивость урожайности по годам. Наиболее стабильным был гибрид Ясон (C_v=3,7%). Урожайность гибрида Джаззи колебалась в пределах 8,6%.

Описанное влияние изучаемых факторов обусловило неодинаковую долю их участия в изменчивости урожайности культуры (рис. 8): при значительном влиянии погодных условий – 29,5%, вклад удобрений и регулятора роста составил 11,1%, выбор гибрида – 3,6%.

Таким образом, преимущества различных способов основной обработки почвы, выявленные в отдельные годы, нивелировались нестабильностью погодных условий в течении всего периода исследований. Это привело к отсутствию значимого влияния этого фактора на урожайность подсолнечника.

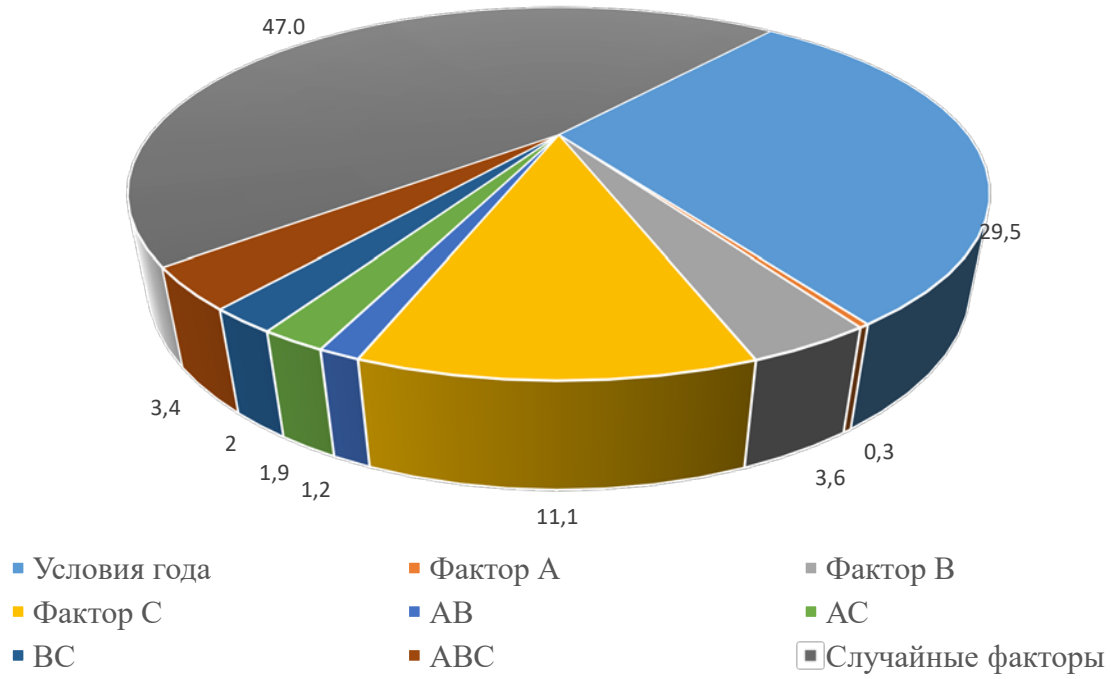


Рис 8. Доля участия факторов в изменчивости урожайности подсолнечника (в среднем за три года), %

Неоднозначное поведение гибридов разных сроков созревания, когда наиболее урожайный, особенно в благоприятные годы, среднепоздний гибрид Опера ПР (прибавка составила 0,15-0,24 т/га или 5,2-8,5%) намного уступал по стабильности (C_v=26,5%) раннеспелым гибридам – Джаззи (C_v=8,6%) и, особенно, Ясон (C_v=3,7%), вызывает необходимость сочетания в системе семеноводства хозяйств гибридов разных групп спелости. В случае наших исследований напрашивается соотношение 2:1 в пользу среднепоздне-го гибрида.

Эффективность комплексных минеральных удобрений в повышении урожайности подсолнечника доказана: получена прибавка к контролю 0,28-0,49 т/га или 10,8-18,8%. Достоверно лучшим между ними был Плантафол, особенно в неблагоприятных условиях 2013 года (на 0,70 т/га или 33,2%), ко-гда действие Поли-фида (+0,23 т/га или 10,9%) существенно усиливалось биопрепаратом Альбит – на 0,38 т/га или 16,2%.

6.3. Масличность гибридов подсолнечника и сбор масла

В семена современных сортов и гибридов подсолнечника содержится до 56% светло-желтого пищевого масла с хорошими вкусовыми качествами, до 16% белка.

Количество масла, накапливающееся в семенах подсолнечника за период налива семян, определяется не способностью листьев обеспечивать соцветие углеводами, а суммарным числом запасающих жир клеток мезофилла семядолей семян (Кошкин, 2005).

Также на масличность влияет густота растений подсолнечника. Снижение густоты приводит не только к снижению урожайности семян подсолнечника, но и к снижению их масличности (Пустовойт, 1966). Это объясняется тем, что в изреженных посевах растения усиленно потребляют азот, в свою очередь, это приводит к повышенному расходу глюкозы и других углеводов на синтез белка, замедляется процесс образования масла (Клочков, 1978).

Очевидно, что условия произрастания подсолнечника в определенной степени обуславливают накопление масла в семенах. Изучаемые в нашем опыте элементы технологии возделывания подсолнечника, также влияющие непосредственно на его рост и развитие, имели неодинаковое действие на его масличность.

Прежде всего, следует отметить, что ухудшение погодных условий в 2013 году привело к резкому увеличению среднего уровня содержания масла до 53,5%, что выше на 11% по сравнению с 2011-2012 гг. Влияние факторов обработки почвы и удобрений незначительно на изменчивость этой прибавки, которая колебалась в пределах 0,3 и 0,7%, соответственно. Тогда как фактор гибрида оказал заметное влияние: раннеспелые гибриды дали в неблагоприятном году прирост масличности на 6,36% у Джаззи и 5,84% – у Ясона. Это в 1,6-1,7 раз больше, чем у среднепозднего гибрида – Опера ПР.

Анализ данных в среднем за 2011-2013 годы показал, что меньшая масличность была по вспашке (49,68%), но различия между вариантами способов основной обработки почвы незначительны – в пределах 0,46% (табл. 20).

Таблица 20. Масличность гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений, % (2011-2013 гг.)

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Полифид 3 кг/га	3.Полифид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Вспашка					
Ясон	46,66	48,29	48,81	48,41	47,97
Джаззи	50,40	50,86	51,18	50,11	51,21
Опера ПР	49,54	50,76	51,14	50,20	49,71
Глубокая безотвальная обработка					
Ясон	48,20	48,52	48,73	48,53	48,70
Джаззи	50,74	51,25	51,79	51,99	52,07
Опера ПР	49,23	49,72	49,69	51,13	50,89
Мелкая безотвальная обработка					
Ясон	47,32	48,93	49,05	47,97	48,75
Джаззи	50,63	51,19	51,29	51,97	52,20
Опера ПР	49,57	50,48	51,28	51,00	50,40

Меньше масла в среднем за период исследований содержали семена раннеспелого гибрида Ясон – 48,32%. Промежуточное положение по данному показателю занимал среднепозний гибрид – 50,32%. Наибольшее содержание масла было в семенах гибрида Джаззи – 51,26%. Этот раннеспелый гибрид в 2013 году по мелкой безотвальной обработке почвы при применении Плантофола совместно с Альбитом дал максимальная масличность – 57,81%.

Комплексные минеральные удобрения способствовали увеличению содержания масла в семенах: по сравнению с контролем (49,14%) при применении Поли-фида на 0,86%, при применении Плантафола – на 1,01%. Положительное влияние оказал и регулятор роста, но только в случае Поли-фида, усилив его действие на 0,33%, тогда как в случае Плантафола – лишь на 0,06%.

Однако реакция гибридов на изучаемые варианты фактора С была совершенно разной (рис. 9). Если раннеспелый гибрид Ясон лучше отзывался на Поли-фид и его сочетание с Альбитом (прибавка к контролю (47,39%) составила 1,19 и 1,47%, соответственно), то по отношению к другому раннеспелому гибриду – Джаззи, наоборот, преимущество имел Плантафол при самостоятельном применении и вместе с регулятором роста – на 0,77 и 1,24%,соответственно.

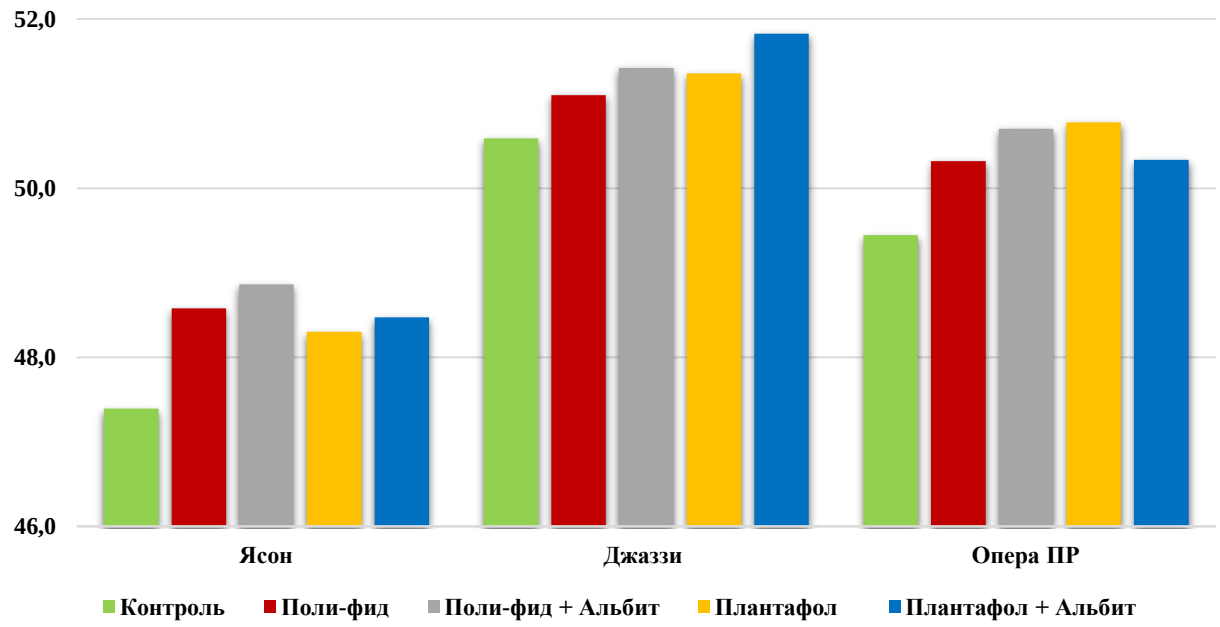


Рис. 9. Масличность семян гибридов подсолнечника при применении комплексных минераьных удобрений и регулятора роста, %

На среднепозднем гибриде Опера ПР лучшим из удобрений был Плантафол, увеличивший масличность на 1,33% до 50,78%. Причем регулятор роста усиливал положительное влияние Поли-фида, доводя масличность до

уровня влияния Плантафола (50,70%) и, наоборот, снижал величину показателя при совместном применении с последним до уровня применения только Поли-фида – 50,33%.

Как тенденцию можно отметить, что безотвальные способы основной обработки и увеличение их глубины способствовали повышению масличности раннеспелых гибридов, тогда как глубокое рыхление при возделывании среднепозднего гибрида привело к снижению показателя.

Таким образом, на уровень содержания масла в семенах подсолнечника оказали влияние как погодные условия периода исследований, ухудшение которых привело к повышению масличности на 11% (прибавка содержания масла составила 5,3% (абс.)), так и изучаемые элементы технологии – гибриды и удобрения. Лучшим из гибридов был раннеспелый Джаззи (51,26%), в семенах которого в 2013 году на фоне мелкой безотвальной обработки почвы при совместном применении Плантафола и Альбита была установлена максимальная масличность – 57,81%. Положительное действие комплексных минеральных удобрений в зависимости от гибрида было неодинаковым. Поли-фид имел преимущество (прибавка – 1,19%) на менее урожайном гибриде Ясон, на более продуктивных гибридах Джаззи и Опера ПР эффективнее был Плантафол, повысивший масличность семян в среднем на 0,77 и 1,33%, соответственно. Регулятор роста в основном оказал положительное влияние на данный показатель, усиливая действие удобрений на всех гибридах от 0,17 до 0,47%, кроме варианта его применения с Плантафолом на среднепозднем гибриде Опера ПР (снижение составило 0,44%).

В конечном итоге интегрирующим показателем продуктивности подсолнечника и эффективности технологий возделывания является выход масла с единицы площади.

Оценивая влияние погодных условий с учетом того, что в годы благоприятные для формирования высокого урожая семян их масличность снижалась, следует признать доминирующую роль урожайности маслосемян в определении уровня сбора масла. Максимальный выход масла был получен в

2011 году – 1521 кг/га, что больше на 29 кг/га, чем в 2012 году и на 174 кг/га или 13% – в 2013 году.

Выявлено, что способ основной обработки почвы в среднем за три года не оказал большого влияния на сбор масла, минимум которого был получен по вспашке – 1427 кг/га. Однако разница с безотвальными обработками не превышала 3% (табл. 21).

Таблица 21. Сбор масла гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и применения комплексных минеральных удобрений (2011-2013 гг.), кг/га

Гибриды	Комплексные минеральные удобрения и регулятор роста				
	1.Контроль	2.Полифид 3 кг/га	3.Полифид 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га	4.Плантафол 3 кг/га	5.Плантафол 3 кг/га +Альбит 0,03 л/га
Вспашка					
Ясон	1115	1391	1442	1296	1431
Джаззи	1259	1407	1603	1563	1494
Опера ПР	1291	1485	1645	1507	1481
Глубокая безотвальная обработка					
Ясон	1258	1354	1431	1431	1392
Джаззи	1276	1414	1343	1691	1568
Опера ПР	1504	1481	1574	1682	1635
Мелкая безотвальная обработка					
Ясон	1222	1402	1424	1387	1366
Джаззи	1231	1367	1706	1714	1589
Опера ПР	1276	1563	1422	1667	1632

Значительная изменчивость данного показателя наблюдалась при выборе таких элементов интенсификации технологии, как гибрид, комплексное удобрение и регулятор роста. Наиболее продуктивным в среднем за три года был среднепоздний гибрид Опера ПР, который обеспечил выход 1523 кг/га масла, что на 12,3% было больше по сравнению с раннеспелым гибридом

Ясон. Из раннеспелой группы значительно лучше был гибрид Джаззи, преимущество которого составило 126 кг/га или 9,3%.

Следует также отметить, что нестабильность среднепозднего гибрида по урожайности в разные годы закономерно отразилась на выходе масла, который был наибольшим в благоприятные годы, достигая 1849 кг/га в 2011 г., и резко снизился в 2013 г. до 1136 кг/га, значительно уступая раннеспелым гибридам – на 28%. Коэффициент вариации данного показателя по гибриду Опера ПР составил 23,7%. Наиболее стабильным по сбору масла за период исследований был гибрид Джаззи (C_v=3,0%), ненамного уступая по средней продуктивности гибриду Опера ПР – 41 кг/га или 2,8%. В неблагоприятном 2013 году также хорошо себя проявил раннеспелый гибрид Ясон (C_v=6,9%), однако в среднем за три года, как уже отмечалось, он значительно уступал более продуктивным – Опера ПР и Джаззи.

Оценка продуктивности гибридов разных групп спелости по годам позволила уточнить ранее сделанное предположение о необходимости сочетания в производстве гибридов разных сроков созревания для стабилизации выхода масла независимо от погодных условий: в нашем случае среднепозднего гибрида Опера ПР и раннеспелого гибрида Джаззи в соотношении 2:1 или даже 1:1.

Комплексные минеральные удобрения значительно повышали сбор масла. При применении Поли-фида в среднем за три года прибавка составила 159 кг/га или 12,5%. Плантафол был более эффективен, увеличивая урожай масла на 278 кг/га или 21,9%. Влияние регулятора роста на данный показатель было неоднозначным и зависело от удобрения, с которым он применялся (рис. 10).

Обработка посевов всех гибридов Альбитом усиливала положительное влияние Поли-фида дополнительно на 81 кг/га в среднем, повышая выход масла на 18,9% по сравнению с контролем. Тогда как его совместное использование с Плантофолом было неоправданным и чаще всего приводило к уменьшению сбора масла.

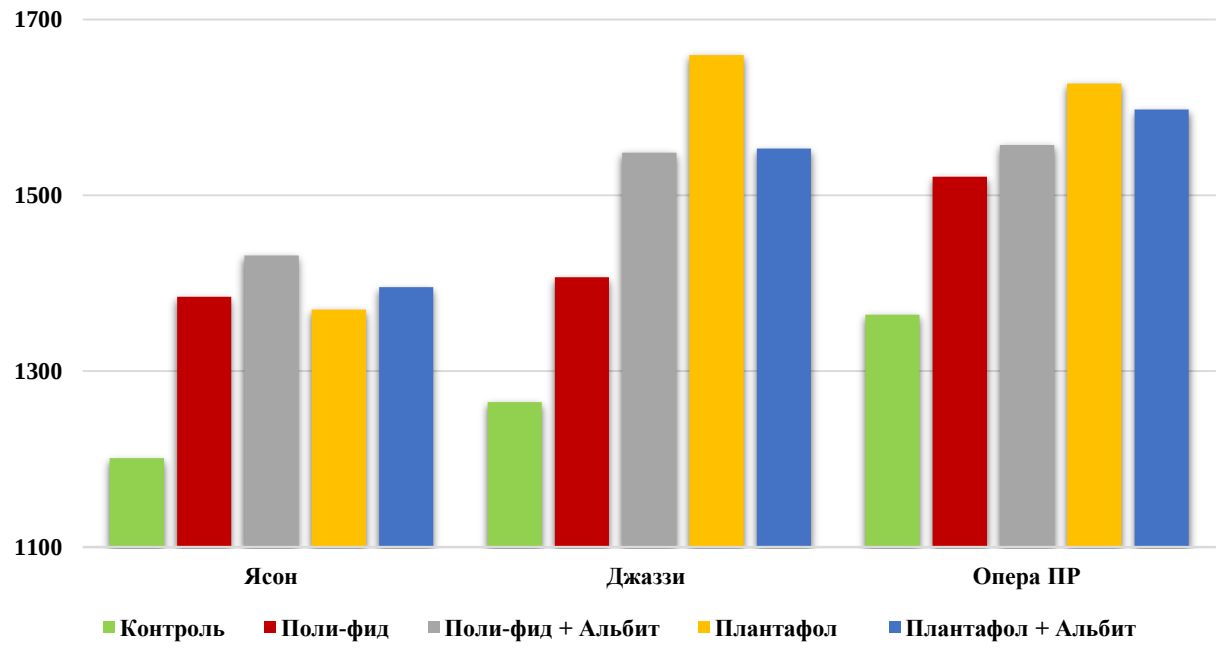


Рис. 10. Сбор масла у гибридов подсолнечника при применении комплексных минераьных удобрений и регулятора роста, кг/га

Следует отдельно отметить, что Плантафол на всех способах основной обработки почвы имел преимущество перед Поли-фидом, повышая его при переходе к безотвальным обработкам и с увеличением их глубины. Однако на вспашке вариант совместного использования Поли-фида и Альбита давал значительную прибавку по сравнению с вариантами применения Плантафола – на 94-108 кг/га или на 7,4%. Хозяйствам, предпочитающим вспашку в качестве основной обработки почвы под подсолнечник по тем или иным причинам следует иметь это в виду.

Таким образом, наиболее продуктивным (1523 кг/га), хотя и менее стабильным (C_v=23,7%) был среднепоздний гибрид Опера ПР. Конкуренцию ему составил раннеспелый гибрид Джаззи, ненамного уступая по продуктивности (1482 кг/га), но превосходя по стабильности (C_v=3,0%). Это дает основание для сочетания этих гибридов в системе семеноводства хозяйств с целью стабилизации урожайности и высокого выхода масла на уровне 1,5 т/га независимо от погодных условий Центрально-Черноземной зоны. Комплексные удобрения высокоэффективны, но предпочтение следует отдавать План-

тафолу, как обеспечившему значительно большую прибавку – 22%. А Поли-фид, способствовавший 13%-му росту сбора масла, применять только с регулятором роста Альбит, который позволяет достичь прибавки в 19%. Такое сочетание «Поли-фид + Альбит» обуславливает наибольшую продуктивность, если в качестве основной обработки почвы применяется вспашка (превышение над вариантами с Плантафолом составляет 7,4%). Кроме этого случая хоть и незначительно сбор масла увеличивается при замене отвального способа обработки на безотвальный (Титовская и др., 2018а).

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

7.1. Показатели экономической эффективности возделывания подсолнечника

Основным экономическим показателем при возделывании подсолнечника, как и других полевых культур, является получение прибыли с единицы площади. Показатель экономической эффективности зависит от прямых затрат, урожайности культуры и закупочной цены (Куликов, 2001; Усенко, 2001; Цеддиес и др., 2000; Добрынин и др., 1990).

В условиях рыночных отношений показателем успешной деятельности сельскохозяйственных предприятий является себестоимость полученной продукции. По мере насыщения элементами интенсификации технологии возделывания подсолнечника увеличивались и затраты на его производство, и, как следствие, иногда увеличивается и себестоимость тонны продукции.

Поскольку на обработку почвы приходится до 40 % всех энергетических затрат в производстве продукции растениеводства, поиск приемов обработки почвы, которые позволяют снизить потребление энергии, топлива, затрат труда и средств, проводится повсеместно (Яковлев, 1989).

Установлено, что при замене отвальной обработки на чизельную энергетические затраты снижаются на 10-15 %, а производительность труда вырастает на 12-17 % (Гордеев, Вьюгин и др., 1990). В тоже время при безотвальном способе основной обработки почвы значительно повышается засоренность посевов в сравнении со вспашкой. Для устранения этих негативных факторов требуются дополнительные затраты энергии и средств (Зубенко, Якименко, 1989).

В своих опытах для оценки экономической эффективности того или иного приема, включенного в технологию возделывания подсолнечника, мы использовали следующие категории: себестоимость продукции, прибыль (условно чистый доход) и уровень рентабельности (табл. 22).

Таблица 22. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты, тыс. руб./га	Себестои-мость, тыс. руб./т	Условно чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабель-ности, %
Вспашка	Ясон	1	24,0	10,9	4,6	13,1	119,6
		2	28,8	12,1	4,2	16,7	137,3
		3	29,5	11,9	4,0	17,6	147,3
		4	26,7	13,6	5,1	13,1	96,6
		5	29,8	13,8	4,6	16,0	115,9
	Джаззи	1	25,1	12,7	5,1	12,4	97,9
		2	27,9	13,9	5,0	14,0	100,9
		3	31,3	13,7	4,4	17,6	128,8
		4	31,2	15,3	4,9	15,9	103,5
		5	29,1	15,6	5,3	13,5	87,1
	Опера ПР	1	26,2	12,8	4,9	13,4	104,2
		2	29,4	14,0	4,8	15,4	109,4
		3	32,2	13,8	4,3	18,4	132,8
		4	30,2	15,5	5,1	14,7	95,1
		5	30,1	15,7	5,2	14,4	91,7
Глубокая безотвальная обработка	Ясон	1	26,1	11,1	4,2	15,0	135,4
		2	28,00	11,88	4,24	16,12	135,67
		3	29,4	12,0	4,1	17,4	144,2
		4	29,5	13,8	4,7	15,7	114,4
		5	28,6	13,9	4,8	14,7	106,5
	Джаззи	1	25,4	12,8	5,1	12,6	97,9
		2	27,8	13,6	4,9	14,2	103,9
		3	25,7	13,8	5,4	11,9	86,4
		4	32,6	15,5	4,8	17,1	110,2
		5	30,2	15,6	5,2	14,6	93,6
	Опера ПР	1	30,8	13,0	4,2	17,8	137,2
		2	30,2	13,8	4,6	16,4	119,1
		3	32,1	13,9	4,3	18,2	130,3
		4	33,1	15,7	4,7	17,4	111,4
		5	32,6	15,8	4,8	16,8	107,0
Мелкая безотвальная обработка	Ясон	1	25,9	10,5	4,0	15,4	147,1
		2	28,7	11,2	3,9	17,5	155,2
		3	29,0	11,4	3,9	17,6	153,8
		4	28,9	13,1	4,5	15,8	120,7
		5	28,0	13,2	4,7	14,8	111,8
	Джаззи	1	24,5	12,2	5,0	12,3	100,3
		2	26,9	13,0	4,8	13,9	107,0
		3	33,4	13,2	3,9	20,2	153,5
		4	33,1	14,8	4,5	18,3	123,0
		5	30,6	15,0	4,9	15,6	104,4
	Опера ПР	1	25,8	12,4	4,8	13,4	108,4
		2	31,1	13,1	4,2	18,0	136,6
		3	27,9	13,3	4,8	14,6	109,4
		4	32,8	15,0	4,6	17,8	118,7
		5	32,5	15,1	4,7	17,4	115,0

Экономическая эффективность вариантов технологии возделывания подсолнечника определялась и влиянием изучаемы ее элементов на урожайность культуры, и затратами на их применение.

В целом несколько эффективнее были безотвальные способы обработки (различия не превышали одной тысячи рублей на гектар чистого дохода в среднем). Из гибридов наиболее доходным был среднепоздний гибрид Опера ПР, менее – Джаззи: разница составила 1,3 тыс. руб./га. Более заметные различия отмечались при анализе вариантов фактора С. Применение удобрений повысило прибыль в среднем на 2 тыс. руб./га с 14 до 15,8-16,2 тыс. руб./га; дополнительное применение Альбита с Поли-фидом привело к получению наибольшей доходности – 17,6 тыс. руб./га, тогда как его применение с Плантафолом было неоправданным.

Однако в зависимости от сочетания факторов экономическая эффективность отличалась значительно: чистый доход изменялся от 11,9 до 20,2 тыс. руб./га, уровень рентабельности – от 86 до 155%. В любом случае, следует признать, что подсолнечник – это высокодоходная культура, способная значительно повысить рентабельность отрасли растениеводства.

Тем не менее, для сравнительной оценки влияния взаимодействия факторов на величину чистого дохода и выявления наиболее эффективных вариантов условно были сформированы две группы: с доходом от 12 до 16 тыс. руб. /га и от 16 до 20 тыс. руб. /га. В результате было установлено, что группу наиболее прибыльного возделывания гибридов составили варианты, средние значения которых обозначены на рисунке 11.

Несмотря на меньшую урожайность, раннеспелый гибрид Ясон показал хорошую доходность при применении Поли-фида и, особенно, в сочетании его с Альбитом – 16,1-17,6 тыс. руб./га. Очевидно, это связано со значительно меньшей стоимостью его семян. Об этом свидетельствует и высокий уровень рентабельности 136-155%.

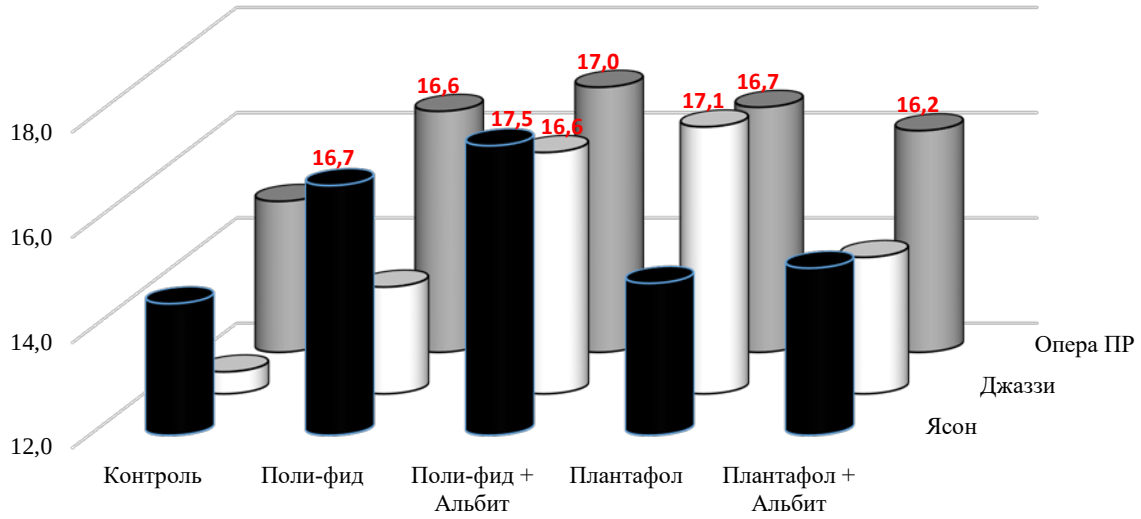


Рис. 11. Величина чистого дохода в среднем по способам основной обработки почвы, тыс. руб./га

Другой раннеспелый гибрид Джаззи наиболее эффективен был при применении отдельно Плантафола, и также, как и в случае Ясона – Поли-фида с Альбитом. Прибыль составила 16,0-20,2 тыс. руб. /га при уровне рентабельности 104-154%, бóльшая величина которого на раннеспелых гибридах отмечалась на мелкой безотвальной обработке почвы вследствие снижения затрат на ее проведение. Следует, однако отметить, что при использовании глубокого рыхления под гибрид Джаззи варианта совместного использования Поли-фида и Альбита следует избегать.

Экономическая эффективность возделывания среднепозднего гибрида Опера ПР зависела от способа основной обработки почвы. Если в случае глубокого рыхления все варианты применения комплексных удобрений и регулятора роста и даже контроль попадали в условно доходную группу – 16,4-18,2 тыс. руб./га, то на вспашке лучшим был единственный вариант – Поли-фид + Альбит (18,4 тыс. руб./га), которого также, как и варианта без удобрений следует избегать на мелкой безотвальной обработке почвы. При применении последнего способа основной обработки почвы гибрид Опера ПР позволил получить 17,4-18,0 тыс. руб./га. Уровень рентабельности наиболее прибыльных вариантов составил 107-137% (Титовская и др., 2018б).

Обращает на себя внимание тот факт, что за редким исключением элементы интенсификации технологии – гибрид и, особенно, комплексные минеральные удобрения отдельно и вместе с регулятором роста, способствующие повышению урожайности, несмотря на увеличение затрат, приводят к повышению экономической эффективности. В подтверждение этого был проведен корреляционный анализ между показателями урожайности и условно чистого дохода. Коэффициент корреляции составил r=0,83*, что свидетельствует о сильной прямой связи между показателями, достоверной на самых высоких уровнях доверительной вероятности.

7.2. Влияние изучаемых элементов технологии возделывания подсолнечника на ее биоэнергетическую эффективность

Способы, с помощью которых оценивают эффективность процесса земледелия, сложившиеся в последнее десятилетие, в основном недостаточно полно отвечают требованиям ресурсо- и энергосбережения. Такие критерии оценки эффективности функционального процесса в агроэкосистемах, как прибыль, себестоимость и рентабельность не дают полноценного представления с энергетической точки зрения о направлении развития данных систем. Для того, чтобы количественно оценивать степень использования ресурсов, как природных, так и антропогенных, необходимо использовать оценку эффективности функционирования земледелия с биоэнергетической точки зрения. Это также позволит определить экологически приемлемые способы управления формированием биомассы растений и спрогнозировать вектор развития агроэкологических систем (Володин и др., 1999).

В сложившихся в последнее время условиях одним из основных показателей при разработке системы земледелия должна быть интенсификация процесса связывания энергосистемы. Для того, чтобы управлять этими процессами, необходимо анализировать и оценивать эффективность работы агроэкосистем с точки зрения энергетики.

Все способы влияния на элементы данной системы переводят режим ее функционирования на другой энергетический уровень, длительность которого определяется степенью и направленностью влияния на агроэкосистему. Основной задачей земледелия является обеспечение максимального уровня производительности, при этом необходимо сохранять устойчивость агроэкосистем.

Любое повышение эффективности биологической системы всегда оборачивается увеличением затрат на ее поддержание.

Почва является составной частью агроэкосистемы и основным источником энергии. Поэтому анализ почвенных и антропогенных затрат и форм их воздействия позволит разрабатывать эффективные приемы регулирования режима функционирования агроэкосистем.

Коэффициент энергетической эффективности – это критерий биоэнергетической оценки изучаемых приемов. В настоящее время существует классификация, по которой, если коэффициент энергетической эффективности меньше 1,0, то эффективность отсутствует, если находится в пределах 1-3 – энергетическая эффективность низкая, 3-5 – средняя, 5-10 высокая, больше 10 – очень высокая.

Величина коэффициента энергетической эффективности в нашем опыте изменялся от 6,97 (возделывание раннеспелого гибрида Ясон по вспашке без применения удобрений) до 9,97 (при применении Плантафола на среднераннем гибриде Опера ПР по мелкой безотвальной обработке почвы (табл. 23). В любом случае коэффициент энергетической эффективности был высоким, что свидетельствует о положительном влиянии возделывания подсолнечника на энергетический баланс агроэкосистемы.

Энергетическая эффективность вариантов применения изучаемых в опыте факторов во многом была обусловлена их влиянием на уровень продуктивности подсолнечника. Определенная разница в энергетических затратах на обработку почвы и удобрениями также имела значение.

Таблица 23. Оценка биоэнергетической эффективности возделывания подсолнечника

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Собрано с 1 га		Затраты энергии, МДж	Коэффициент энергетической эффективности
			сухого вещества, т	валовой энергии, МДж		
Вспашка	Ясон	Контроль	2,23	45001,4	6457,2	6,97
		Поли-фид	2,68	54082,4	6782,2	7,97
		Поли-фид +Альбит	2,74	55293,2	6801,5	8,13
		Плантафол	2,48	50046,4	6767,5	7,39
		Плантафол + Альбит	2,77	55898,6	6795,6	8,23
	Джаззи	Контроль	2,33	47019,4	6457,2	7,28
		Поли-фид	2,59	52266,4	6782,2	7,70
		Поли-фид +Альбит	2,91	58723,8	6801,5	8,63
		Плантафол	2,90	58522,0	6767,5	8,65
		Плантафол + Альбит	2,71	54687,8	6795,6	8,05
	Опера ПР	Контроль	2,44	49239,2	6457,2	7,63
		Поли-фид	2,73	55091,4	6782,2	8,12
		Поли-фид +Альбит	2,99	60338,2	6801,5	8,87
		Плантафол	2,81	56705,8	6767,5	8,38
		Плантафол + Альбит	2,80	56504,0	6795,6	8,31
Глубокая безотвальная обработка	Ясон	Контроль	2,41	48633,8	6595,9	7,37
		Поли-фид	2,67	53880,6	6880,6	7,83
		Поли-фид +Альбит	2,70	54486,0	6896,8	7,90
		Плантафол	2,69	54284,2	6892,4	7,88
		Плантафол + Альбит	2,60	52468,0	6890,8	7,61
	Джаззи	Контроль	2,28	46010,4	6595,9	6,98
		Поли-фид	2,50	50450,0	6880,6	7,33
		Поли-фид +Альбит	3,11	62759,8	6896,8	9,10
		Плантафол	3,08	62154,4	6892,4	9,02
		Плантафол + Альбит	2,85	57513,0	6890,8	8,35
	Опера ПР	Контроль	2,40	48432,0	6595,9	7,34
		Поли-фид	2,89	58320,2	6880,6	8,48
		Поли-фид +Альбит	2,59	52266,2	6896,8	7,58
		Плантафол	3,05	61549,0	6892,4	8,93
		Плантафол + Альбит	3,02	60943,6	6890,8	8,84
Мелкая безотвальная обработка	Ясон	Контроль	2,43	49037,4	5927,7	8,27
		Поли-фид	2,60	52468,0	6230,7	8,42
		Поли-фид +Альбит	2,73	55091,4	6268,6	8,79
		Плантафол	2,74	55293,2	6234,2	8,87
		Плантафол + Альбит	2,66	53678,8	6235,8	8,61
	Джаззи	Контроль	2,36	47624,8	5927,7	8,03
		Поли-фид	2,58	52064,4	6230,7	8,36
		Поли-фид +Альбит	2,39	48230,2	6268,6	7,69
		Плантафол	3,03	61145,4	6234,2	9,81
		Плантафол + Альбит	2,81	56705,8	6235,8	9,09
	Опера ПР	Контроль	2,86	57714,8	5927,7	9,74
		Поли-фид	2,81	56705,8	6230,7	9,10
		Поли-фид +Альбит	2,98	60136,4	6268,6	9,59
		Плантафол	3,08	62154,4	6234,2	9,97
		Плантафол + Альбит	3,03	61145,4	6235,8	9,80

Мелкое рыхление, имевшее наименьшие затраты из способов основной обработки почвы, способствовало повышению коэффициента энергетической эффективности в среднем на 11,3% по сравнению с глубокими обработками.

Очевидно, вследствие отличий в урожайности гибридов эффективность утилизации ими энергии была неодинаковой. Лучшим по данному показателю был гибрид Опера ПР (8,71), промежуточное положение занимал Джаззи (8,27), у Ясона энергетический коэффициент составил 8,02.

Применение комплексных минеральных удобрений в целом было энергетически эффективным. Поли-фид способствовал повышению коэффициента энергетической эффективности на 5,4%, Плантафол – на 13,5%. Кроме двух вариантов (возделывание Джаззи на фоне мелкой безотвальной обработки почвы и Оперы ПР по глубокому рыхлению) регулятор роста Альбит был результативен при совместном применении с комплексным удобрением Поли-фид, добавляя к его эффективности в среднем еще 4,3%. Применение регулятора роста с Плантафолом неоправданно и приводило к снижению энергетической эффективности.

Таким образом, возделывание подсолнечника является энергетически высокоэффективным в природно-климатических условиях Центрально-Черноземной зоны. Повышение коэффициента энергетической эффективности в среднем на 11,3% происходило при замене глубоких обработок почвы на мелкое рыхление, а также при выборе среднепозднего гибрида Опера ПР – на 5,3 и 8,6% по сравнению с раннеспелыми гибридами Джаззи и Ясоном, соответственно. Несмотря на увеличение энергозатрат применение удобрений повышало энергетическую эффективность: в большей степени в случае Плантафола – на 13,5%. Поли-фид лучше использовать вместе с регулятором роста Альбит (+9,7% в среднем).

7.3. Интегральный показатель совокупной агроэкономической эффективности

Для выявления лучших вариантов действия и взаимодействия изучаемых в опыте факторов было проведено их ранжирование по интегральному показателю совокупной агроэкономической эффективности, учитывающей такие параметры как урожайность (т/га), сбор масла (т/га) и прибыль (10^4 руб./га). В верхний квартиль данных попадают варианты, выделенные на рисунке 12.

Сравнительный анализ по интегральному показателю установил, что, исходя из абсолютной его величины и количества выделившихся вариантов, из способов основной обработки почвы наиболее эффективным является мелкое безотвальное рыхление. Именно на этом способе основной обработки почвы выделился лучший вариант в опыте – возделывание раннеспелого гибрида Джаззи при применении комплексного минерального удобрения Полифид вместе с регулятором роста Альбит. Применение Плантафола было также эффективным и на Джаззи, и на среднепоздем гибриде Опера ПР.

В конечном итоге только эти два гибрида представляют интерес, поскольку ни в одном варианте раннеспелый гибрид Ясон не имел никакого преимущества. При применении глубокого безотвального рыхления более эффективным на отличившихся гибридах был Плантафол, а при применении вспашки, наоборот, – сочетание Поли-фида и Альбита и только оно. Причем на глубоких обработках почвы в отличие от мелкого рыхления лучшим из гибридов был среднепоздний Опера ПР.

Комплексная оценка влияния изучаемых факторов на значимые для отрасли параметры на основе интегрального показатели совокупной агроэкономической эффективности позволила дать обоснованные рекомендации производству.

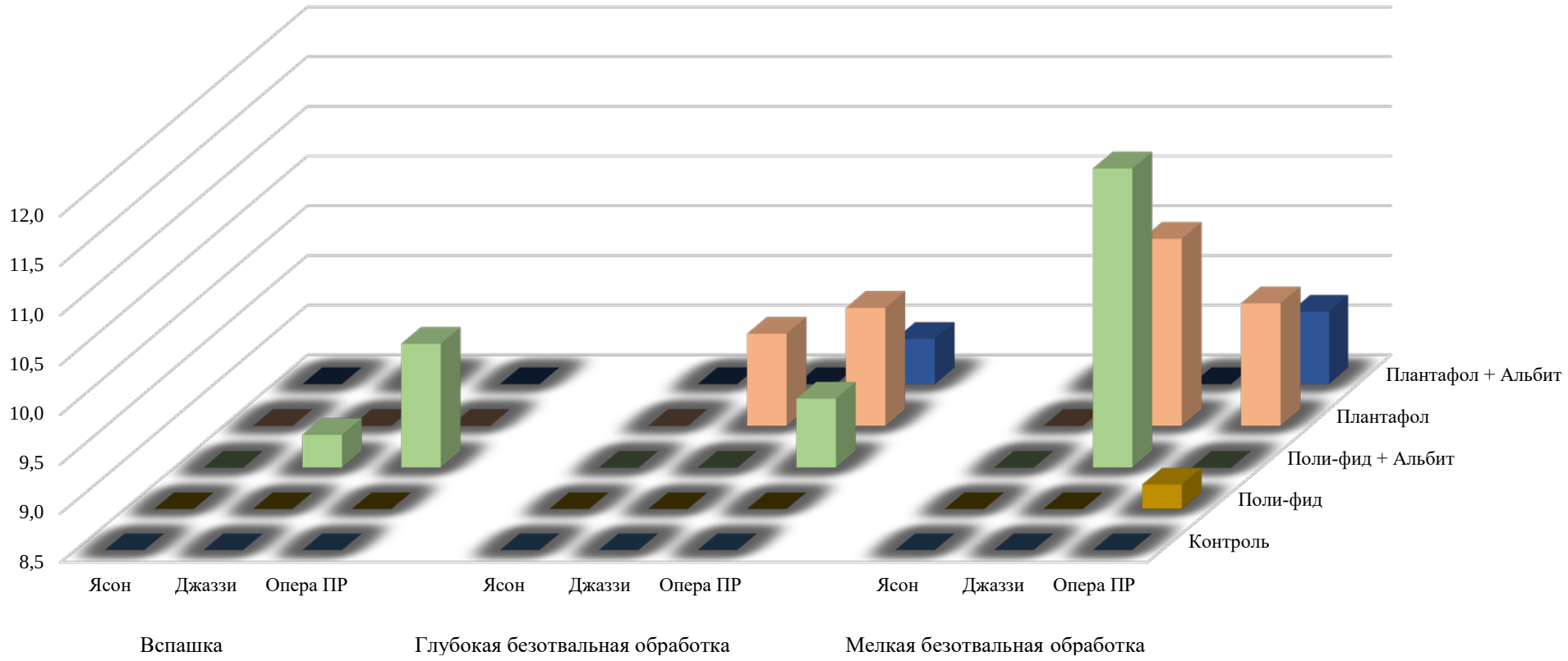


Рис. 12. Верхний квартиль значений совокупной агроэкономической эффективности возделывания подсолнечника, усл.ед.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многовариантность эффективных сочетаний факторов обработки чернозема типичного, гибридов, удобрений и регулятора роста повышает адаптивность применения элементов технологии возделывания подсолнечника в зависимости от технической и финансовой оснащённости, технологической необходимости в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны.

1. Безотвальный способ основной обработки почвы способствовал более рациональному (на 12,5%) использованию влаги растениями подсолнечника. Из гибридов эффективнее (на 10%) влагу расходовал среднепоздний гибрид Опера ПР.

2. Установлено, что плотность почвы была оптимальной для роста и развития подсолнечника как при посеве (1,01-1,13 г/см^3), так и в период уборки (1,00-1,15 г/см^3). Более стабильной структура почвы в течение вегетационного периода была по вспашке, сохраняя отличное состояние ($К_{стр.}$=1,66-2,25), с лучшей водопрочностью ее агрегатов – от 74,8% при посеве до 61,4% – в период уборки. Применение мелкого рыхления приводило к заметному ухудшению и структуры почвы ($К_{стр.}$=1,26), и ее водопрочности (47-54%) в верхних слоях к концу вегетации культуры.

3. Усиление дифференциации пахотного слоя по содержанию элементов питания отмечалось при замене отвального способа основной обработки почвы на безотвальный. К моменту уборки урожая произошло снижение содержания обменного калия, обусловленное интенсивным выносом его культурой. Отрицательная динамика подвижных форм азота и фосфора наблюдалась при применении вспашки, тогда как без оборота пласта их содержание к уборке увеличилось на 20,7-33,6 и 40,7-104,6 мг/кг почвы, соответственно. В течение вегетации отмечалась и положительная динамика содержания в почве железа, цинка и меди.

4. Способы основной обработки почвы по влиянию на ее биологическую активность в слое 0-30 см различались незначительно. Тем не менее в верх-

нем слое 0-10 см достоверное преимущество (на 2,6-3,6%) имели безотвальные обработки, тогда как в нижних – вспашка (на 1,2-2,7%), которая способствовала выравниванию величины показателя по всему пахотному слою.

5. Эффективность вспашки по сравнению с безотвальными обработками почвы в борьбе с засоренностью посевов выразилась не только в достоверном уменьшении общего количества сорняков – в 1,7-4,2 раза в течение вегетации, но и более губительном влиянии на многолетнюю вредную растительность, которая к уборке на варианте со вспашкой практически отсутствовала (0,2 шт./м^2).

6. Установлено, что применение комплексных минеральных удобрений способствовало увеличению параметров всех биометрических показателей растений: высоты на 3,5-4,0 см, диаметра стебля – на 4,2-5,1%, площади листьев – на 8-16%, диаметра корзинки – на 5,8-8,4%. Высота растений больше у раннеспелых гибридов на 11,1-13,3 см и при применении вспашки – на 6,3-9,4 см, которая способствовала увеличению диаметра стебля на 10,5-12,3%. Отрицательное влияние глубокого рыхления на площадь листьев (меньше на 31-42%) привело к сокращению этого показателя на 8-11% у среднепозднего гибрида по сравнению с раннеспелыми, которые, наоборот, меньшую площадь ассимиляционного аппарата имели при применении вспашки и мелкого рыхления. Максимальный диаметр корзинки был при использовании глубокой безотвальной обработки почвы у среднепозднего гибрида Опера ПР, который превосходил раннеспелые гибриды по этому показателю в среднем на 9,4-12,9%.

7. Доказано, что условия, способствовавшие росту генеративного органа, в значительной степени обусловили высокую урожайность гибридов (r=0,55*), а также масличность их семян (r=0,34*). В отношении вегетативных органов такой связи не выявлено.

8. Среднепоздний гибрид Опера ПР имел большую на 10-11% массу 1000 семян, увеличение которой на 7,2-7,6% обусловили минеральные удобрения. Повышению величины показателя на 4,3% способствовало применение глу-

бокого безотвального рыхления. Доля выполненных семян в корзинке была выше у раннеспелого гибрида Джаззи. Выявлена положительная взаимосвязь между массой 1000 семян и урожайностью культуры (r=0,55*), также, как и связь средней силы между масличностью семян и долей выполненных семян в корзинке (r=0,53*).

9. Выбор способа основной обработки почвы не влиял на уровень урожайности подсолнечника, тогда как эффективность комплексных минеральных удобрений доказана полученной прибавкой 0,28-0,49 т/га или 10,8-18,8%. Из удобрений Плантафол способствовал получению достоверно большей прибавки, особенно в неблагоприятных условиях (2013 г.) – 0,70 т/га или 33,2%, когда действие Поли-фида (+0,23 т/га или 10,9%) существенно усиливалось биопрепаратом Альбит – на 0,38 т/га или 16,2%. Наиболее урожайным был среднепоздний гибрид Опера ПР (3,05 т/га, прибавка составила 0,15-0,24 т/га или 5,2-8,5%), который уступал по стабильности (C_v=26,5%) раннеспелым гибридам Джаззи (C_v=8,6%) и Ясон (C_v=3,7%).

10. Наибольшее содержание масла было в семенах гибрида Джаззи – 51,3%. Положительное влияние комплексных минеральных удобрений зависело от гибридов: Плантафол способствовал повышению показателя у более продуктивных Опера ПР и Джаззи на 0,77 и 1,33%, соответственно; Полифид – Ясона на 1,19%. Альбит в основном усиливал действие удобрений – на 0,17-0,47%. Наиболее продуктивным (1523 кг/га масла), хотя и менее стабильным (C_v=23,7%) был среднепоздний гибрид Опера ПР. Ненамного уступая по сбору масла (1482 кг/га) раннеспелый гибрид Джаззи превосходил его по стабильности (C_v=3,0%). Плантафол обеспечил прибавку масла с единицы площади на 22%, Поли-фид вместе с Альбитом – на 19%, причем это сочетание при применении вспашки превысило действие Плантафола на 7,4%.

11. Подсолнечник высокодоходная и энергоэффективная культура, способная значительно повысить рентабельность отрасли растениеводства. Несмотря на увеличение затрат, элементы интенсификации – гибрид и, особенно, комплексные минеральные удобрения отдельно и вместе с регулятором

роста способствовали повышению экономической эффективности. Наиболее доходными были гибриды Опера ПР и Джаззи, которые в зависимости от применения удобрений и регулятора роста позволили получить условно чистый доход в размере, соответственно, 16,4-18,4 тыс. руб./га и 16,0-20,2 тыс. руб./га при уровне рентабельности 107-137% и 104-154%. Коэффициент энергетической эффективности повышался при замене глубоких обработок почвы на мелкую в среднем на 11,3%, при выборе среднепозднего гибрида Опера ПР – на 5,3-8,6%, Плантафола – на 13,5%, сочетания Поли-фид + Альбит – на 9,7%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для стабилизации высокопроизводительного и экономически эффективного возделывания подсолнечника в условиях неустойчивого увлажнения юго-западной части Центрально-Черноземной зоны рекомендуется в системе семеноводства хозяйств сочетать гибриды из разных групп спелости: раннеспелый гибрид Джаззи и среднепоздний гибрид Опера ПР; в качестве основной обработки почвы применять безотвальный способ: мелкое рыхление (КПЭ-3,8 на глубину 14-16 см) преимущественно под раннеспелый гибрид, глубокое рыхление (ПЧ-2,5 на глубину 40-42 см) – под среднепоздний гибрид; проводить листовую подкормку комплексными минеральными удобрениями: Плантафол ((5-15-45) - $N_5P_{15}K_{45}$ + Mg_2, $S_{1.2}$, $Fe_{0,1}$, $Mn_{0,05}$, $Zn_{0,05}$, $Cu_{0,05}$, $Mo_{0,005}$) (3 кг/га) или Поли-фид ((15-7-30) - $N_{15}P_7K_{30}$ + Mg_2, $S_{1.9}$, $Fe_{0,1}$, $Mn_{0,05}$, $Zn_{0,012}$, $Cu_{0,01}$, $B_{0,45}$, $Mo_{0,006}$) (3 кг/га) совместно с регулятором роста Альбит (0,03 л/га).

При использовании вспашки под подсолнечник по технической, финансовой или технологической необходимости рекомендуется применение в качестве листовой подкормки сочетания Поли-фид + Альбит.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акинчин, А.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожай и качество кукурузы на силос в различных севооборотах в условиях юго-западной части ЦЧЗ: дис…. канд. с/х наук / А.В. Акинчин. – Белгород, 2004. – 141 с.
2. Алабушев, А.В. Влагообеспеченность почвы и водопотребление озимой пшеницы в полевом севообороте / А.В. Алабушев, Г.В. Овсянникова // Земледелие. – 2015. - №5. – С. 10-12.
3. Алабушев, А.В. Изменение продуктивности сельскохозяйственных культур под воздействием однотипных способов основной обработки почвы / А.В. Алабушев, А.А. Сухарев // Земледелие. – 2015. - №8. – С.25-28.
4. Алматов, Н.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых и картофеля / Н.С. Алматов // Земледелие. - 1997. - №2. - С. 25.
5. Альбит. Информационные материалы о препарате. ООО Альбит, 2003. – 75 с.
6. Амелин, А.А. Роль фосфора в формировании нитратного фонда растений/ А.А. Амелин, С.Е. Амелина, О.А. Соколов // Агрохимия. – 1997. - №11. – с. 27-31.
7. Андрюхов, В.Г. Подсолнечник / В.Г. Андрюхов, Н.И. Иванов, А.И. Туровский. - М.: Россельхозиздат: 1975. - с. 279.
8. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Ленинград: Колос, 1978. – 272 с.
9. Асыка, Н.Р. Совершенствовать основную обработку почвы в Центральном Черноземье / Н.Р. Асыка, С.И. Смуров // Земледелие. – 1990. - №3. – С. 44-49.
10. Асыка, Н.Р. Избранные статьи и рекомендации по земледелию за 2001-2002 годы / Н.Р. Асыка. – Белгород, 2003.

11. Ахтырцев, Б.П. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование / Б.П. Ахтырцев, В.Д. Соловиченко. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1984. – 267 с.
12. Баздырев, Г.И. Почвозащитные системы обработки почв плюс гербициды / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1990. - №2. – с. 45-48.
13. Бараев, А.И. Новое в земледелии восточных районов страны / А.И. Бараев // Земледелие. – 1967. - №11. – с. 16-21.
14. Баранов, П.Н. Организация полевого хозяйства / П.Н. Баранов. - Изд. 4-е, СПб. – 1909. – с. 59-65.
15. Бахтин, П.У. Механический, микроагрегатный и макроагрегатный состав почвы: Учеб. пособие / П.У. Бахтин, И.Н. Николаева // Ун-т дружбы народов им. П.Лумумбы. - М., 1982. - 88 с.
16. Бей, А.А. Почвозащитная система обработки почвы и нормы удобрений / А.А. Бей, И.Я. Зозуля, О.В. Яготин // Земледелие. – 1986. - №2. – с. 38-40.
17. Белевцев, Д.Н. Основная под подсолнечник / Д.Н. Белевцев, В.И. Медведев, Н.А. Зорин // Земледелие. – 1977. - № 10. – С. 40-41.
18. Беляков, А.М. Технология возделывания подсолнечника в сухостепной зоне / А.М. Беляков, А.А. Астахов, Г.П. Диканев // Земледеие. – 2008. - №4. – С.35-37.
19. Биоэнергетическая оценка агротехнических приемов и ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / И.Т. Трубилин, Н.Г. Малюга и др. - Краснодар, 1995. - 65 с.
20. Богданов, С.М. О новой системе И.Е.Овсинского / С.М. Богданов // Земледельческая газета. – 1909. - №10. – с. 3-4.
21. Божко, Е.П. Системы обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте / Е.П. Божко, С.И. Баршадская // Земледелие. -2005. - №5. – С.12-13.

22. Болотов, А.Т. Избранные труды / А.Т. Болотов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 416 с.
23. Борин, А.А. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборотах / А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Земледелие. – 2015. - №7. – С.17-20,
24. Борин, А.А. Обработка почвы и урожайность культур севооборота / А.А. Борин // Земледелие. – 2009. - №7.- С.22-23.
25. Борин, А.А. Какая обработка лучше? / А.А. Борин, И.Г. Мальцаев // Земледелие. - 1995. - №4. - С. 32.
26. Бортников, А.И. Особенности использования техники на возделывании подсолнечника / А.И. Бортников, В.И. Киселев, Э.Г. Федоренко, В.Д. Шафоростов // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - С. 10-12.
27. Бражнин, В.П. Гербициды в посевах масленичных культур / В.П. Бражнин, Н.И. Марин // Защита и карантин растений. – 2000. - №3. – С.33.
28. Будыкина, Н.П. Эффективность применения препарата Циркон на картофеле и капусте цветной / Н.П. Будыкна, Т.Ф. Алексеева // Агрохимия. – 2007. - №9. – С.32-37.
29. Бука, А.Я. Влагообеспеченность почвы при различных способах обработки / А.Я. Бука, С.Ю. Булыгин, А.П. Коваленко // Земледелие. – 1985. - №11. – С. 10-12.
30. Булыгин, С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С.Ю. Булыгин, Л.Ф. Демишев, В.А. Доронин. – Днепропетровск: «Сич», 2010. – 104 с.
31. Булыгин, С.Ю. Теоретические и природные основы конструирования почвоохранных агроландшафтов: почвенный аспект / С.Ю. Булыгин. – автореферат дис. д. с.-х. н. – Харьков, 1992. – 44 с.
32. Буряков, Ю.П. Об эффективности консервирующей обработки склоновых земель / Ю.П. Буряков, В.С. Циков, В.Ф. Кивер // Земледелие. – 1985. - №10. – С. 31-34.

33. Бушнев, А.С. Особенности обработки почвы под подсолнечник / А.С. Бушнев // Земледелие. – 2009. - №8. – С. 13-15.
34. Васильев, Д.С. Агротехника подсолнечника / Д.С. Васильев. - М.: Колос, 1983. - 197 с.
35. Васильев, Д.С. Подсолнечник / Д.С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 91-100.
36. Васютин, М.М. На Кубани / М.М. Васютин, М.С. Стручалин, Ю.А. Харченко // Земледелие. - 1989. - №11. - с. 48.
37. Веселовский, И.Ф. Обработка почвы и урожайность кукурузы / И.Ф. Веселовский // Земледелие. – 1992. - №4. – с. 16-17.
38. Вильямс, В.Р. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1939. – 375 с.
39. Виноградова, В.С. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы / В.С. Виноградова, А.А. Мартынцева, С.Н. Казарин // Земледелие. – 20155. - №1. – С. 32-34.
40. Витер, А.Ф. Влияние обработки почвы и удобрений на количество гумуса и плодородие черноземов / Интенсивное земледелие и пути повышения плодородия почв в ЦЧР // А.Ф. Витер. – Каменная степь, 1982. – С 3-12.
41. Волгин, В.В. Корреляция хозяйственно-биологических признаков между самоопылёнными линиями и гибридами подсолнечника / В.В. Волгин, А.Д. Обыдало // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 20–28.
42. Володин, В.М. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе // Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. - Курск. – 1999. С.8.
43. Воробьев, С.А. Земледелие / С.А. Воробьев, А.Н. Каштанов, А.М. Лысенков. – М., Агропромиздат, 1991. – 527 с.

44. Воробьев, С.А. Земледелие / С.А. Воробьев, Д.И. Буров, А.М. Туликов. – М., «Колос», 1977. – 480 с.
45. Воронин, А.Н. Влияние различных систем земледелия на динамику содержания подвижного фосфора в черноземе типичном / А.Н. Воронин // Агрохимия.- 2014. - №5. –С. 32-37.
46. Воронцов, В.А. Влияние способов основной обработки почвы на ее водный и питательный режимы при возделывании сахарной свеклы / В.А. Воронцов // Земледелие. – 2013. - №4. – С. 23-26.
47. Гармашов, В.М. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки / В.М. Гармашов, В.И. Турусов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2014. - №6. – С. 17-19.
48. Гармашов, В.М. Предшественники и основная обработка почвы под кукурузу в Центрально-Черноземной зоне / В.М. Гармашов // Земледелие. – 2011. - №2. – С. 22-24.
49. Гармашов, В.М. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте / В.М. Гармашов, А.Ф. Витер // Земледелие. – 2008. - № 5. – С. 37-38.
50. Гедройц, К.К. Сравнительное плодородие различных почвенных горизонтов / К.К. Гедройц // Труды с.-х. химической лаборатории за 1904-1907 гг., 1909. – №6. – С. 3-17.
51. Глазова, З.И. Влияние некорневых подкормок на накопление сахаров, урожай и качество зерна озимой пшеницы / З.И. Глазова, В.М. Новиков // Земледелие. – 2015. - №4. – С. 24-25.
52. Гончаров, Н.Ф. Влияние приемов обработки почвы под озимые на эрозии склоновых земель в лесостепи ЦЧО / Н.Ф. Гончаров // Автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. - Воронеж. - 1983. – С. 16.
53. ГОСТ 12071-84 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов. – М.: издательство стандартов, 1991 г.

54. Гринько, Н.И. Способы обработки почвы и урожай / Н.И. Гринько, И.В. Фетюхин // Сахарная свекла. – 1997. - №6. – с. 15-16.

55. Грицай, А.Д. Дифференциация пахотного слоя в зависимости от обработки/ А.Д. Грицай, Н.В. Коломиец// Земледелие. – 1981. - №8. – с.15-17.

56. Гришичкин, А.Н. Обработка почвы и эффективность гербицидов при выращивании подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области: автореф. дис. … канд. с/х наук / А.Н. Гришичкин. - Волгоград, 2013. – С. 3-5.

57. Громов, А.А. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в Оренбургском Предуралье / А.А. Громов // Земледелие, №6, 2006. - С. 26-27.

58. Гулидова, В.А. Снижение засоренности посевов в зернотравянопропашном севообороте / В.А. Гулидова // Земледелие. – 1997. - №5. – с. 25-26.

59. Гуляка, М.И. Оптимизация основной обработки / И.И. Гуляка // Сахарная свекла. – 2000. - №9. – с. 9-10.

60. Давлятов, И.Я. Совершенствование приемов агротехники и продуктивность высокомасличных сортов и гибридов подсолнечника на черноземах типичных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук / И.Я. Давлятов Оренбург, 2007. — 20 с.

61. Даньков, В.Я. Способы основной обработки / В.Я. Даньков // Земледелие. – 1987. - №9. – С. 8-9.

62. Дегтяренко, В.А. Гербициды на посевах подсолнечника / В.А. Дегтяренко, В.А. Киселев // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - №2.- С. 11-12.

63. Демешко, Н.К. Продуктивность подсолнечника при различных системах основной обработки почвы в севообороте / Н.К. Демешко, Н.И. Черягухин // Реферативный журнал, - 1990. - №3. – С. 11.

64. Демидова, А.Г. Влияние способов обработки почвы на продуктивность сахарной свеклы при различных нормах удобрений и уходах в юго-западной части ЦЧЗ/ А.Г. Демидова// автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2001. – 22 с.
65. Державин, Л.М. Влияние химизации на повышение плодородия почв / Л.М. Державин. – М.: ЦИНАО, 1987. – 204 с.
66. Докучаев, В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев. – М., Сельхозиздат, 1936. – 116 с.
67. Долотин, И.И. Сохранение влаги – залог урожая / И.И. Долотин // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 9-10.
68. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
69. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
70. Доценко, И.М. Что дает нулевая обработка почвы / И.М. Доценко // Сахарная свекла. – 1998. - №6. – с. 11-13.
71. Дояренко, А.Г. Из агрономического прошлого / А.Г. Дояренко. – М.: Колос, 1965. – 167 с.
72. Дудкин, И.В. Обработка почвы и потенциальная засоренность посевов / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Земледелие. – 2007. – №. 6. – С. 38-39.
73. Дудкин, И.В. Действие факторов биологизации земледелия на засоренность посевов озимой пшеницы / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Земледение. – 2014. - №3. – С. 41-43
74. Дурынина, Е.П. Влияние биопрепарата Альбит на продуктивность ячменя и содержание биофильных элементов в урожае / Е.П. Дурынина, О.А. Пахненко, А.К. Злотников // Агрохимия. – 2006. - №1.- С. 49-54.
75. Дусаев, Х.Б. Безотвальная обработка почвы в борьбе с засухой / Х.Б. Дусаев // Земледелие. - 1980. - №11. - С. 56.

76. Дьяков, А.Б. Чистая продуктивность фотосинтеза и площадь листовой поверхности различающихся по густоте посевов подсолнечника / А.Б. Дьков // Технические культуры. - 1990. - № 6. - С. 9.
77. Дьяков, А.Б. Физиология подсолнечника / А.Б. Дьяков. - Краснодар: ВНИИМК, 2004. – 76 с.
78. Епифанов, В.С. Основная обработка почвы в севооборотах лесостепной зоны Поволжья / В.С. Епифанов, А.В. Бойко // Земледелие. – 1984. - №7. – С. 22-23.
79. Жердецкий, И.Н. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на продуктивность сахарной свеклы и содержание с ней макроэлементов / И.Н. Жердецкий, А.С. Заришняк, А.В. Ступенко // Агрохимия. – 2010. - №10. – С. 20-27.
80. Журавлев, А.Д. Более 30 центнеров семян с гектара / А.Д. Журавлев, В.Ф. Матвиенко // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - №4 - С. 18-19.
81. Завалин, А.А. Влияние минеральных удобрений, биомодифицированных микробным препаратом Бисолбифит, на урожай ярового ячменя / А.А. Завалин, Л.С. Чернова, А.Ю. Гаврилова // Агрохимия. – 2015. - №4.- С. 21-33.
82. Зайцева, А.А. К вопросу о плодородии южных карбонатных черноземов Целиноградской области при отвальной и почвозащитной обработке// Сб.науч.тр.: Теоретические вопросы обработки почв. 1.: Гидрометеоиздат. –1969. - с. 72-84.
83. Захаренко, А.В. Обработка почвы и засоренность посевов / А.В. Захаренко // Земледелие. - 1997. - №1. - С. 20.
84. Злотников, А.К. Биопрепарат Альбит для стимулирования роста и защиты растений / А.К. Злотников, С.Ф. Багирова, В.К. Гинс // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы сельской местности. - Москва-Смоленск, 2001. – С.147-161.

85. Иевлев, Д.М. Использование различных способов обработки почвы при различных условиях азотного питания при выращивании сахарной свеклы / Д.М. Иевлев // Инф. Листок, Белгород, 1990. – С. 1-3.
86. Иевлев, Д.М. Основная обработка почвы и продуктивность сахарной свеклы / Д.М. Иевлев, В.Г. Бабич, Р.И. Шестакова, А.Г Демидова // Земледелие.. - 1998. - №5. - с. 18.
87. Измаильский, А.А. Классики русской агрономии в борьбе с засухой. - М.: 1951. – 85 с.
88. Иодко, Л.Н. Преимущество безотвальной обработки пара неоспоримо / Л.Н. Иодко, Г.Е. Иодко // Земледелие. - 1990. - №1. - с. 63.
89. Иодко, Л.Н. Чизельная - эффективнее / Л.Н. Иодко, Г.Е. Иодко, О.В. Каммер, Ю.В. Зеблицев // Земледелие. - 1992. - №3. - с. 23-24.
90. Ишков, В.Л. Влияние основной обработки, удобрений и пестицидов на плодородие почв и урожайность кукурузы на зерно в условиях Юго-Запада Центрально-Черноземной зоны: автореф. дис. …канд. с/х наук / В.Л. Ишков. – Белгород, 2006. – С. 3-5.
91. Йоахим Бишофф. Сколько влаги может удержать ваша почва? / Йоахим Бишофф // Новое сельское хозяйство. – 2009. – №3. – С. 50-51.
92. Калашников, В.Т. Влияние различных способов основной обработки почвы на изменение ее объемного веса и урожай сельскохозяйственных культур // В сб. науч. работ НИИСХ ЦЧП им. Докучаева: Борьба с эрозией почвы. Агролесомелиорация. Садоводство. – т. 8, выпуск 1. – Каменная степь, 1975. – С.5-12.
93. Картамышев, Н.И. Минимальная обработка почвы на склонах / Н.И. Картамышев, Н.Ф. Гончаров, И.Я. Ремезюк // Земледелие. – 1986. - №5. – с. 36-37.
94. Кауричев, И.С. Почвоведение. – М.: ВО Агропромиздат. – 1989. – 718 с.
95. Качанин, А.Л. Обработка почвы и ее плодородие / А.Л. Качанин // Материалы VII Международной научно-производственной конференции

«Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. – Ч.1.– Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 20-21.

96. Кильдюшкин, В.М. Глубокая безотвальная обработка защищает почву от смыва / В.М. Кильдюшкин, А.С. Найденов // Земледелие. - 1992. - №5. - С. 21.

97. Кильдюшкин, В.М. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы / В.М. Кильдюшкин, А.Ф. Сидоркин // Земледелие. – 2010. - №1. – С. 23-24.

98. Клочков, Б. А. Влияние густоты стояния на рост, развитие и формирование урожая подсолнечника / Б.А. Клочков // Технические культуры. - 1978. - № 10. - С. 20-21.

99. Ковалик, И. К. Слагаемые успеха / И.К. Ковалик // Масличные культуры. - ВО «Агро- промиздат», 1987. -№1. - С. 8-9.

100. Колмаков, П.П. Излишнюю обработку почвы заменить гербицидами / П.П. Колмаков, А.М. Нестеренко // Теоретические вопросы обработки почвы. – Л., 1969. – Вып. 2. – С. 112-119.

101. Коломацкая, В. П. Зависимость урожайности гибридов подсолнечника от морфобиологических признаков в условиях Лесостепи Украины / В. П. Коломацкая // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - N 2. - С. 98-102.

102. Коломиец, Н.В. Минимальная обработка почвы в севообороте / Н.В. Коломиец // Земледелие. – 1993. - №8. – С. 42-43.

103. Колягин, Ю.С. Повышение урожая и качество маслосемян / Ю.С. Колягин // Инф.лист. № 79-109-00/ Воронеж, ЦНТИ. – Воронеж, 2000, - 2 с.

104. Кондратенко, В.Н. Какому способу основной обработки отдать предпочтение / В.Н. Кондратенко, А.А. Хмельницкий, Н.К. Шаповалов // Сахарная свекла. – 2002. - №12. – С. 28.

105. Корниенко, А.В. Совершенствование системы основной обработки почвы / А.В. Корниенко, Г.Я. Сергеев, П.Н. Ренгач // Сахарная свекла. – 1996. - №8. – С. 14-16.

106. Корчагин, В.А. Основы построения полевых севооборотов и систем обработки почвы в степных районах Среднего Заволжья / В.А. Корчагин. – Куйбышев, 1979. – 112 с.

107. Корытник, В.Н. Своевременно бороться с сорняками / В.Н. Корытник, А.М. Малиенко // Земледелие. – 1994. - №2. – с. 13-14.

108. Костров, К.А. Сокращение числа основных обработок в севообороте / К.А. Костров, И.Ф. Каргин // Земледелие. – 1978. - №2. – С. 37-38.

109. Костычев, П.А. Почва, ее обработка и удобрения / П.А. Костычев. – СПб., 1896. – 280 с.

110. Котлярова, Е.Г. Изменчивость биометрических параметров гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и листовых подкормок / Е.Г. Котлярова, Л.С. Титовская // Вестник Мичуринского ГАУ. - 2018. - № 2. - С. 17-23

111. Котлярова, О.Г. Влияние основной обработки на агрофизические свойства чернозема типичного в посевах гороха / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова, С.М. Лубенцов // Земледелие. – 2012. - №4. – С.27-28.

112. Котлярова, О.Г. Плоскорезная обработка на эродированных склоновых землях / О.Г. Котлярова, В.Г. Мирошник // Агротехнические основы улучшения использования черноземов: Сб. науч. тр. – Каменная степь, 1980. – т. 7, выпуск 1.- С. 67-71.

113. Котлярова, О.Г. Особенности технологии на склонах / О.Г. Котлярова, М.И. Сальников // Земледелие. – 1985. – № 3. – С. 40-42.

114. Котлярова, О.Г. Почвозащитная система в интенсивном земледелии Центрально-Черноземной зоны / О.Г. Котлярова. – Воронеж: Центр.-Черн. кн. изд-во, 1990. – 268 с.

115. Котлярова, О.Г. Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения / О.Г. Котлярова, А.И. Титовская, А.Г. Титовский // Материалы IV Международной научно-практической конференции, 23-26 мая 2000 г. – Белгород, 2000. – С. 70-71.

116. Котоврасов, И.П. Влияние удобрений и обработки почвы на ее плодородие / И.П. Котоврасов // Земледелие. – 1984. - №6. – С. 48-49.

117. Кочурко, В.И. Роль микроэлементов в формировании урожайности сои / В.И. Кочурко, Е.Э. Абарова // Земледелие. – 2014. - №8. – С. 30-32.

118. Кошкин, Е.И. Частная физиология полевых культур / Под ред. Проф. Е.И. Кошкина. – М.: КолосС, 2005. – 344 с.: ил.

119. Краевский, А.К. Безотвальная обработка почвы под подсолнечник / А.К. Краевский, В.И. Кондратьева // Реферативный журнал. – 1993. – №3. – С. 2-3.

120. Кравченко, В. И. Акварин 5 и почвенный гербицид в посевах подсолнечника / В.И. Кравченко //Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии и Казахстана: Мат. 10-й Международной конференции по научному обеспечению азиатских территорий (г. Улан-Батор, 3-6 июля 2007 г.). - Новосибирск, 2007. - с. 78-79

121. Кружилин, И.П. Режим орошения и водопотребление подсолнечника при квадратно-гнездовом посеве в условиях Ростовской области: Авт.дисс. … канд. с.-х. наук / И.П. Кружилин. – Краснодар, 1962. – 20 с.

122. Крючков, А.Г. Динамика содержания подвижных элементов питания под посевами яровой мягкой пшеницы / А.Г. Крючков, И.Н. Бсалиев, А.Л. Панфилов // Земледелие. – 2012. - №2. – С. 15-17.

123. Кузнецова, И.В. Физические свойства южных черноземов Ростовской области и некоторые вопросы их обработки / И.В. Кузнецова // Физические условия почвенного плодородия. – М., 1978. – С.110.

124. Куликов, И.В. На основе интенсификации / И.В. Куликов // Экономика сельского хозяйства России. - 2001.- № 2. - С. 9.

125. Кураков, В.И. Плодородие почвы и удобрения / В.И. Кураков, И.М. Никульников и др. // Сахарная свекла. – 1998. - №10. – с. 7-8.

126. Кураченко, Н.Л. Оценка изменения плотности сложения чернозема в полях севооборота / Н.Л. Кураченко, С.Н. Солодченко и др.// Земледелие. - 2010. - №1. - С. 9-11.

127. Лебедь, Е.М. Удобрение, обработка почвы и продуктивность севооборотов / Е.М. Лебедь // Земледелие. – 1985. - №10. – с. 13-14.

128. Лифаненкова, Т.П. Урожайность и водопотребление подсолнечника в зависимости от орошения и системы удобрения / Т.П. Лифаненкова, Р.В. Бижоев // Земледелие. – 2013. - №7.- С. 33-35.

129. Лихачев, Н.И. Почвенный гербицид и удобрения в посе-вах подсолнечника / Н.И. Лихачев, А.М. Мицурин // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Междуна-родная научно-практическая конференция. Сб. статей, Книга 1, Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. - с. 139-142

130. Логачев, Ю.Б. Влияние гербицидов и способов обработки почвы на засоренность сахарной свеклы / Ю.Б. Логачев // Сельские зори. – 1990. - №4. – с. 7-8.

131. Лошкомойников, И.А. Густота стояния, урожайность и качество семян подсолнечника в условиях Омской области / И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков // Земледелие. – 2009. - №8. – С. 20-22.

132. Лубенцов, С.М. Влияние способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на свойства чернозема типичного и урожайность гороха в Юго-Западной части Центрально-Черноземной зоны: дис. …канд. с/х наук / С.М. Лубенцов. – Воронеж, 2015. – 139 с.

133. Лукин, С.В. Микроэлементы в почвах Белгородской области / С.В. Лукин, П.М. Авраменко // Земледелие. – 2008. - №7. – С. 21-22.

134. Лукин, С.В. Микроэлементы в почвах ЦЧО / С.В. Лукин // Земледелие. – 2015. - №6. – С. 26-28.

135. Лукомец, В.М. Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы / В.М. Лукомец, К.М. Кривошлыков // Земледелие. - 2009. - №8. - С. 3-6.

136. Лухменев, Н.В. Ресурсосберегающая технология возделывания подсолнечника в Предуралье / Н.В. Лухменев, В.П. Лухменев // Земледелие. – 2008. - №1. – С. 30-31.

137. Лымарь, А.О. Эффективность разных способов обработки почвы на орошаемых землях / А.О. Лымарь, В.А. Ищенко // Масличные культуры. – 1986. - №4. – с. 15-16.

138. Лысенко, А.К. Влияние обработки на агрофизические свойства, засоренность, плодородие почвы и продуктивность льно-картофельного севооборота / А.К. Лысенко. – Курск, 1989. – С. 188-194.

139. Макаров, И.П. Пути совершенствования обработки почвы / И.П. Макаров, Н.И. Картамышев // Земледелие. – 1998. - №5. – С. 17.

140. Мальцев, Т.С. Новая система обработки почвы и посева / Т.С. Мальцев. – Курган: изд-во «Красный курган», 1954, - 60 с.

141. Мамаева, Г.Г. Влияние традиционной и нулевой обработки почвы на водопотребление и урожайность кукурузы, сорго, сои и подсолнечника на богаре (США) / Г.Г. Мамаева // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. - М., 2001. - №2. - С. 305

142. Мамаева, Г.Г. Изучение отзывчивости ранне- и среднеспелых сортов подсолнечника к щадящей обработке почвы и внесению азотных удобрений в интенсивном севообороте с яровой и озимой пшеницей в засушливых условиях Великих равнин, США / Г.Г. Мамаева // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. - М,, 2001. - №3. - С. 588

143. Мамсиров, Н.И. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании зерновых культур / Н.И. Мамсиров, О.А. Благополучная, Н.А. Мамсиров // Земледелие. – 2014. - №5. – С. 24-25.

144. Манько, Ю.П. Изменение продуктивности севооборота и плодородия почвы в связи с системами ее основной обработки в условиях Лесостепи Украины / Ю.П. Манько, И.П. Максимчук, И.С. Руденко // Ресурсосберегающие технологии обработки почв. Сб. науч. Тр. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 1989. – с. 93-101.

145. Марин, В.И. Безгербицидная технология возделывания подсолнечника / В.И. Марин, В.И. Кондратьев, О.В. Панфилова // Технические культуры. - 1994. -No 2. - С. 3.

146. Матушкин, С.И. Агротехника и гербициды / С.И. Матушкин // Сахарная свекла. – 1996. - №8. – с. 21-23.

147. Медведев, В.В. Эффективность нулевой обработки почвы с применением гербицидов Раундап и Харнес / В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, В.Ф. Пащенко, И.Н. Дорожко // Земледелие. – 1999. – № 2. –С. 32-33.

148. Мелешко, А. П. Как увеличить производство подсолнечника на Ставрополье / А.П. Мелешко // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - С. 3-5.

149. Мельникова, О.В. Технологии возделывания культур и биологическая активность почвы / О.В. Мельникова // Земледелие. – 2009. - №1. – С. 22-24.

150. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе. - М.: Росагропромиздат, – 1990. – 206 с.

151. Митрохина, О.А. Некорневые обработки посевов озимой пшеницы микроэлементами в различные фазы развития / О.А. Митрохина // Земледелие. – 2014. - №5. – С. 30-31.

152. Митрохина, О.А. Эффективность некорневой обработки комплексными микроудобрениями посевов озимой пшеницы в Курской области / О.А. Митрохина // Земледелие. – 2015. - №5. – С. 21-22.

153. Митыпов, Б.Б. Влияние лантансодержащих микроудобрений на урожайность и химический состав гороха и овощных культур / Б.Б.

Митыпов, Н.М. Кожевникова, Н.Е. Абашеева // Агрохимия. – 2007. – №8. – С. 44-47.

154. Мицурин, А.М. Влияние приемов основной обработки почвы и мер по уходу за посевами на засоренность и продуктивность подсолнечника // Аграрная наука - сельскому хозяйству: II Международная научно-практическая конференция. Сб. статей. Книга 1. - Барнаул, 2007. - С. 443-446.

155. Моргун, Ф.Т. Колхоз им. Фрунзе - флагман прогресса / Ф.Т. Моргун // Земледелие. - 1999. - №2. - С. 19.

156. Моргун, Ф.Т. Опыт внедрения плоскорезной обработки почвы и ее эффективность в Полтавской области / Ф.Т. Моргун. – Белгород, 1979. – С.21.

157. Мосолов, В.П. Углубление пахотного слоя / В.П. Мосолов. – М., Сельхозгиз, 1937. – 138 с.

158. Муратов, И.А. Гибриды и проблемы семеноводства / И.А. Муратов, А.Д. Бочковой // Масличные культуры, 1985; Т. 4. - С. 32-33

159. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: КолосС, 2004.- 258 с.

160. Мухортов, Я.Н. Эффективность различных способов обработки почвы в Воронежской области / Я.Н. Мухортов, Н.Г. Манцева, М.Ф. Михайлова // Земледелие. – 1978. - №11. с. 11-12.

161. Мухтарова, С.Я. Изменение биологических процессов плодородия выщелоченного чернозема при основной обработке / С.Я. Мухортова // Регулирование биологических процессов и плодородия черноземов при различных исследованиях культур: Сборник научных трудов. - Воронеж: ВСХИ, 1986. - С. 106-113.

162. Нанаенко, А.К. Междурядные обработки и засоренность / А.К. Нанаенко, П.Н. Ренгач, А.И. Лоскутов // Сахарная свекла. – 2003. - №5. – с.19.

163. Нарциссов, В.П. Научные основы систем земледелия / В.П. Нарциссов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. - Колос, 1982. - 328 с.

164. Наумкин, В.Н. Какая технология лучше? / В.Н. Наумкин, В.А. Зверев, А.М. Хлопяников // Земледелие. - 1993. - №8. - С. 23-24.

165. Наумов, С.А. Минимальная обработка серых лесных почв Нечерноземной зоны / С.А. Наумов. – М.: Колос, 1979. – с. 18-24.

166. Недбаев, В.Н. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность посевов, урожайность и качество семян подсолнечника в условиях юго-восточной лесостепи УССР / В.Н. Недбаев // Реферативный журнал. – 1991. № 3. – С. 11.

167. Неясов, Н.А. Минимализация обработки почвы в степи Северного Заволжья / Н.А. Неясов, В.А. Корчагин, В.Г. Новиков // Земледелие. - 1981. - №11. - С. 51-52.

168. Никитчин, Д.И. Интенсивная технология выращивания подсолнечника и клещевины / Д.И. Никитчин, Е.К. Гриднев, В.Д. Черепухин - К.: Урожай, 1990. - 176 с.

169. Никонов, А.А. Сельскохозяйственная наука – Продовольственной программе: Материалы всесоюзного экономического совещания по проблемам агропромышленного комплекса / А.А. Никонов. – М.: Политиздат, 1984. – С. 121-127.

170. Новиков, В.М. Основная обработка почвы под просо и гречиху в севообороте / В.М. Новиков // Земледелие. – 1994. - №1. – С.10-11.

171. Новиков, В.М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте / В.М. Новиков // Земледелие. – 2008. -№1. – С.24-26

172. Носов, Д.К. Влияние поверхностной обработки почвы под озимые на засоренность и урожайность последующих культур/ Д.К. Носов, М.В. Пархоменко, Н.И. Сонина// Совершенствование обработки почвы и приемов борьбы с сорняками в севооборотах ЦЧЗ: Сб. науч. Тр. - Воронеж, изд-во СХИ, 1984. – с. 44-50.

173. Овсинский, И.Е. Новая система земледелия / И.Е. Овсинский. – Киев, 1899. – 138 с.

174. Оптаев, А.Х., Почвозащитная система обработки почвы в Калмыкии / А.Х. Оптаев, Б.А. Гольдварг, В.К. Джаврунов // Земледелие. - 1993. - №8. - С. 16.

175. Павловский, В.В. Результаты изучения элементов ресурсосберегающих технологий возделывания культур зерносвекловичного севооборота / В.В. Павловский, И.Д. Василенко, Е.И. Пчеленко. – Курск, 1989. – С.147-154.

176. Панин, С.И. Противоэрозионная обработка почвы под горох / Н.И. Панин, Л.Б. Панина // Земледелие. – 1982. -№1. – с. 21-22.

177. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропроиздат, 1987. – 508 с.

178. Петрова, Л.Н. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте / Л.Н. Петрова, В.К.Дридигер, Е.А. Кащаев // Земледелие. – 2015. - №5. – С. 16-20.

179. Петрова, Л. Н. Возделывание подсолнечника по плоскорезной зяби // Реферативный журнал. – 1978. № 11. – С. 20.

180. Пигарева, Н.Н. Влияние самарийсодержащего микроудобрения на продуктивность пастбищного травостоя в криолитозоне Забайкалья / Н.Н. Пигарева, Н.М. Кожевникова // Агрохимия. – 2007. - № 11. – С.32-35.

181. Пироговская, Г.В. Влияние жидких азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на урожайность и накопление марганца в растениях яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г.В. Пироговская, А.Г. Ганусевич // Агрохимия. – 2014. - №1. - С. 27-36.

182. Пироговская, Г.В. Эффективность новых форм комплексных удобрений для основного внесения в почву при возделывании кукурузы на

дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г.В. Пироговская // Агрохимия. – 2015. - №4. – С. 34-43.

183. Подлегаев, О.А. Влияние приемов основной обработки почвы и густоты насаждения подсолнечника на продуктивность сортов и гибридов в условиях Юго-Западной части ЦЧР: дис. …канд. с/х наук / О.А. Подлегаев. – Белгород, 2000. – 136 с.

184. Подлесный, С.П. Продуктивность подсолнечника и льна масличного в специализированных севооборотах с короткой ротацией на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: автореф. дис. … канд. с/х наук / С.П. Подлесный. – Краснодар, 2012. – С. 3-6.

185. Посевные площади, валовые сборы со всех земель за 2077-2009 гг. / Статистический бюллетень. – Воронеж, 2009. – 80 с.

186. Посыпанов, Г.С. Растениеводство / Под ред. проф. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 1997. – 448 с.

187. Придворев, Н.И. Зависимость запаса влаги в почве от способа ее основной обработки под подсолнечник / Н.И. Придворев, В.В. Верзилин, Е.А. Родионов // Земледелие. – 2009. - №8. – С. 16-17.

188. Прищеп, Н.И. Эффективность доз и форм калийсодержащих удобрений в зависимости от калийного уровня серых лесных почв / Н.И. Прищеп, П.И. Каратута // Агрохимия. – 1995. - №4. – с.22

189. Пузиков, А.Н. Совершенствуем технологию возделывания подсолнечника в Западной Сибири / А.Н. Пузиков, Ю.Н. Суворова // Земледелие. – 2014. - №6. – С. 35-36.

190. Пупонин, А.И. Минимализация основной обработки дерново-подзолистой почвы / А.И. Пупонин, Э.А. Цвирко // Земледелие. – 1982. - №4. – С. 24-25.

191. Пупонин, А.И. Чизельная обработка дерново-подзолистых почв / А.И. Пупонин, Н.С. Матюк, Г.Г. Манолий и др. // Земледелие. – 1988. - №12. – С.34-36.

192. Пыхтин, И.Г. Систематические отвальные и безотвальные обработки в севообороте и бессменных посевах/ И.Г. Пыхтин, Е.В. Шутов// Земледелие. – 2004. - №3. – с. 18-19.

193. Ревут, И.Б. Основные направления регулирования процессов формирования урожая приемами механической обработки почвы / И.Б. Ревут. – Доклады ВАСХНИЛ. – 1975. - №2. – с. 37-39.

194. Решетняк, Н.В. Основная обработка почвы при интенсивной технологии возделывания подсолнечника в Ворошиловградской области / Н.В. Решетняк, Н.Б. Мельников // Реферативный журнал. – 1991. № 3. – С. 11.

195. Рудай, И.Д. Агроэкономические проблемы повышения плодородия почв/ И.Д. Рудай. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 255 с.

196. Рымарь, В.Т. Оценка различных технологий возделывания подсолнечника / В.Т. Рымарь, В.И. Трусов // Земледелие. – 2005. - №5. – С. 20-21.

197. Рябов, Е.И. Теория и технология минимальной обработки / Е.И. Рябов // Земледелие. - 1989. - №11. - С. 46-47.

198. Рябчинская, Т.А. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой пшеницы / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко // Агрохимия. – 2009. - №10. – С. 39-46.

199. Санковский, В.И. Чизельная в условиях Белоруссии / В.И. Сановский // Земледелие. – 1985. - №9. – С. 40-41.

200. Санковский, В.И. Чизельная обработка почвы и урожай / В.И. Санковский. – Минск: Урожай, 1989. – 24 с.

201. Саранин, К.И. Влияние основной обработки почвы на плодородие / К.И. Саранник, Н.А. Старовойтов // Земледелие. - 1982. - №9. - с. 27.

202. Семешкина, П.С. Способы основной обработки серой лесной почвы / П.С. Семешкина // Земледелие. - 1994. - №5. - с. 24.

203. Сергиенко, Н. Основная обработка почвы и применение удобрений под подсолнечник / Н.И. Сергиенко, М.А. Баранова // Реферативный журнал. – 1978. - №12. – С. 23.

204. Синеговская, В.Т. Эффективность внекорневого использования удобрений при возделывании яровой пшеницы в Приамурье / В.Т. Синеговская, С.В. Рафальский // Земледелие. – 2015. - №7. – С. 32-33.

205. Сираев, М.Г. В Башкирском Зауралье / М.Г.Сираев, Я.Т. Суюндуков // Земледелие. - 1995. - №2. - с. 14.

206. Скорняков, С.М. Плуг: Крушение традиций? / С.М. Скорняков. – М. - Агропромиздат, 1989. – 176 с.

207. Смуров, С.И. Безотвальная обработка снижает затраты на выращивание подсолнечника / С.И. Смуров, О.А. Подлегаев, О.В. Григоров // Земледелие. – 2003. - №5. – С.28-29.

208. Смуров, С.И. Способы основной обработки почвы под ранние яровые культуры / С.И. Смуров. – Дисс…канд. с.-х. наук. – Белгород, 1993. – 212 с.

209. Смуров, С.И. Научные основы безотвальной системы обработки почвы / С.И. Смуров // Земледелие. – 1999. – № 2. – С. 17.

210. Соболева, Е.А. Влияние удобрений на биологическую активность почвы при выращивании подсолнечника / Е.А. Соболева, А.Л. Лукин // Земледелие. – 2013. - №6. – С.15-18.

211. Советов, А.В. О системах земледелия / А.В. Советов. - изб. Соч. М., Сельхозгиз, 1950. – С. 235-419.

212. Спиридонов, Ю.Я. Развитие отечественной гербологии на современном этапе / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М.: Печатный город, 2013. – 426 с.

213. Старовойтов, Н.А. Поверхностная обработка почвы под яровые культуры / Н.А. Старовойтов // Земледелие. – 1981. - №8. - С. 18-19.

214. Стебут, И.А. Обработка почвы / И.А. Стебут. – М., 1871. – 44 с.

215. Степанова, Л.П. Влияние почвенно-климатических условий на морфобиологические признаки гибридов подсолнечника / Л.П. Степанова, Д.М. Болтушкин Е.А. Коренькова, Е.В. Яковлева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2015. - №3. - С. 6-11.

216. Стрельченко, И.М., Эффективность обработки и удобрений / И.М. Стрельченко, Н.А. Гриценко, В.Е. Стотченко, А.Н. Краевский // Масличные культуры. - ВО «Аг- ропромиздат», 1987.- С. 12-13.

217. Ступаков, А.Г. Агрохимическое обследование системы удобрения зерносвекловичного севооборота на черноземе выщелоченном: автореф. дис.… д-ра с/х наук / А.Г. Ступаков. – М., 1998. – 36 с.

218. Таволжанский, Н.П. Теория и практика создания гибридов подсолнечника в современных условиях / Н.П. Таволжанский. – Белгород., 2000

219. Таволжанский, Н.П., Подсолнечник в Белгородской области / Н.П. Таволжанский, М.И. Баранов, Н.Я. Сергиенко. – Белгород. – 1995. – 83 с.

220. Таволжанский, Н.П. Обработка почвы под подсолнечник / Н.П.Таволжанский, С.Д. Ильин // Земледелие. – 1999. - №5. – С. 33.

221. Тагиров, М.Ш. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы / М.Ш. Тагиров, Р.С. Шакиров, И.Г. Гилаев // Земледелия. – 2015. - №8. – С. 20-21

222. Таланов, И.П. Эффективность плоскорезной обработки / И.П. Таланов // Земледелие. – 1995. - №6. – С. 13.

223. Тарарико, А.Г. Влияние обработки чернозема на его устойчивость к эрозии / А.Г. Тарарико, Г.И. Миронов, В.В. Зайка // Земледелие. – 1983. - №12. – С. 16-18.

224. Тарасенко, С.А. Влияние жидких комплексных удобрений на основе карбамида аммиачной селитры (КАС) на урожайность и качество са-

харной свеклы / С.А. Тарасенко, М.С. Брилев // Агрохимия. – 2007. - №5. – С.27-31.

225. Телегин, В.А. Влияние способов обработки почвы на засоренность культур в зернопаровом севообороте / В.А. Телегин, С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко // Земледелие. – 2011. - №3. – С. 27-29.

226. Титов, А.Х. Особенности противоэрозионной обработки в Ростовской области / А.Х. Титов // Земледелие. – 1983. - №8. - С. 10-12.

227. Титовская, А.И. Влияние системы обработки и удобрений на биологическую активность почвы, урожайность и качество продукции различных сортов ячменя: автореф. дис. … канд. с/х наук / А.И.Титовская. – Белгород. – 1997. - 21 с.

228. Титовская, Л.С. Влияние способов основной обработки почвы и комплексных минеральных удобрений на показатели продуктивности гибридов подсолнечника / Л.С. Титовская, А.И. Титовская, Е.Г. Котлярова // Успехи современного естествознания. – 2018а. - № 8. – С. 91-95. URL: http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36842 (дата обращения: 16.09.2018).

229. Титовская, Л.С. Факторы повышения урожайности и экономической эффективности возделывания подсолнечника / Л.С. Титовская, А.И. Титовская, Е.Г. Котлярова // Нива Поволжья. – 2018б. - № 3 (48). – С. 67-73.

230. Титовский, А.Г. Влияние различных приемов обработки почвы и удобрений на эрозионную устойчивость склоновых земель и их продуктивность на юго-западе ЦЧЗ: дисс…. канд. с/х. наук / А.Г. Титовский. – Белгород, 1999. – 131 с.

231. Титовский, С.А. Элементы интенсификации возделывания сахарной свеклы в Белгородской области: дисс…. канд. с/х. наук / С.А. Титовский. – Белгород, 2009. – 145 с.

232. Тишков, Н. М. Продуктивность сортов кондитерского подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений / Н. М. Тишков, С. Г.

Бородин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2009. - Вып. 1 (140). - С. 57-64

233. Тишков, Н.М. Плодородие выщелоченного чернозема западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении удобрений: автореф. дис. …д-ра с/х наук / Н.М. Тишков. – Краснодар., 2006. – С. 3-5.

234. Тодираш, В.В. Благодаря интенсивной технологии / В.В. Тодираш // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - С. 2-3.

235. Трофимова, Т.А. Зяблевая обработка почвы в Юго-Восточных районах ЦЧЗ / Т.А. Трофимова // Сахарная свекла. – 2002. - №7. – с. 19-20.

236. Трушин, В.Ф. Фрезерование в зернопропашном севообороте / В.Ф. Трушин, Э.Ф. Крылов, Ш.С. Жемнисов // Земледелие. – 1985. - №1. – С. 33-35.

237. Тулайков, Н.М. Засуха и меры борьбы с ней в полевом хозяйстве / Н.М. Тулайков. – Саратов: Гос. Изд-во, 1921. – С.19.

238. Турусов, В.И. Обработка черноземов: опыт и тенденции развития / В.И. Турусов, А.М. Новичихин // Земледелие. – 2012. - №4. – С. 7-9.

239. Уваров, Г.И. Закономерности изменения гумусового состояния и агрофизических свойств почв северо-востока Украины при сельскохозяйственном использовании: автореф. дис. … доктора с.-х. наук / Г.И. Уваров. - Курск. 1997. с. 40.

240. Усенко, Л.В. Возродить плодоовощной подкомплекс АПК / Л.В. Усенко // Экономика сельского хозяйства России. - 2001.- № 3. - С.32.

241. Ушаков, Р.Н. Активность почвенных микроорганизмов - показатель устойчивости земледелия / Р.Н. Ушаков // Земледелие. – 2006. - №1. – С.14-15.

242. Фатьянов, В.А. Тематика и методика для лабораторно-практических занятий по земледелию. Учебно-методическое пособие / В.А. Фатья-

нов, А.И. Титовская, В.И. Чернявских. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2002. – 42 с.

243. Фатьянов, В.А. Прогрессивные направления в земледелии. – Учебное пособие / В.А. Фатьянов, В.К. Подгорный. – Белгород. – 1992. – 84 с.

244. Фатьянов, В.А. Учебно-методическое пособие по земледелию: учеб. пособие / В.А. Фатьянов, О.Г. Котлярова. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2004. – 124 с.

245. Федорова, В.А. Плуг – плоскорез – чизель / В.А. Федорова, В.А. Воронцов // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 39-40.

246. Федотов, В.А. Растениеводство / В.А. Федотов, С.В. Кадыров, Д.И. Щедрина, О.В. Столяров. – СПб.: Лань, 2015. – 336 с.

247. Филимонов, И.Н. Элементы агротехники и продуктивность сахарной свеклы / И.Н. Филимонов // Земледелие. – 2011. - № 3. – С.38.

248. Фисюнов, А.В. Обработка почвы и семена сорняков / А.В. Фисюнов, В.Ф. Крез // Земледелие. – 1982. – № 5. – С. 19-21.

249. Фолкнер, Э. Безумие пахаря / Э. Фолкнер. – М., Изд-во Сельхозлитература, 1959. – 276 с.

250. Хазиев, Ф.Х. Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. – 180 с.

251. Хакимова, А.Е., Влияние густоты стояния растений на формирование некоторых морфологических признаков декоративного подсолнечника / А.Е. Хакимова, Е.Г. Самелик, Н.Н. Толмачева // VIII международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК. - 2015 г. - С 182-186.

252. Холмов, В.Г. Минимальная обработка, плодородие почвы и урожай зерновых при интенсификации земледелия Южной Лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов. – автореферат дис. д. с.-х.н.: Омск. – 1990. – 32 с.

253. Хотько Д. Площади посевов подсолнечника : [Электронный ресурс] : .URL: http://www.agroinfo.com (дата обращения 17.11.2018).

254. Цвирко, Э.Л. Действие глубины и способа основной обработки на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожайность яровых зерновых культур / Э.Л. Цвирко. - автореферат дис. канд. с.-х. наук. – М., 1984. – 22 с.

255. Цеддиес, Ю., Экономика сельскохозяйственных предприятий. Учебное пособие / Ю. Цеддиес, Э. Райш, А.А. Угаров.- М.: Изд-во МСХА. - 2000. - 400 с.

256. Цилюрик, А.И. Влияние мелкой обработки почвы и удобрений на биометрические показатели растений подсолнечника в северной степи Украины / А.И. Цилюрик, В.Н. Судак // Вестник Прикаспия. - 2016. - №3. - С. 33-39.

257. Чаусов, В.Ф. Урожайность кукурузы на силос при различных способах основной обработки. Сб. науч. тр.: Регулирование плодородия черноземов в условиях лесостепи ЦЧЗ / В.Ф. Чаусов. – Воронеж, 1989. – с. 127-131.

258. Чеботарев, О.П. Влияние удобрений на агрохимические свойства чернозема / О.П. Чеботарев // Материалы VII Международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения», 25-28 марта 2003 г. –Ч.1. – Белгород: БелГСХА, 2003. – С. 73-74.

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

260. Черкашин, М.В. Совершенствование основной обработки посвы под сахарную свеклу в условиях ЦЧЗ: втореф. дис. канд. с.-х. наук. / М.В. Черкашин. – Воронеж, 1987. – 21 с.

261. Чернилевский, Н.С. Изучение способов обработки почвы в Полесье Украины / Н.С. Чернилевский // Земледелие. – 1986. - № 12. – с. 35-36.

262. Чумачев, В.Я. Затраты труда и горючего при различных системах основной обработки почвы под подсолнечник / В.Я. Чумачев // Реферативнный журнал. – 1991. № 2. – С. 9.

263. Шикула, Н.К. Земледелие без плуга / Н.К. Шикула // Земледелие. - 1983. - №11. - С. 51-56.

264. Шикула, Н.К. Оптимизация глубины обработки почвы и норм удобрений / Н.К.Шикула, А.Ф. Гнатенко // Земледелие. - 1991. - №3. - с. 47.

265. Шикула, Н.К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко. - М.: ВС Агропромиздат, 1990. – 320 с.

266. Шикула, Н.К. Эффективность бесплужной обработки / Н.К. Шикула, А.В. Демиденко, В.А. Слепцов // Масличные культуры. - ВО «Агропромиздат», 1987. - №4,- С. 27-28.

267. Шмаль, В.В. Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Новые перспективные сорта и гибриды масличных культур / В.В. Шмаль // Земледелие. - 2000. - № 4. - С. 40-41.

268. Шпанев, А.М. Вредоносность сорных растений на юго-востоке ЦЧЗ / А.М. Шпанев // Земледелие.- 2013. - №3. – С. 34-37

269. Шудренко, И.В. Влияние способов основной обработки почвы на показатели почвенного плодородия и продуктивность сахарной свеклы в зоне достаточного увлажнения правобережной лесостепи УССР: автореферат дис…. канд. с/х наук / И.В. Шудренко. - Киев. - 1990. – 17 с.

270. Шуровенков, Ю.Б. Интегрированная защита сельскохозяйственных культур в условиях интенсивного земледелия/ Ю.Б. Шуровенков: Сб. науч. Тр. – ВНИИЗР. – 1988. – 183 с.

271. Энеев, М.Д. Внекорневые подкормки подсолнечника в системе интенсивной технологии (степная зона КБР) / М.Д. Энеев, М.М. Токов // Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 75-летию председателя ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабар-

дино-Балкарский научный центр Российской академии наук», доктора технических наук, профессора П.М. Иванова. – 2017. – С. 343-346.

272. Энеев, М.Д. Удобрение и орошение подсолнечника на предкавказских карбонатных черноземах степной зоны Кабардино-Балкарской АССР: Авт. дисс. … канд. с.-х. наук / М.Д. Энеев – Нальчик, 1975.– 26 с.

273. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: методические рекомендации / Волгоградский с/х институт; сост. В.В. Коринец, А.Ф. Козловцев, З.Н. Козенко и др. – Волгоград,1985. – 30 с.

274. Юхин, И.П. Эффективность нового гранулированного комплексного минерального удобрения в посевах сахарной свеклы / И.П. Юхин, А.Н. Середа, Т.В. Шарипов // Агрохимия. – 2015. - №7. – С. 25-28.

275. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: КолосС, 2002. – 584 с.

276. Ягодин, Б.А. Физиологическая роль кобальта и факторы, влияющие на его поступление в растения / Б.А. Ягодин, Г.А. Ступакова // Агрохимия. – 1989. - №12. – с.111.

277. Яковлев, Б.И. Организация производства на сельскохозяйственных предприятиях / Б.И. Яковлев // Экономическая эффективность. – 1989. С.20.

278. Ярославская, П.Н. Возможности минимализации обработки почвы на Кубани / П.Н. Ярославская, А.Н. Ритер // Земледелие. - 1983. - №6. - С. 21-22.

279. Яценко, В.Г. Применение плоскореза в системе зяблевой обработки почвы под сахарную свеклу / В.Г. Яценко, А.Т. Калинин // В кн.: Сахарная свекла в РСФСР. Вып. 3. – Воронеж, 1971. – С.76-79.

280. Barta V., Malä S. Organizacia porastu slnecnice v zavlahovych podmienkach. Ved. Präce Vysk. Üstavu Zavlah. Hospod. Bratislava. 1986. 18: Pp.83-86

281. Basso F., Pisante M., Basso B. // Proc. 2 and ESA. Congress, 1992. – Warwik., 1993. - Pp. 30-31.

282. Beatley J. The sunflowers (genus Helianthus) in Tennessee // J. Tenn. Acad. Sci., 1963, v.38, Pp.135-154.

283. Brining plant potential to life (Syngenta), 2010 (https://www.agro.basf.ru/agroportal/ru/media/ru/clearfield/broshures/Syngenta_BASF_11.pdf)

284. Cockerell T.D.A. Hybrid sunflowers // Am. Nat. 1929, V. 63. – Pp. 470-475.

285. Crovetto, C. Stubble the soil – Madison American Sociely of agronomy, Inc. / C. Crovetto. – 1996. – P. 248.

286. Holt N.W., Campbell S.J. Effect of plant density on the agronomic perfonomic performance of sunflower on dry land. Canad. J. Plant. Sc. 1984. 64, 3: Pp. 599-605.

287. Jessop R. Influence of time of sowing and plant density on the yield and oil content of dry-land sunflowers. - Austral. J. exper, Agr. Anim. Husbandry, 1977, 17, 87: Pp.664-668.

288. Kovăcik A., Skaloud V. Stanoveni optimalni hustoty porostu slunecnice. Roste. Vyrola. 1988. 34, 6: Pp.607-612

289. Kotlyarova, E. G. The effect of soil cultivation on contamination of sunflower crops in the result of technology intensification in the last 40 years in the central black earth region / E. G. Kotlyarova, M. N. Riazanov, L. S. Titovskaya, N. A. Nuzchnaya, V. M. Garmashov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. Vol. 5. – Pp. 1261-1268.

290. Lonescu N., Drăghicioiu V. Influenta densitätiv asupre uner nibrizi de floareasoarelui in conditiile S.C.A. Albata, Agres. Probleme Agrofitotehn. teoret. Alp. Fundulea. 1989. 11.1,: Pp.33-45

291. Majid H.R., Schneiter A.A. Yield and quality of semidwarf and standard-height sunflower hybrids grown at fine plant populations. Agron. J. 1987. 79. 4: Pp.681-684

292. Miller J., Roath W. Compensatory response of sunflower to stand reduction applied at different plant growth stages. - Agron. J., 1982, 74, 1: c.119-121

293. Pirani V. Densita di investimento e cultivar di girasola piu idonec per le Marche. - Inform. Agr. (Verona), 1984, 40, 32, Pp.51-54

294. Robinson R. Et al. Response of sunflower to plant population. - Agron. J., 1980, 72, 6: Pp.869-871

295. Simon J. Rüst a tvorba biomasy slunectice rocn. (Helianthus annuus L.) pri rüznem zpracoväni püdy a hnoyeni dusikem. - Roste. Vyroba, 1981, 27, 6: Pp.615-624.

296. Strommer J. Hinweise fur den Sonnenblumenbau. //Pract.Landtechn., 1990, p.43-44.

297. Vijayalakshmi K. Et al. Effects of plant population and row spacing on sunflower agronomy. - Canad. J. Plant. Sc., 1975, 55,2: Pp. 491-499.

298. Vränceanu A., Stoenescu F., Terbea M. Tolerance of sunflower hybrids to competition among plants. Hellia. 1992. 5: Pp.23-26.

299. Vrebala T. Et al. Effect of stand density on sunflower seed yield and quality characters at oil. - Conf. Intern. Del. girasol., 1980, 2: Pp.403-408.

300. Wade L.J., Foreman J.W. Density and maturity interactions for grain yield in sunflower. Austral. J. exper. Agr. 1988. 28, 5: Pp.623-627.

301. Zubriski J. et al. Sunflower fertility and plant population update. - Sunflower, 1980, 6, 3: Pp.44-46.