

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

*На правах рукописи*

Гусева Светлана Андреевна

**ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ  
ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО НА УРОЖАЙНОСТЬ  
МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность: 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

**ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**

Научный руководитель - кандидат  
биологических наук, профессор,  
Марковская Галина Кусаиновна

Кинель, 2019

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1. Значение многолетних трав в системе земледелия.....	9
1.2. Микроорганизмы почвы.....	15
1.3. Физические свойства почвы и влияние их на состояние микрофлоры.....	19
1.4. Ферментативная активность почвы.....	23
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1. Климатические условия.....	30
2.2. Характеристика основных почв.....	34
2.3. Агрометеорологические условия в годы исследований.....	36
3. МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	42
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
4.1. Динамика влажности почвы.....	47
4.2. Микробиологическая активность почвы.....	51
4.3. Ферментативная активность почвы.....	76
4.4. Структура почвы.....	87
4.5. Целлюлозолитическая активность почвы.....	94
4.6. Урожайность многолетних трав.....	99
5. АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	116
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	117
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Земельный фонд России - один из крупнейших в мире и насчитывает 1710 млн га. Страна обладает огромными территориями плодороднейшей в мире почвы – черноземами, которые являются, может быть, самым ценным природным ресурсом, который имеет Россия. Большое влияние на спад в сельском хозяйстве оказала постоянно ухудшающаяся экологическая ситуация в аграрном секторе. Сохраняющиеся тенденции формирования техногенного природоразрушающего типа развития АПК ведут к экологическому кризису в сельском хозяйстве [16, 26].

Внешними проявлениями этого кризиса стали крупномасштабная деградация и потери сельскохозяйственных угодий из-за эрозии, уменьшение содержания в почве гумуса и питательных веществ, засоление, заболачивание, перегрузка тяжелой техникой, падение естественного плодородия, загрязнение водных ресурсов химическими продуктами и отходами животноводства [152]. Уменьшение естественного плодородия, выражающееся, прежде всего, в сокращении самого плодородного, гумусного горизонта почвы и уменьшении содержания гумуса в почве, является довольно известным процессом [69]. Сейчас в стране и в большинстве регионов мира наблюдается природоёмкий тип ведения сельского хозяйства, определяемый суженным воспроизводством естественного плодородия. Главным принципом развития АПК должна стать экологизация всех мероприятий по развитию сельского хозяйства, учет природных особенностей функционирования земельных ресурсов [11,17].

Наряду с высокой эколого-экономической эффективностью, экологизация сельского хозяйства дает и огромный социальный эффект. Это проявляется, прежде всего, в улучшении здоровья населения в результате увеличения потребления биологически чистой сельскохозяйственной продукции, уменьшения загрязнения водных и земельных ресурсов, воздушного бассейна [61, 46, 158].

Почвы Среднего Поволжья обладают большим запасом основных питательных веществ. Валовое содержание элементов питания в данных почвах достаточно для получения хороших урожаев, даже очень требовательных к плодородию почв культур, в течение многих лет. Однако обеспеченность растений элементами питания зависит в большей мере от содержания доступных форм в почве. Поэтому, одной из важнейших задач земледелия является разработка приёмов повышения доступности растениям питательных веществ [29, 70].

В структуре севооборотов сейчас основное место занимают экономически выгодные культуры: озимая пшеница, ячмень, кукуруза и подсолнечник [108]. Ежегодное возделывание этих культур приводит к ухудшению агрофизических свойств почв и к их истощению, поэтому севооборот необходимо конструировать, а не просто организовывать и использовать [80].

Система земледелия должна обеспечивать не только высокую урожайность производства растениеводческой продукции, но и экологическую безопасность. Это возможно только при совместном использовании природных и техногенных факторов. Интенсификация земледелия может осуществляться в последнее время и за счет его биологизации и экологизации [92].

Одним из практически неиспользуемых резервов биологизации и экологизации земледелия в Среднем Поволжье является возделывание многолетних трав [12].

Главным направлением в повышении плодородия почвы за счёт многолетних трав является правильный подбор фитоценоза [102]. Адаптивная направленность видового состава трав позволяет не только хорошо решать вопросы кормопроизводства, но и за короткий срок обеспечить восстановление и расширенное воспроизводство органического вещества в почве [168].

Одним из показателей плодородия почв является содержание гумуса. При этом изучение роли микрофлоры в процессах гумусообразования и дегумификации является одним из ключевых вопросов на пути к решению задач повышения плодородия почв [154]. При введении новых технологиче-

ских приемов земледелия исследование жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, связанной с процессами трансформации органического вещества, становится особенно важным и связано с проблемой снижения содержания гумуса. Это во многом обусловлено ускоренной минерализацией органического вещества почв, приводящей к снижению уровня их потенциально-го плодородия, о чем неоднократно отмечалось в работах отечественных и зарубежных авторов [197]. В связи с этим, разработка эффективных приемов по восстановлению плодородия почв при интенсивных агрогенных нагрузках весьма важна и актуальна в практике земледелия [53, 139].

**Степень разработки темы.** В научной литературе приведены публикации исследований по изучению влияния одновидовых посевов многолетних трав на агробиологические и физические свойства почвы. Такие исследования в разные годы проводили в Нечерноземной зоне, Нижнем Поволжье, в Среднем Поволжье. В них рассматривались особенности микробиологических процессов почвообразования, изменение ферментативной активности и динамики агрофизических свойств почвы под влиянием одновидовых посевов многолетних трав. Проведенное исследование в теоретическом плане базировалось на работах следующих ученых: Аблаева А.Р. (2011), Байбеков Р.Ф. (2012), Белюченко И.С. (2015), Борисова Е.Е. (2015), Вахрушев Н.А. (2010), Даденко Е.В. (2013), Зенова Г.М. (1992), Зинченко М.К. (2018), Иванова Е.П. (2012), Каштанов А.Н. (2013), Коржов С.И. (2000), Королев В.А. (2002), Курдюков Ю.Ф. (2009), Кутузова А.А. (2014), Морозов В.И. (2010), Платунов А.А. (2011), Стахурлова Л.Д. (2007), Тихонович И.А. (2006), Федотов Г.Н. (2012), Хазиев Ф.Х. (2017).

**Цель исследований** – оценить влияние агробиологических показателей плодородия чернозёма обыкновенного на урожайность многолетних трав в лесостепи Среднего Поволжья.

**Задачи исследований.** В соответствии с поставленной целью нами решались следующие задачи:

- 1) определить численность основных групп почвенных микроорганизмов (бактерий, грибов и актиномицетов) в посевах многолетних трав;
- 2) определить структурно-агрегатный состав и влажность почвы;
- 3) дать оценку ферментативным процессам с показателями активности пероксидазы и полифенолоксидазы;
- 4) оценить влияние показателей биологической активности почвы на урожайность многолетних трав;
- 5) дать оценку агроэнергетическим показателям и определить экономическую эффективность возделывания многолетних трав.

**Объект и предмет исследований.** Объектом исследований являются смешанные посевы многолетних бобово-злаковых трав. Предмет исследований – оценка влияния агробиологических показателей почвы на урожайность многолетних травостоев.

**Научная новизна.** Для чернозема обыкновенного лесостепной зоны Среднего Поволжья выявлен состав и численность основных групп микроорганизмов в комплексе с агрофизическими показателями почвы. Проведена оценка ферментативной активности и коэффициента гумификации с показателями полифенолоксидазы и пероксидазы. Установлена положительная корреляция между агробиологическими показателями почвы и урожайностью многолетних трав.

**Теоретическая и практическая значимость.** На основе агробиологических показателей почвы дано научно-практическое обоснование использования поливидовых посевов многолетних трав. Установлено улучшение биохимических и физических свойств почвы за счет возделывания смешанных посевов многолетних трав.

Полученные данные вносят существенный вклад в развитие научных представлений о биохимических процессах почвообразования в агроценозах многолетних травостоев. Результаты исследований значительно углубляют научное представление о роли многолетних трав в биологизации и управлении плодородием почвы.

Результаты исследований прошли производственную проверку в СПК (Колхоз) «Луч Ильича» Борский район Самарская область, что подтверждено актом внедрения.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методом статистического анализа; эмпирические – полевые опыты, графическое и табличное отображение полученных результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. микробиологическая активность почв в посевах многолетних трав;
2. агрофизические показатели почвы;
3. активность ферментов полифенолоксидаза и пероксидаза и значения коэффициента гумификации;
4. урожайность многолетних трав;
5. агроэнергетическая и экономическая оценка применения травосмесей.

**Достоверность результатов.** Результаты исследований подтверждаются современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных, показателями корреляционной оценки.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на заседании кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений» Самарского ГАУ 2015–2019 гг., на международной научно-практической конференции «Инновационные достижения науки и техники в АПК» Самарский ГАУ (Кинель, 2016), на международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 2017), на международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Вклад молодых ученых в аграрную науку» Самарский ГАУ (Кинель, 2018), на международной научно-

практической конференции «Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований» (Екатеринбург, 2018), на научно-практической конференции (Персиановский: Донской ГАУ, 2018).

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 2 публикации в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 173 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения и предложений производству, содержит 26 таблиц, 29 рисунков. В библиографическом списке указано 201 наименование, в том числе 20 исследований зарубежных авторов. В работе имеется 34 приложения.

**Личный вклад автора** заключается в непосредственном участии в полевых исследованиях, выполнении всех биометрических наблюдений и исследований, ежегодном представлении научных отчетов, на основании которых обобщались полученные результаты, и было сформировано заключение и дано предложение производству.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за консультации и помощь в работе научному руководителю, кандидату биологических наук, профессору кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений» профессору Марковской Галине Кусаиновне.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Значение многолетних трав в системе земледелия

Важным и доступным резервом повышения урожайности сельскохозяйственных культур, получения качественной, экологически безопасной продукции и поддержания плодородия почв является биологизация земледелия. Одним из факторов развития этого направления в отрасли растениеводства служит насыщение севооборота многолетними зернобобовыми культурами [76]. Грамотное их размещение в севооборотах позволяет пополнить азотный фонд почвы. Кроме того, использование многолетних бобовых растений в качестве сидеральных удобрений не только обеспечивает накопление симбиотического азота и других элементов из корней, надземных и пожнивных остатков, но и оказывает положительное влияние на формирование почвенной структуры [2, 15, 55]. Таким образом, сущность биологизации земледелия состоит в том, чтобы поддерживать круговорот веществ и энергии в агроэкосистемах [117].

Современный период развития сельскохозяйственного производства в России характеризуется все большим возрастанием роли зернового хозяйства и кормопроизводства как системообразующих отраслей АПК, определяющих во многом состояние и эффективность сельского хозяйства [96]. Основной задачей в растениеводстве по-прежнему является повсеместное повышение урожайности всех сельскохозяйственных культур, которое, в первую очередь, должно идти за счет более рационального использования природных ресурсов окружающей среды [138]. Установлено, что значительные потери гумуса происходят не только от недостаточного поступления в почву органического вещества, но и от чрезмерной интенсивности обработки, резко усиливающей его минерализацию [23, 120].

В условиях засушливого климата Поволжья основным лимитирующим фактором получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является почвенная влага. В связи с этим реальной необходимостью становится разработка и внедрение в производство таких агротехнических приемов, которые позволяют максимально ослабить влияние неблагоприятных внешних факторов в системе адаптивного земледелия [27, 70].

Многолетние травы, как бобовые, так и злаковые, с хорошо развитой корневой системой оставляют после себя большое количество органического вещества в почве, оструктуривая ее, они обогащают почву азотом, который усваивают из воздуха клубеньковые бактерии [93]. Глубоко идущая корневая система люцерны, эспарцета обогащает пахотный слой фосфором и кальцием, извлекая их из нижних, подпахотных слоев. Ни одну культуру нельзя сравнить с многолетними травами по эффективности защиты почвы от водной и ветровой эрозии [125]. Велика и фитосанитарная роль многолетних трав: в их посевах создаются неблагоприятные условия для многих видов сорняков, почва очищается от семян сорняков, гибнут многие вредители сельскохозяйственных культур и патогенная микрофлора. В целом включение в севооборот многолетних трав препятствует нарушению биоэнергетического потенциала почв и экосистем [130, 171].

Многолетние травы играют роль восстановителей почвенного плодородия, если их используют в севообороте и ежегодно распахивают, пополняя почву органикой [91]. Возделывание же их в выводных полях наиболее оправданно при производстве семян (люцерна, костер, козлятник и др.) и в борьбе с эрозией почвы. Однако задача повышения гумуса в черноземах может быть решена за счет воспроизводства биогенных ресурсов плодородия в агроэкосистемах. Это означает, что в адаптивной структуре посевных площадей посеvy многолетних зернобобовых трав должны быть увеличены. Использование биогенных средств интенсификации позволит сократить дефицит органического вещества и с меньшими затратами укрепить энергетику почвенного покрова [22, 48, 110].

В условиях современного развития сельскохозяйственного производства при переходе к севооборотам с короткой ротацией, повысился односторонний вынос элементов питания, увеличилась численность популяций возбудителей болезней, вредителей и сорняков, существенно изменился их видовой состав и, в связи с этим, возросли потери урожая [18].

В таких условиях любые усилия земледельцев по повышению урожайности – внесение удобрений, внедрение новых сортов, средств защиты растений и т.п., оказываются высоко затратными и напрасными. Необходимо широкое внедрение целого комплекса мероприятий, обеспечивающих предотвращение деградации почвы [33, 201].

Многолетние бобовые травы в структуре посевных площадей области занимают незначительную долю, хотя биоклиматический потенциал региона в целом благоприятен для возделывания многолетних растений [118]. Бобовые травы в симбиозе с клубеньковыми бактериями способны накапливать в почве до 300 кг/га и более биологически чистого азота, а благодаря органическим выделениям корневой системы (щавелевая, лимонная, уксусная, янтарная, яблочная и др. кислоты) многие труднодоступные фосфорные и кальциевые соединения почвы переводятся в подвижные и легкодоступные другим растениям соединения фосфора и кальция, которые перемещаются корневой системой из глубоких слоев почвы в верхние горизонты. Вот почему растения озимой пшеницы даже в увлажненные годы не полегают по эспарцетовому и донниковому парам [40, 44, 156].

Возделывание многолетних трав ведет к ориентированности на экологическую целесообразность и приближает частично к балансу прагматического и непрагматического взаимодействия с природой или способствует одновременному решению проблем экономики и экологии, что, в конечном счете, уменьшает неустойчивость агросистем [64, 54].

Агроценоз, в котором участвуют многолетние травы и к тому же бобовые, хотя и незначительно увеличивает видовое разнообразие ценоза, увеличивается круговорот веществ, так как после многолетних трав значительная

часть питательных элементов остается в почве [99]. Накапливается органическое вещество, азот, а другие биофильные элементы (фосфор, калий и другие) перемещаются из нижних слоев в пахотный. Использование многолетних бобовых трав в системах земледелия повышает их адаптивность [22, 45].

В настоящее время весьма трудно найти биогеоценоз или даже биоценоз, в котором бы не проявлялось то или иное воздействие человека. Но наибольшие изменения внесены человеком в агробиоценозах и агробиогеоценозах, где биоценоз создан искусственно или изменен с целью создания чаще всего растительной сельскохозяйственной продукции [59, 85].

По мнению Е.Е. Борисовой агробиогеоценоз может быть устойчивым (до определенного уровня) лишь при постоянном пополнении энергетических затрат для получения урожая. Наиболее существенные различия природных и сельскохозяйственных биогеоценозов приведены в таблице 1.1. Как видно из приведенных данных, в агробиогеоценозах источником энергии для работы экосистемы, кроме солнца, является энергия, поставляемая человеком [20].

Считается, что регуляция и оптимизация процессов, протекающих в агробиогеоценозах, заключается в том, чтобы круговорот веществ и энергии в них приближался к таковым в природных биоценозах, чему способствует участие в севооборотах многолетних трав [153].

Таким образом, многолетние травы имеют огромное и разностороннее агрономическое значение для сельскохозяйственного производства. Улучшают физико-химические свойства почвы, повышают плодородие в условиях недостаточной химизации земледелия и увеличивают урожайность последующих культур [19, 169].

При полном соблюдении технологии возделывания посеvy многолетних трав представляют собой устойчивые агрофитоценозы, которые в зависимости от видового подбора культур могут использоваться как в сенокосном, так и пастбищном направлении [78].

Таблица 1.1. Отличительные особенности агробиоценозов, влияющих на их экологическую устойчивость и надежность

Показатель	Натурбиогеоценоз (естественные пастбища)	Агробиоценоз	
		Многолетние травы	Однолетние травы
Источник энергии для работы экосистемы	Солнечная энергия	Солнечная энергия и незначительные энергетические субсидии	Солнечная энергия, высокие энергетические субсидии
Степень замкнутости циклов минеральных элементов	Высокая, доля выносимых с урожаем элементов, особенно при сенокосном использовании, возрастает	Невысокая, отток элементов питания с урожаем значителен	Низкая, вынос веществ из экосистем очень высок
Возможность оттока (потерь) вещества из экосистемы	Низкая, потери могут возрастать при нарушении целостности напочвенного покрова за счет эрозийных процессов	Умеренная, но может возрастать при разовом внесении повышенных доз удобрений	Высокая, выносятся до 50% элементов удобрений, теряются гумус и минеральные вещества почвы, вымываются пестициды
Трофическая структура	Основным консументом являются домашние животные. Их масса достигает 10% общей биомассы		Доля консументов может превышать 10% общей биомассы
Роль частей растений в накоплении гумуса	Гумус формируется в основном за счет корней	Накопление гумуса идет за счет корневых и пожнивных остатков	Накопление гумуса за счет растительных остатков и удобрений
Роль животных в почвообразовании	Значительная	Менее значительная	Малая
Скорость инфильтрации	Высокая	Средняя	Низкая
Величина стока, эрозии	Низкая	Средняя	Высокая
Растительный покров, опад	Значительный	Менее значительный	Малый
Потери влаги на испарение	Высокая	Менее высокая	Низкая
Почвенные коллоиды	Много	Меньше	Мало
Температура почвы	Низкая	Повышенная	Высокая
Генетическое разнообразие	Высокое	Менее высокое	Низкое

Высокая реализация потенциала сеяных многолетних трав, выраженная в высокой степени их сохранности и продуктивности на протяжении дли-

тельного времени, напрямую связана с хорошо отработанной в зональном отношении технологии их посева [58, 87, 177].

Степная и сухостепная зоны это, прежде всего, зоны неустойчивого увлажнения. В данных природно-климатических условиях урожайность культур во многом зависит от погодных условий периода их вегетации [121]. В связи с этим высокая урожайность травосмеси и её продуктивное воздействие на почву по сравнению с одновидовыми агрофитоценозами достигается за счёт того, что различные виды трав по-разному используют атмосферные осадки периода их вегетации [124]. Так, если в случае проявления ранневесенней засухи может наблюдаться низкая урожайность злаковых трав, то увеличение использования биоклиматических ресурсов региона вполне может быть компенсировано бобовыми агрофитоценозами, которые с максимальной эффективностью могут использовать последующие летние осадки и наоборот [100, 101].

В биологическом отношении бобовые агрофитоценозы обладают уникальной способностью усваивать азот атмосферы и за счёт симбиотической деятельности с клубеньковыми бактериями накапливать его в почве [95]. Увеличение содержания азота и органического вещества в почве за счёт биологической деятельности трав значительно повышает уровень плодородия почвы и снижает необходимость дальнейшего приобретения и использования минеральных и органических удобрений [170, 172].

Наиболее существенное воздействие на почву оказывает люцерна. По количеству накопившейся в почве корневой массы (7–10 т/га воздушно-сухого вещества) люцерна в 2,5–3,5 раза превосходит однолетние растения [103]. Введение в севооборот многолетних трав, в первую очередь бобовых, положительно сказывается не только на балансе гумуса, но и на повышении урожайности за счет обогащения почвы биологическим азотом [24, 25].

Наряду с люцерной высокую эффективность в полевых севооборотах в настоящее время имеют многолетние бобовые травы короткого периода использования в занятых и сидеральных парах [97]. Большой интерес представ-

ляют эспарцет и лядвенец – культуры малотребовательные к плодородию почвы и максимально использующие почвенно-климатические условия нашей области. Эти культуры в процессе эволюции приспособились расти там, где другие растения плохо развиваются. Исследования многих научных учреждений СНГ показали перспективу внедрения этих культур как в полевом, так и в луговом кормопроизводстве [6].

Смеси эспарцета и лядвенца со злаковыми травами позволяют получать самый дешевый корм с минимальными затратами. При неблагоприятных засушливых условиях в первой половине лета к первому укусу они формируют высокую урожайность за счет осенних и зимних осадков [57, 60, 83].

Таким образом, совершенствование структуры посевных площадей, системы севооборотов направлено на интенсификацию биологических факторов, среди которых приоритетное место занимают многолетние травы [131].

## **1.2. Микроорганизмы почвы**

Почвы населены бесчисленным множеством микроскопических существ [132]. Микроорганизмы обладают огромной биохимической активностью, и можно предположить, что их деятельность имеет большое значение в формировании почвы и создании ее плодородия. К настоящему времени это положение может считаться твердо доказанным, хотя многие моменты, связанные с жизнью микробов в почве, остаются еще и сейчас недостаточно выясненными [13, 185]. Микробиологическая трансформация органического вещества в гумусовые формы – главный процесс в обеспечении почвенного плодородия [34, 194].

С течением времени в науке накапливаются новые факты, подтверждающие огромную роль микроорганизмов в процессах почвообразования [81]. По мере развития наших знаний в этой области появляется все больше оснований для выделения почвенной микробиологии в один из важнейших разделов генетического почвоведения, основным

содержанием которого должно быть изучение микробиологии почвенных процессов [4, 10].

Агроэкологические функции почв выражаются определенными количественными и качественными параметрическими характеристиками, важнейшими из которых являются биологические показатели [67]. Процессы разложения растительных остатков, синтез и минерализация гумуса, превращение труднодоступных форм питательных веществ в усвояемые для растений формы, ход аммонификации, нитрификации и фиксации свободного азота воздуха обусловлены деятельностью почвенных микроорганизмов [5, 31].

Почвенные микроорганизмы проявляют высокую степень пространственного изменения даже в однородно управляемых агроэкосистемах [184].

Как уже отмечалось ранее, в почве всегда живет множество микроскопических существ. Из них наиболее многочисленны бактерии [111]. Отмечая некоторые общие свойства бактерий, стоит прежде всего указать на их способность довольно быстро размножаться. Это свойство особенно резко выражено у представителей класса истинных бактерий. Указанное свойство приводит к преобладанию бактериального населения в составе микрофлоры почвы [9, 183].

В почве, даже в относительно глубоких ее слоях, явно преобладают бактерии, способные жить при наличии кислорода (аэробы). Бактерии, живущие без доступа кислорода (строгие анаэробы), встречаются здесь в меньшем количестве [149]. Это объясняется, прежде всего, тем что в почвенном слое всегда имеется некоторый запас кислорода. Значительное число аэробных бактерий являются факультативными анаэробами, т. е. они могут существовать как при доступе воздуха, так и без него [195].

Клетки некоторых бактерий в определенных условиях роста синтезируют органические полимеры, которые образуют на наружной поверхности слизистый слой, называемый капсулой [182]. Слизистые слои

создают вокруг клеток определенный водный режим, взаимодействуют с катионами почвенных растворов; они могут разрушать почвенные минералы, участвовать в процессах агрегации и образовании водопрочной почвенной структуры. Возможно также включение микробных внеклеточных слизей в процесс образования гумусовых веществ [4, 190].

Основной морфологической особенностью актиномицетов, отличающей их от других бактерий, является их способность образовывать мицелий, состоящий из длинных нитевидных гиф с истинным ветвлением. В отличие от проактиномицетов вегетативный мицелий актиномицетов обычно длительно не сегментируется [62, 73].

Физиологические свойства отдельных представителей группы актиномицетов весьма различны. Эти микроорганизмы относятся в основном к метатрофам и нуждаются для питания в органических углеродсодержащих соединениях [66]. Многие представители класса *Actinomycetes* разлагают весьма труднодоступные микробам вещества и, в частности, перегной. Азот усваивается актиномицетами как из минеральных, так и органических соединений [68]. Иногда актиномицеты, развиваясь на питательных средах, продуцируют запах свежей почвы. Не исключена возможность, что специфический аромат почвы обусловлен именно деятельностью в ней актиномицетов. Около мицелия некоторых актиномицетов отлагаются соли кальция и гидрат окиси железа [116].

Актиномицеты в основном рассматриваются как аэробы, но могут развиваться при весьма небольшом запасе кислорода. Они предпочитают нейтральную реакцию среды. Подавляющее большинство актиномицетов относится по температурным требованиям к мезофилам [73, 136].

Существенную роль в процессах, протекающих в почвенной среде, играют грибы [112]. Грибы – это морфологически очень дифференцированные организмы, специфичные в отношении физиологических и биохимических свойств. Грибы представляют собой чрезвычайно обширную группу растительного царства [36, 105].

Грибы – эукариотические организмы относительно простой организации, от одноклеточных до нитчатых, мицелиальных, размножающиеся спорами [142]. Разрастаясь на поверхности или в глубине субстрата, грибы соприкасаются с ним клеточной оболочкой, через которую они выделяют во внешнюю среду ферменты и поглощают питательные вещества абсорбционным путем. Такой тип взаимодействия с субстратом определяет положение грибов как разлагателей органических веществ в экосистемах [198]. Почвенные грибы представляют самую крупную экологическую группу, участвующую в минерализации органических остатков растений и животных и в образовании почвенного гумуса [134]. Многие почвенные грибы образуют темноокрашенный мицелий за счет синтеза и аккумуляции в гифах меланиноподобных (черных) пигментов. После отмирания и лизиса мицелия эти вещества накапливаются в почве в составе почвенного гумуса. Мицелиальный рост грибов приводит к агрегации почвенных частиц, что свидетельствует об участии грибов в структурообразовании почв [37, 147, 191].

Среди грибов имеется много паразитов сельскохозяйственных растений. Большинство из них не может размножаться в почве и лишь некоторое время существует на растительных остатках. Однако некоторые фитопаразиты, как представители рода *Fusarium*, способны длительное время жить в почве [144, 191].

Потребность в кислороде у грибов довольно высока. Этим объясняется тот факт, что наиболее богат грибами поверхностный слой почвы. Большинство грибов – мезофилы и развиваются в пределах 5-40°C, имея оптимум около 25-30°C. Среди грибов, впрочем, встречаются и психрофильные формы [188]. Следует отметить отношение грибов к кислотности среды. Многие грибы довольно хорошо растут в кислой среде и поэтому значительную роль играют в почвах с пониженным значением pH. Вместе с тем почти все грибы хорошо развиваются при нейтральной реакции среды. Поэтому практически отсутствуют почвы, в которых не было бы более

или менее обильного грибного населения [77, 192].

Грибы в процессе метаболизма образуют и выделяют в среду многие органические кислоты, что способствует растворению труднодоступных фосфатов и оказывает влияние на питание растений фосфатом и другими элементами, которые извлекаются из минералов [38, 189].

Таким образом, микробиологический анализ почвы при мониторинге антропогенных изменений позволяет оценить экологическое состояние почвы [50, 181].

### **1.3. Физические свойства почвы и влияние их на состояние микрофлоры**

Почва, как физическое тело, представляет собой полидисперсную, гетерогенную систему, состоящую в основном из минеральных частиц различной величины и разного минералогического и химического составов [84]. Между этими частицами образуются пустоты (поры), заполненные почвенным раствором или почвенным воздухом. Почвы, благодаря своей дисперсности, обладают большой поверхностью и значительной поверхностной энергией. Это обеспечивает проявление процессов обмена между твердой и жидкой фазами почвы. Среда обитания микроорганизмов – почва, характеризуется сложностью строения, многообразием характеристик и параметров [79, 86].

Почва – многофазное природное тело, вещество которого представлено фазами: жидкая, газовая, живая и твердая [141]. Твердая фаза состоит из минеральной части и органической. Основную же массу почвы, как природного образования, составляет ее минеральная часть. Органическая часть преобладает в органогенных горизонтах. Минеральная часть профиля составляет основную его часть, следовательно, в ней и происходят все процессы почвообразования, включая физические. Поэтому необходимо детально знать состав и свойства минеральной части почв, как их матрицы [43, 107].

Твёрдая фаза почв состоит из частиц различных минералов. Эти частицы, или элементарные почвенные частицы, представляют собой обособленные минеральные, органо-минеральные, органические образования кристаллического или аморфного строения, все молекулы которого находятся в химической взаимосвязи [126, 162].

Различают первичные механические элементарные частицы, которые образуются в процессе выветривания, дробления горных пород и минералов, и вторичные частицы, образующиеся путём синтеза конечных продуктов выветривания молекулярного и коллоидного размеров, коагуляции, а также биологическим путём [94]

Почва может находиться в двух состояниях - бесструктурном и структурном. При бесструктурном состоянии отдельные механические элементы (песчинки, пылеватые и илистые частицы) не скреплены между собой, а находятся в свободной форме. При структурном состоянии механические элементы соединены в агрегаты (отдельности) различной формы и величины. Способность почвы распадаться на агрегаты той или иной величины и формы называется структурностью, а сами агрегаты, на которые распадается почва – структурой [176].

Под агрономически ценной структурой понимаются почвенные агрегаты (комочки), с размером их диаметра крупнее 0,25 мм. Наилучший максимальный размер агрегатов должен составлять 7 мм, и не больше 10 мм. Эти агрегаты относятся к группе мезоагрегатов. Размер мезоагрегатов (10–0,25 мм) наиболее оптимален для равномерной их упаковки, обеспечивающий не только сохранение влаги, но и почвенного воздуха. Почвенные мезоагрегаты должны быть прочными не только против механических воздействий, но и против воздействия воды, поэтому принято в почвоведении называть их водопрочными [127]. Для создания крупных пор, обеспечивающих хорошую воздухоёмкость и водоемкость, а также воздухопроницаемость и водопроницаемость, в суглинистых, увлажнённых почвах, почвенные мезоагрегаты должны иметь размеры в пределах 7-10 мм.

В почвах постоянно сухих (сухие зоны, где надо сохранять влагу) и хорошо аэрируемых - размеры почвенных агрегатов могут быть значительно меньше, близкими к размерам песчаных зерен [167].

Микроорганизмы на поверхности почвенных частиц плотно связаны с органо-минеральным гелем либо погружены в него [159]. Микробы, обладающие мицелием, менее тесно связаны непосредственно с почвенными частицами той или иной величины и могут обитать в полостях, имеющихся в почве. Бактерии же по своей величине подчиняются законам, действующим в мире коллоидов. Поэтому они легко увлекаются в структурные элементы почвы и лишь некоторая часть их находится в почвенном растворе. Разные бактерии, однако, поглощаются почвой далеко не одинаково энергично. Поглощение бактерий почвой находится в прямой зависимости от богатства ее иловатыми и частично пылеватыми частицами, диаметром менее 0,01 мм; более же крупные фракции микроорганизмов не сорбируют. В связи с этим в разных по механическому составу почвах состояние бактерий может быть далеко не одинаковым [29, 79].

Поглощение сильно действует на активность бактерий. На основании ряда мнений создается впечатление, что только непоглощаемая часть бактерий способна к возбуждению активных процессов. Причины отмеченного явления остаются до настоящего времени не выясненными. По-видимому, это явление связано с тем, что почвенные коллоиды, от присутствия которых в основном зависит поглотительная способность почв, не содержат свободного кислорода. В пользу такого предположения говорит то, что облигатно анаэробные бактерии даже в поглощенном состоянии не снижают своей активности [30, 113].

Общая обсемененность крупных агрегатов почвы все же значительно больше, чем распыленных мелких фракций. Это может быть объяснено тем, что крупные почвенные агрегаты более богаты органическим веществом, обеспечивающим размножение микроорганизмов. С распылением частиц уменьшаются размеры воздушных полостей, пронизывающих почвенную

массу, что ослабляет аэрацию. В последнем случае ухудшаются условия конденсации воды и т. д. Все отмеченное позволяет понять, почему почвы, обладающие хорошей структурой, имеют большее число микроорганизмов, проявляющих значительную биохимическую активность [49, 92].

Можно выделить основные экологические детерминанты, которые могли бы оказать влияние на формирование микробного сообщества: различная степень засоления, различные типы растительности (или ее отсутствие), содержание гумуса, структурные особенности [7].

Значение воды в почвенных процессах огромно. Ни микроорганизмы, ни растения, ни животные, населяющие почву, не могли бы существовать без воды. Основные биохимические процессы протекают с участием воды. В сухой почве невозможны были бы не только биологические, но и химические процессы [143].

Жидкая часть представлена водой и присутствует благодаря наличию в почве пористости. Вода не механически прибавляется к твердой части почвы, а находится с ней в сложном взаимоотношении. Поступая в почву, вода дифференцируется на отдельные формы и становится в различной степени доступной для растений. Поэтому различают 3 категории влаги — парообразную, связанную и свободную.

Влажность почвы влияет на ее агрофизические свойства: на плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов. Вода определяет и уровень эффективного плодородия. Почвенный раствор содержит питательные вещества и различные соединения, либо благоприятные, либо токсичные для окружающей среды. Все это в совокупности оказывает воздействие на урожайность сельскохозяйственных культур [170].

Почвенным микроорганизмам свойственна высокая приспособляемость к постоянно изменяющимся экологическим факторам. Они сохраняют свою жизнеспособность при уровнях влажности от длительного переувлажнения до длительного высушивания [89, 161].

Переувлажнение почвы может наблюдаться весной после обильного таяния снега, однако в летний период для южных почв более характерен не избыток, а недостаток влаги. Недостаточное количество осадков, высокая температура почвы, частые суховеи – все это приводит к уменьшению запасов влаги и значительному иссушению почвы [178]. В таких условиях микроорганизмы не только сохраняют свою жизнеспособность, но даже могут размножаться при низкой влажности почвы: споровые и неспоровые бактерии – при 8–14%, микромицеты – при 5 % ПВ почвы. Даже при влажности почвы, близкой к ее максимальной гигроскопичности, почвенные микроорганизмы могут сохранять жизнеспособность [122].

Наиболее высокая численность микроорганизмов выявляется в почве при оптимальном ее увлажнении [119]. Учитывая, что микробные ценозы почв различных типов формировались в разных экологических условиях, в том числе при разной влагообеспеченности, следует ожидать, что уровни оптимального увлажнения для почв разных типов и микроорганизмов разных эколого-трофических групп будут также различны [167].

#### **1.4. Ферментативная активность почвы**

Среди различных биологических критериев оценки экологического состояния почв наиболее чувствительным показателем при оценке биологической активности почв является активность почвенных ферментов. Ферментативная активность почвы может существенно изменяться в зависимости от вида возделываемой культуры, способа обработки почвы и степени её удобрения [41].

Ферментативная активность – это элементарная характеристика почвы, поскольку в общем случае под элементами подразумеваются не только специфические части целого, но и явления, процессы, образующие в своей совокупности новые явления [145]. Ферментативная активность почвы порождается в результате совокупности процессов поступления ферментов из живых

организмов и их стабилизации и действия в почве. Накапливаясь, ферменты становятся неотъемлемым реактивным компонентом экосистемы [166].

Ферменты (энзимы) – вещества белковой природы, способные в сотни раз ускорять биохимические процессы. Чаще всего ферменты специфичны в отношении типа катализируемой реакции. Например, уреаза разлагает только мочевины, полифенолоксидаза окисляет полифенолы и их производные. Однако возможна и более широкая специфичность. Известна, например, способность многих протеолитических ферментов выступать в роли катализаторов гидролиза не только пептидов, но и эфиров, и тиоэфиров [164].

Ферментативная активность почв является одним из объективных показателей суммарной биологической активности, отражающим интенсивность и направленность протекающих в ней биохимических процессов [186]. Ферменты участвуют и контролируют протекание процессов важнейших для функционирования не только почвы, но и экосистем в целом, и, таким образом, влияют на выполнение почвой ее экологических функций [75]. Пастбищная нагрузка приводит к изменениям в количественных и качественных характеристиках растительного субстрата, поступающего в почву, и изменению режима его поступления и, таким образом, сказывается на общем содержании почвенного органического вещества. Ферментативная активность почв тесно связана с содержанием органического вещества. Резкое снижение его содержания может привести к изменению интенсивности и направленности реакций, протекающих в почвенной среде. [52].

Потенциально активный пул ферментов при создании соответствующих условий в почве играет важную роль в почвенных процессах, делает возможным осуществление последовательных биохимических превращений. Существенное значение имеет гармоничный состав, обеспечивающий логический порядок в комплексе катализируемых превращений [196]. Активность почвенных ферментов затрагивает важнейшие периодически повторяющиеся превращения в биогеохимическом цикле углерода, азота, фосфора, серы и других органогенных элементов и окислительно-восстановительные процес-

сы. Важная роль ферментов в почве заключается еще в том, что они осуществляют функциональные связи между компонентами экосистемы, и ферментативная активность почвы отражает функциональное состояние ее живого населения. Под действием ферментов органические вещества почвы и остатки биоты распадаются до различных промежуточных и конечных продуктов минерализации. При этом для микроорганизмов и растений образуются доступные питательные вещества (трофические связи), а также освобождается энергия (энергетические связи). Известно также и непосредственное участие ферментов в ассимиляции растениями питательных веществ, в частности, участие фосфатаз в поглощении корнями фосфора и нитрогеназ микроорганизмов – при фиксации растениями атмосферного азота [165, 166].

Поступая в почву, растительные, микробные и животные органические остатки попадают в сферу сложнейших превращений [173]. Как и в живом организме, на всех звеньях сложной цепи трансформации органических веществ в почве участвуют последовательно действующие ферментные системы, накопленные в почве и функционирующие внутри и на поверхности клеток живых микроорганизмов. Последнее особенно относится к окислительно-восстановительным ферментам [109]. Белки, углеводы, фосфорорганические соединения, жиры, лигнины и другие доминирующие органические соединения, поступающие в почву, подвергаются расщепляющему действию гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. При гидролитическом расщеплении высокополимерных органических соединений образуются промежуточные продукты распада или конечные продукты минерализации [200]. Через эти сложнейшие реакции в почве осуществляются биогеохимические циклы углерода, азота, фосфора, серы, окислительно-восстановительные реакции. В почве изучено значительное количество различных классов ферментов, участвующих на отдельных стадиях как гидролитического, так и окислительно-восстановительного превращения органических соединений. Благодаря действию этих ферментов в биологически доступное растениям и микроорганизмам состояние переходят питательные

элементы, связанные в органических остатках, и образуются низкомолекулярные органические соединения. В последующем эти соединения служат теми кирпичиками, из которых в результате реакций полимеризации и конденсации образуются гумусовые вещества – главные компоненты почвы [42].

Процессы обмена веществ и энергии при разложении и синтезе органических соединений, переход трудноусвояемых питательных веществ в формы, легкодоступные для растений и микроорганизмов, происходят при участии ферментов. Поэтому ферментативная активность почвы является важнейшим диагностическим показателем воздействия антропогенной нагрузки на почвенные системы. Определение активности почвенных ферментов очень важно для выявления степени влияния агротехнических мероприятий и агрохимических средств на активность биологических процессов, чтобы судить о скорости мобилизации основных органогенных элементов [74].

Одним из показателей плодородия почв является ферментативная активность. При этом изучение роли ферментов в процессах гумусообразования является одним из ключевых вопросов на пути к решению задач повышения плодородия почв [160]. При введении новых технологических приемов земледелия исследование ферментов, связанных с процессами трансформации органического вещества, становится особенно важным и связано с проблемой снижения содержания гумуса и его энергозапасов. Это во многом обусловлено ускоренной минерализацией органического вещества почв, приводящей к снижению уровня их потенциального плодородия, о чем неоднократно отмечалось в работах отечественных и зарубежных авторов. В связи с этим, разработка эффективных приемов по восстановлению плодородия почв при интенсивных агрогенных нагрузках весьма важна и актуальна в практике земледелия [32, 123].

Ферментативная активность почвы представляет собой многофункциональную характеристику, зависящую от свойств почвы, факторов среды, формирующих данную почву, от биологических свойств растительности и особенностей агротехники [1]. В почву поступают разнообразные экзо- и эн-

доферменты почвенных микроорганизмов, фауны и растений и становятся неотъемлемым каталитически активным её компонентом. В результате иммобилизации ферменты в почве стабилизируются и длительное время сохраняют свою активность [151].

В почве ферменты участвуют в важных биохимических процессах: синтезе и распаде гумуса, гидролизе органических соединений, остатков высших растений и микроорганизмов и переводе их в доступное для питания растений и микроорганизмов состояние, а также в окислительно-восстановительных процессах и т.д., т.е. в основных звеньях почвообразовательных процессов [8, 133].

Все процессы, определяющие направление и содержание эволюции почвы, осуществляются энзимологическим комплексом как живого почвенного населения, так и самой почвы [35].

Превращение и взаимодействие органических и неорганических частей, синтез и разложение органических веществ, мобилизация элементов питания растений происходят в результате сложнейших реакций, обусловленных присутствием в ней большого разнообразия катализаторов белковой природы – ферментов.

Методы энзимологии, показатели ферментативной активности почв широко применяются в почвенно-генетических исследованиях, а также при решении прикладных задач почвоведения, связанных с плодородием, оценкой эффективности агротехнологий и интенсивности воздействия на почвы техногенных факторов. В то же время методы почвенной энзимологии не заменяют классических микробиологических методов исследования почв. Если микробиология в основном изучает количественные и качественные показатели присутствующих в почве микроорганизмов, то почвенная энзимология оценивает их биохимическую активность в условиях почвенной среды, воздействие на почвенные компоненты с помощью биохимически активных катализаторов-ферментов, причём как в прошлом, так и в настоящее время. Оценка прошлой биохимической активности микроорганизмов возможна в

связи с тем, что выделяемые микроорганизмами ферменты способны иммобилизоваться и накапливаться в почве в активном состоянии и при создании соответствующих условий проявлять специфические биокаталитические функции. Использование методов почвенной энзимологии в комплексе с другими методами исследования почв позволяет глубже понять жизнь почвы в разнообразных её проявлениях [129].

К настоящему времени в почве тестированы на наличие активности около 60 ферментов (известно более 2500 ферментов) и разработаны методы определения их активности. В последнее время в связи с обострением почвенно-экологических проблем ферментативная активность в большинстве случаев наиболее адекватно отражает реакцию почвы на те или иные антропогенные воздействия; показатели ферментативной активности рекомендуется использовать при экологическом мониторинге почв.

Преобладающая часть неспецифических органических соединений поступает в почву в виде высокополимерных веществ (целлюлоза, крахмал, лигнин, нуклеиновые кислоты, белки и т.д.). Гидролитический распад этих соединений представляет собой важнейший этап процессов превращения органического вещества, предшествующий стадии окислительно-восстановительных процессов гумусообразования [199]. Около 80-90% органических веществ, слагающих растительный организм, составляют углеводы. Поступающие в почву и накопленные в ней углеводы подвергаются действию комплекса ферментов – амилазы, целлюлазы, ксиланазы, среди которых наиболее полно изучена инвертаза. Этот фермент расщепляет сахара или близкие к нему углеводы на молекулы глюкозы и фруктозы. В дальнейшем простые углеводы, в частности глюкоза, могут включаться в биосинтез гумусовых соединений в виде вторичных метаболитов после прохождения внутриклеточных преобразований в аминокислоту или какое-либо ароматическое соединение [39, 88].

В почву ферменты поступают из микроорганизмов, растений и почвенной фауны как в качестве прижизненных выделений для выполнения опреде-

лённых физиологических функций, так и после отмирания организмов при разрушении тканей и лизисе клеток. Часть этих ферментов подвергается протеолизу, другая часть связывается через различные механизмы (адсорбция, химические, ковалентные, водородные связи и др.) с минеральными и органическими компонентами и формирует иммобилизованный ферментный пул почвы. Общий ферментный пул почвы состоит из сложного комплекса источников по локализации, составу и состоянию ферментов [52].

Диагностика и оценка почв по особенностям строения почвенного профиля, их физическим и физико-химическим свойствам характеризует относительно консервативные признаки почвы. Микробиологические и биохимические показатели отражают динамические свойства и являются индикаторами процессов жизни почвы [137].

## 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Климатические условия

Известно, что влага и тепло являются важнейшими условиями жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [175]. В свою очередь эти факторы зависят от географического положения, рельефа, почв, климата и др. Самарская область расположена вдоль среднего течения Волги, излучина которой расчленяет территорию области на две неравные части [126].

Формирование урожая определяются постоянным наличием факторов жизни, среди которых важное место занимают тепло и вода. Характерной особенностью природных условий лесостепи Поволжья является проявление экстремальных климатических аномалий, вызывающих температурные стрессы биотических объектов в агроэкосистемах [155, 157]].

По почвенно-климатическим особенностям территория Самарской области делится на три зоны: Северную, Центральную и Южную (рисунок 2.1).

Северная (лесостепная) занимает 25,7% площади области. Центральная (переходная от лесостепной к степной) зона занимает 2,7 млн га, или 46,3% территории области, в том числе и 1,2 млн га пахотных земель. Южная зона (степная и сухостепная) характеризуется наиболее засушливыми условиями и занимает территорию 1,5 млн га или 28% площади области, в том числе 1,1 млн га пахотных земель [21].

Исследование проводилось в 2016-2018 гг, на опытном поле ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ» Кинельского района Самарской области, расположенном в Центральной зоне на водоразделе рек Большой Кинель и Сок.

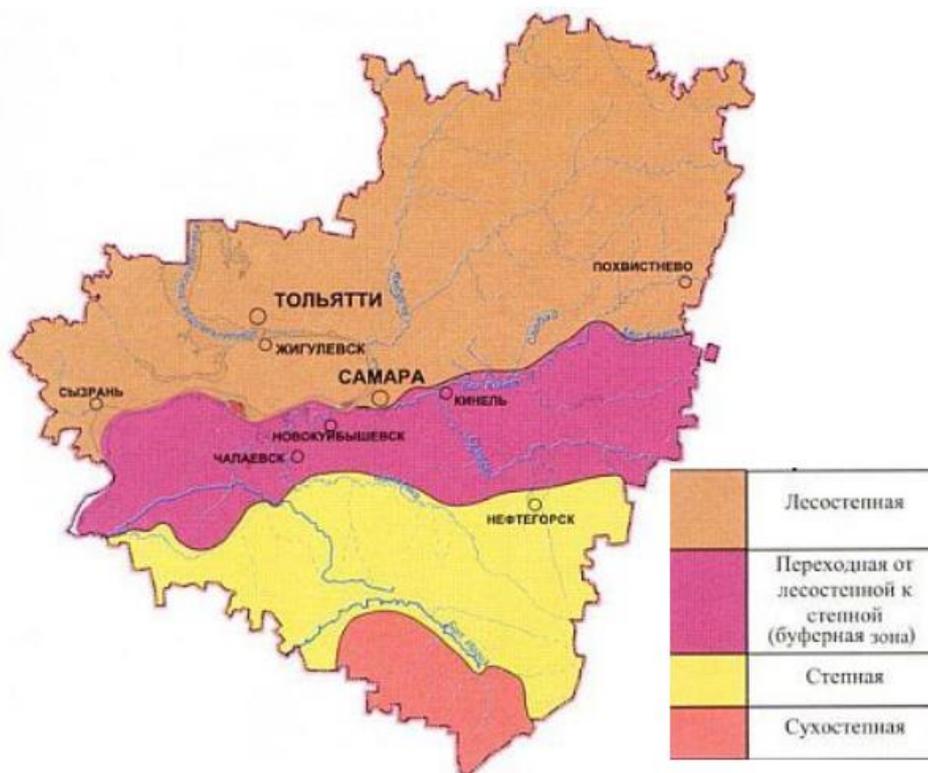


Рисунок 2.1. Почвенно-климатические зоны Самарской области

Самарская область расположена в глубине Европейского материка, в юго-восточной части Русской платформы, в среднем течении реки Волги. Она занимает площадь 53,6 тысячи км<sup>2</sup>, простираясь с севера на юг на 335 км, с запада на восток – на 315 км [65].

Река Волга делит территорию области на две неравные части – правобережную (меньшую) – Предволжье и левобережную – Заволжье, занимающую 90% всей площади и заметно отличающуюся по рельефу от первой.

Левобережная часть области или лесостепь Заволжья, согласно общему природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда бывшего СССР, расположена в южной части Предуральской лесостепной провинции, охватывающей центральную и северную часть Самарской и северную часть Оренбургской областей, восточную – Ульяновской области и Татарстана, северо-запад Башкортостана с общей площадью территории примерно 7 млн га [106].

По агроклиматическим ресурсам Предуральская лесостепная провинция в целом характеризуется как среднеконтинентальная умеренного увлажнения, среднеобеспеченная теплом, средней биологической продуктивности [3].

Лесостепь Заволжья, являющаяся южной частью провинции, на территории Самарской области входит в два ее агроклиматических района - повышенного и умеренного увлажнения, отчасти распространяясь на северную часть третьего района – пониженного увлажнения [150].

Территория лесостепи Самарского Заволжья характеризуется континентальным климатом с резкими температурными контрастами, дефицитом влаги, высокой инсоляцией, интенсивной ветровой деятельностью.

Среднегодовая температура на территории лесостепного Заволжья составляет  $+2,9...+3,9^{\circ}\text{C}$ . Самым холодным месяцем является январь (средняя температура воздуха  $-13,0...-14,2^{\circ}\text{C}$ ), а самым теплым – июнь ( $+19,0...+21,0^{\circ}\text{C}$ ). Зима длится не более пяти месяцев. Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова, образующегося во второй декаде ноября, составляет 136–148 дней.

Весенний период краткий. С переходом температуры воздуха через  $+10^{\circ}\text{C}$  в начале мая устанавливается теплый период, продолжительность которого составляет 132–140 дней на севере области, 145–150 дней – на большей части территории. Общие ресурсы тепла за этот период составляют  $2200\text{--}2600^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период продолжается 119–157 дней.

На большей части территории полное оттаивание почвы отмечается в третьей декаде апреля, но в отдельные годы – и в первой декаде мая. Заморозки в воздухе, в основном, заканчиваются в третьей декаде мая, иногда – в первых числах июня.

Общие ресурсы тепла за вегетационный период вполне обеспечивают выращивание большинства сельскохозяйственных культур. Сдерживающим

фактором урожая часто бывает влага. Влагообеспеченность посевов определяется запасами влаги в почве и суммой осадков за вегетацию.

Ежегодные минимальные запасы влаги в метровом слое составляют в северных районах 110, центральных - 100, южных - 70 мм.

Гидротермический коэффициент (ГТК), определяемый как отношение суммы осадков за период с температурой воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$  к сумме эффективных температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз, и характеризующий степень увлажнения территории, изменяется от 0,9–1,0 – на севере области до 0,7 и меньше – на юге [3].

Годовая сумма осадков по территории области колеблется в среднем от 350 до 450 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года. Летние осадки чаще всего выпадают во второй половине лета, июле-августе в виде ливней, поэтому коэффициент их полезного действия низкий, так как основная часть их стекает в овраги, способствует развитию эрозионных процессов. Весной и в начале лета осадков значительно меньше. Осадки зимнего периода являются важным дополнительным источником запасов влаги. В области отмечаются засушливые периоды, в отдельные годы очень длительные – до 90 дней [14].

В ветровом режиме в холодный период преобладают юго-западные и южные ветры, в теплый – западные и северо-западные. Среднегодовая скорость ветра составляет 4–5 м/с. Однако в степной части области могут наблюдаться сильные ветры – до 40 м/с. В теплый период года максимум ветреных дней (больше 15 м/с) приходится на май. Наибольшее число дней с интенсивными суховеями наблюдается в южной части области и составляет в среднем 11–12. Число дней с суховеями средней интенсивности, распространенными повсеместно, колеблется от 8–10 – на севере области до 20–26 – на юге.

Атмосферные засухи и суховеи средней интенсивности наблюдаются ежегодно, интенсивные – 9 лет из 10, очень интенсивные – 4–6 лет из 10 [3].

Все метеорологические элементы области, особенно влагообеспеченность, неустойчивы, что является показателем континентальности климата лесостепной зоны Среднего Поволжья. Таким образом, накопление влаги в почве, ее сохранение и рациональное использование в данных условиях становится первоочередной задачей.

## 2.2. Характеристика основных почв

Территория Самарской области сложена осадочными породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя, которые покоятся на кристаллическом фундаменте Русской платформы докембрийского периода, залегающем на глубине 1500–5000 м.

В целом территория Самарской области характеризуется равнинным рельефом. Общий наклон местности идет с севера на юг, а также в сторону реки Волги, куда текут ее притоки. Исключением является северо-восточная часть Высокого Заволжья, где сложный волнисто- и холмисто-увалистый рельеф способствует развитию интенсивных процессов водной эрозии [71].

Почвенный покров Самарской области подчинен строгой широтной зональности, обусловлен постепенным изменением климатических факторов с севера на юг [3].

Сельскохозяйственные земли в области составляют около 4 млн гектаров, в том числе 2832,4 тыс., гектаров пашни. Черноземы занимают около 80% площадей. Более 82% – почвы с тяжелым гранулометрическим составом. Черноземы представлены следующими подтипами: оподзоленные – 0,9%; выщелоченные – 15,9%; типичные – 12,3%; обыкновенные – 20%; южные – 22,9%. В правобережной зоне темно-серые лесные почвы составляют 1,6% [98].

По степени кислотности более 90% почв Самарской области относятся к нейтральным и слабощелочным. Подвижным фосфором почвы области обеспечены в следующей мере: очень низкую и низкую обеспеченность име-

ют 17,2%; среднюю и повышенную – 35%; высокую и очень высокую – 17,8%. Обменным калием почвы Самарской области обеспечены достаточно хорошо: очень низкую обеспеченность имеют 0,8%; среднюю и повышенную – 36,4%; высокую и очень высокую 62,8%.

В пределах лесостепной зоны преобладающими являются черноземы выщелоченные и типичные среднегумусные среднетяжелого гранулометрического состава, составляющие в пашне почти всех административных районов наибольший удельный вес (40–50 %) [179].

Средняя мощность их гумусных горизонтов равна 50–60 см, содержание гумуса – 7,4–7,6%.

Площадь почв легкого гранулометрического состава незначительна, они наиболее распространены в Кошкинском районе. Доля солонцовых и засоленных почв невелика. Здесь очень интенсивно проявляются процессы водной эрозии и отмечен наибольший удельный вес эродированных почв – в Клявлинском, Сергиевском, Похвистневском, Исаклинском районах.

При переходе от лесостепи к степи выщелоченные и типичные черноземы уступают место черноземам обыкновенным. Достаточно много черноземов выщелоченных и типичных в Кинель-Черкасском, Красноярском, Сызранском, Кинельском и Шигонском районах. На надпойменных террасах рек Волги и Самары в Волжском, Ставропольском, Приволжском, Безенчукском, Кинельском, Богатовском районах распространены черноземы типичные и остаточнo-луговые (террасовые), главным образом карбонатные, среднетяжелые и маломощные. Содержание гумуса – 5–7%. Преобладающий гранулометрический состав почв – глинистый, тяжело- и среднесуглинистый. Здесь совместно проявляются водная и ветровая эрозии, но плоскостная эрозия менее развита, чем в северных районах [90].

В почвенном покрове зоны настоящих степей преобладают черноземы обыкновенные и южные, а на крайнем юге – темно-каштановые почвы. Черноземы южные и темно-каштановые почвы в большинстве своем маломощные и карбонатные. Мощность гумусного горизонта колеблется от 30 до 50

см. По содержанию гумуса преобладают слабогумусные (3–4%) и малогумусные (4–6%) почвы, по гранулометрическому составу – глинистые, тяжело- и среднесуглинистые. Здесь существенно возрастает доля солонцовых почв, проявляется ветровая и водная эрозии [86].

Опытное поле расположено на территории землепользования учебного хозяйства Самарского ГАУ, которое находится в центральной зоне Самарской области. Рельеф опытного поля выровненный, облесенность окружающей территории 8–10%. По северной и южной границам опытного поля имеются старые лесные полосы.

Почва поля – чернозем обыкновенный среднегумусный среднетяжелосуглинистый. Этот подтип черноземной почвы занимает свыше 20% всей территории Самарской области и преобладает в лесостепи Заволжья.

Данная почва имеет реакцию среды (рН) близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглотительную способность. Эта почва по своим физико-химическим свойствам вполне отвечает требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур.

### **2.3. Агрометеорологические условия в годы исследований**

Средняя температура воздуха 2016 года оказалась на 1,1°C выше температуры «среднего» года и составила 6,7°C при средней норме – 5,6°C. Наиболее теплым месяцем в году был август с температурой 24,6°C, что на 5,3 градуса выше августовской нормы, и на 2,9°C превышает среднемноголетнюю температуру самого теплого месяца (21,7°C в июле).

Метеорологическая весна, отмечающаяся при переходе среднесуточной температуры воздуха через 0°C, в 2016 году наступила 23 марта, что на 5 дней раньше средних сроков. Переход температуры воздуха через +10°C и связанное с этим начало летнего сезона отмечались на 14 дней раньше сред-

них сроков – 10 апреля. Таким образом, весенний период продолжался 18 дней и характеризовался более интенсивным, чем обычно, нарастанием температур.

Дальнейший прогрев во второй половине апреля и первых двух декадах мая происходил умеренными темпами, средние декадные температуры были в пределах нормы, переход температуры через  $+15^{\circ}\text{C}$  отмечался 19 мая, что соответствует обычным срокам. Во второй половине июня и июля температурный режим в целом соответствовал норме. В августе отмечался резкий скачок температур, наибольших значений они достигли во второй декаде – среднее значение составило  $26,9^{\circ}\text{C}$ , максимальная температура  $37,5^{\circ}\text{C}$ . Затем температурный режим стал понижаться.

Количество осадков за 2016 год составило 628,8 мм, что на 96,8 мм (т.е. на 18 %) превышает норму (532 мм по средним данным). Распределение осадков в течение года отличалось неравномерностью. Повышенным увлажнением характеризовались в среднем сентябрь и ноябрь, на эти месяцы пришлось почти 65 % годовой суммы осадков. Особенно много осадков выпало в сентябре, их количество 117,4 мм – более чем в 2,5 раза превышает норму. Особенно засушливым был август – выпало всего 2,7 мм при норме 43,3 мм.

Жаркий и сухой период с 23 июля по 31 августа 2016 года (и температуры, и дефициты влажности воздуха значительно превышали норму, количество осадков составило всего 2,8 мм) характеризуется как опасное агрометеорологическое явление – атмосферная засуха.

В сентябре наступило резкое похолодание, уже 6 сентября температура опустилась ниже  $+15^{\circ}\text{C}$ . В течение сентября выпало 117 мм осадков. Окончание периода активной вегетации (с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) пришлось на 8 октября, что на 10 дней позже среднемноголетних сроков. Продолжительность периода активной вегетации оказалась на 24 дня больше нормы и составила 182 дня. Большая продолжительность и повышенный в целом температурный режим обеспечили накопление 3291 градуса активных температур, что превышает среднее значение на 529 градусов. Общее коли-

чество осадков за указанный период составило 285 мм, что на 24 % превышает среднемноголетнее значение. Гидротермический коэффициент оказался равным 0,73.

Средняя температура воздуха 2017 года составила 6,1°C, что на 0,5°C выше температуры «среднего» года. Самым теплым месяцем был август с температурой 21,4°C, что на 2,1 градуса выше нормы. Метеорологическая весна, отмечающаяся при переходе среднесуточной температуры воздуха через 0 С, в 2017 году наступила 3 апреля, что на 6 дней позже средних сроков. Затем отставание весеннего прогрева от обычных условий несколько сократилось. Переход температуры воздуха через +10°C и связанное с этим начало летнего сезона пришлось на 27 апреля (вместо 24 апреля в норме).

В мае, июне и июле отмечалась прохладная погода, переход температуры через +15°C пришелся лишь на 10 июня, что на 22 дня позже обычных сроков. В первой декаде августа 2017 года средняя температура воздуха достигла 22,7°C, после чего температурный режим стал снижаться, хотя большей частью оставался повышенным до конца года. Существенно теплее обычного выдалась вторая декада сентября, а также вторая и третья декады ноября.

Переход температуры через +15°C в сторону понижения отмечен 20 сентября, что на 14 дней позже обычных сроков, однако в связи с запоздалым началом периода с температурой воздуха выше +15°C в июне продолжительность его составила всего 103 дня. К 23 сентября температурный режим понизился уже до +10°C. В результате продолжительность метеорологического лета составила 150 дней и также оказалась несколько меньше среднего значения. Далее сравнительно теплые условия октября и ноября надолго отсрочили наступление зимы. Осенний период с температурами 0-10°C продолжался более двух месяцев, в течение 63 дней вместо обычных 44.

Количество осадков, выпавших в 2017 году, составило 643,5 мм, что на 111,5 мм (т.е. на 21 %) превышает норму (532 мм по средним данным). Распределение осадков в течение года отличалось неравномерностью. По-

вышенным увлажнением характеризовались условия с апреля по июнь, а также сентябрь и октябрь. На эти месяцы пришлось почти 88% годовой суммы осадков.

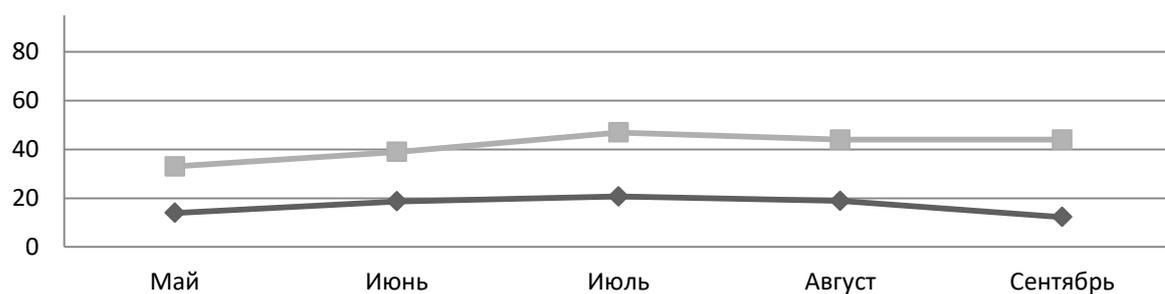
Продолжительность периода активной вегетации оказалась на 8 дней меньше нормы и составила 150 дней. За этот период накопленная сумма активных температур составила 2662 градуса, что на 100 градусов не достигает среднего значения. Общее количество осадков за указанный период составило 283 мм, что на 23 % превышает среднемноголетнее значение (230 мм). Гидротермический коэффициент оказался равным 1,75.

Май 2018 года был теплым, 17°C (среднемноголетние 14°C), количество осадков 20,2 мм ниже нормы (33 мм). Температура июня была почти на уровне средних показателей – 19°C, количество выпавших осадков в первой декаде 6,1 мм, во второй – 1,4 мм, в третьей – 11,2 мм. За весь месяц выпала половина осадков от нормы (39 мм). Июль выдался довольно жарким – 24°C, что выше среднемноголетних (21°C), количество выпавших осадков приходится на вторую и третью декаду месяца – 72,7 мм, что выше нормы (47 мм). Температура воздуха в августе была на 1,3°C выше среднемноголетней температуры воздуха (19°C). В августе выпало наименьшее количество осадков, и основная их доля приходится на третью декаду месяца – 9,3 мм. В течение месяца выпало 13,1 мм осадков, что ниже среднемноголетних значений (44,0 мм) (приложение 2.1). Метеорологические условия в годы проведённых исследований отражены в таблице 2.1 и в рисунке 2.2.

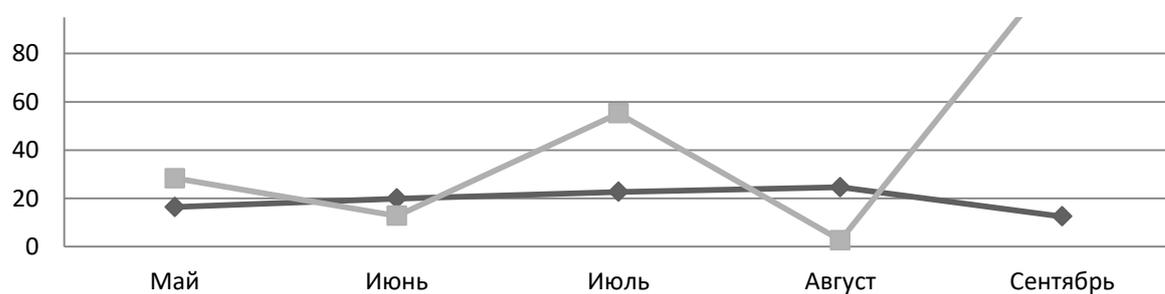
Таблица 2.1. Метеорологические условия за 2016–2018 гг.

Годы исследований	Температура воздуха, °С	Сумма активных среднесуточных температур, °С	Осадки, мм
2016	6,7	3291	628,8
2017	6,1	2662	643,5
2018	5,6	2907	376,2
Среднемноголетние данные	5,6	2762	532,0

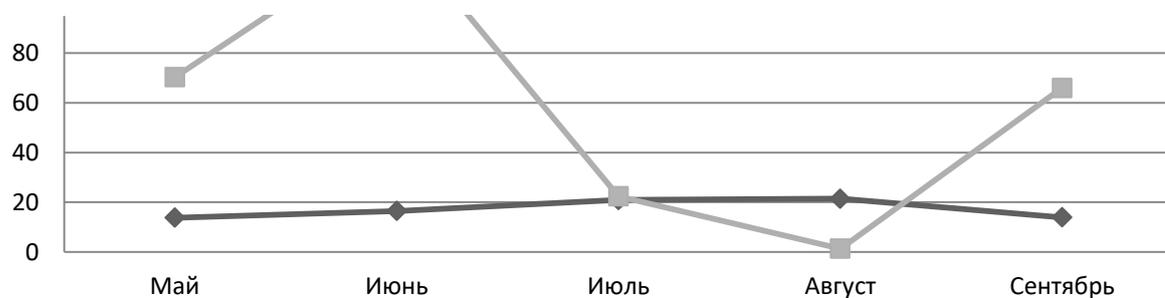
### Климатограмма, среднемноголетняя



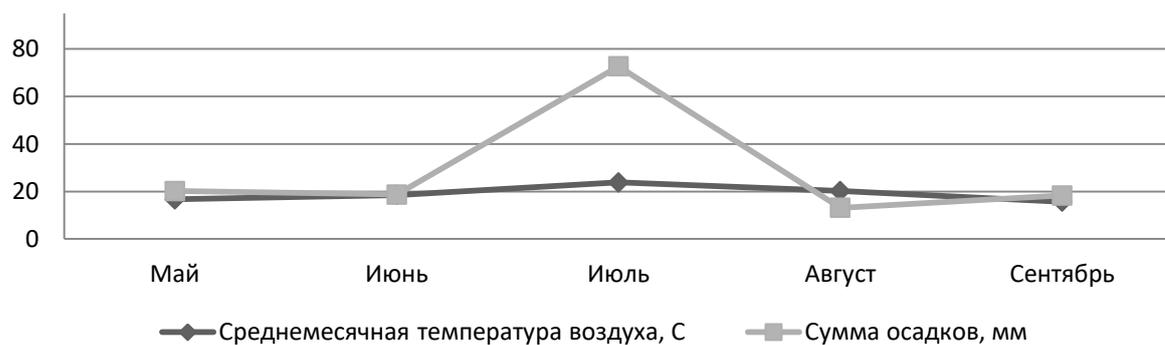
### Климатограмма, 2016 год



### Климатограмма, 2017 год



### Климатограмма, 2018 год



◆ Среднемесячная температура воздуха, C    ■ Сумма осадков, мм

Рисунок 2.2. Климатограммы (по методике Walter H.)

Таким образом, оценка погодных условий зоны, где проводились исследования, позволяет сделать заключение о том, что в целом условия зоны в 2016-2018 гг. соответствовали требованиям роста и развития многолетних культур, обеспечив достаточно хороший потенциал продуктивности. Но определяющим и лимитирующим фактором выступает уровень увлажнения, с колебанием ГТК от 0,50 до 1,75 при среднемноголетнем 0,85.

### 3. МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты закладывались на экспериментальном участке научно-исследовательской лаборатории «Корма» Самарского ГАУ в 2015 г. Почва опытного участка содержит органического вещества 5,7%, подвижного фосфора – 62,2 мг/кг, обменного калия – 230,0 мг/кг, легкогидролизуемого азота – 64,0 мг/кг (по данным испытательной лаборатории ФГУ Самарский референтный центр Россельхознадзора).

Опытное поле расположено на территории Самарской области. Почва – чернозем обыкновенный среднегумусный среднемоощный тяжелосуглинистый. Почва имеет реакцию среды близкую к нейтральной. Данный подтип чернозема является преобладающим на территории Самарской области.

В опытах исследования проводились по единой общепринятой методике. Повторность опыта – четырехкратная [114]. Площадь делянки – 83,3 м<sup>2</sup>. Исследования проводились в течение трех лет. В опыте изучались следующие варианты чистых и смешанных посевов многолетних трав:

1. Кострец безостый;
2. Житняк гребневидный;
3. Кострец безостый + кострец прямой;
4. Житняк гребневидный + пырей сизый;
5. Кострец безостый + кострец прямой+ эспарцет песчаный;
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный;
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная;
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная;
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый;
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый.

Чтобы иметь возможность выявить степень влияния различного рода антропогенной нагрузки на почвы агроэкосистем, мы изучили образцы почвы

под бессменными посевами суданской травы, прилегающих к опытным участкам:

#### 11. Суданская трава.

Агротехника включала в себя обработку гербицидом сплошного действия Глифор – 4 л/га за 2 недели до основной обработки почвы, вспашку на 38–40 см, весеннее двукратное боронование, посев, прикатывание (только в 2015).

Таблица 3.1. Норма высева травосмесей

№	Культуры	Норма высева	
		млн всхожих семян на га	кг/га
1	Кострец безостый	5,5	32,8
2	Кострец безостый + кострец прямой	2,8	16,7
		3,5	17,6
3	Кострец безостый + кострец прямой+ эспарцет песчаный	2,0	12,0
		3,5	17,6
		3,0	77,2
4	Кострец безостый + кострец прямой+ люцерна синегибридная	2,0	12,0
		3,5	17,6
		5,0	16,2
5	Кострец безостый + кострец прямой+ лядвенец рогатый	2,0	12,0
		3,5	17,6
		5,0	7,79
6	Житняк гребневидный	4,5	22,0
7	Житняк гребневидный + пырей сизый	2,3	11,2
		3,0	16,6
8	Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	2,3	11,2
		3,0	16,6
		3,0	77,2
9	Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	2,3	11,2
		3,0	16,6
		5,0	16,2
10	Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	2,3	11,2
		3,0	16,6
		5,0	7,79
11	Суданская трава	3,5	30,0

Посев проводился 3 мая 2015 года сеялкой AMAZONED-9-25 обычным рядовым способом. После посева поле прикатывалось кольчато – шпоровыми катками ККШ-6.

В опытах использовались сорта:

Кострец безостый: Сорт Безенчукский 9. Выведен в Самарском НИИСХ из образцов Оренбургской области. Автор Н.П. Обыденков. Включен в Госреестр по Средневолжскому и Центрально-Черноземному региону с 1955 года.

Кострец прямой: Сорт Дол – создан в ГНУ Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова (Самарская область) массовым отбором из местных дикорастущих форм.

Житняк гребневидный: Сорт Батыр – выведен в ППЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, для сенокосного использования на обычных зональных почвах степной зоны.

Пырей сизый: Сорт Кызыл Жар – выведен в НПЦЗХ им. А.И. Бараева, методами экотипического отбора из дикорастущей популяции Горно-Алтайской автономной области.

Эспарцет песчаный: Сорт Песчаный 22 – год включения в реестр: 1995.

Люцерна синегибридная: Сорт Вега 88 – Оригинатор ГНУ ВНИИ Кормов им. В.Р. Вильямса, ФГУП Московская Селекционная Станция. Включен в Госреестр с 1987 года.

Лядвенец рогатый: Сорт Солнышко – создан в НИИСХ Северо-Востока им. Н.В.Рудницкого и занесен в Госреестр по Кировской области и другим регионам России.

Суданская трава: Сорт Кинельская 100 – создан в ГНУ Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова (Самарская область), выведен массовым отбором из гибридного материала.

Метеорологические условия анализировались на основе данных АМС «Усть-Кинельская».

Выделение микроорганизмов из почвенных образцов и определение численности основных агрономически полезных групп (бактерии, актиномицеты, грибы) проводили методом посева разведенной почвенной взвеси на твердые стерильные питательные среды в чашки Петри. Образцы почвы для лабораторных исследований отбирались на глубине 0–10 см и 20–40 см в начале весенней вегетации, середине вегетации и в конце – осенью. Для бактерий использовалась среда МПА (мясо-пептонный агар), для актиномицетов – КАА (крахмало-аммиачный агар), для грибов – синтетическая среда Чапека. Разведение составляло: для бактерий –  $10^5$ , для актиномицетов –  $10^4$ , для грибов –  $10^3$ . Количественный учет численности бактерий проводился на 3–5 день после посева, актиномицетов – на 7–10 день, грибов – на 10–14 день. Повторность трехкратная [72, 104, 148].

Число колониеобразующих единиц (КОЕ) определяли для абсолютно сухой почвы с учетом влажности (W):

$$\text{КОЕ} = (\text{количество колоний} \times \text{разведение}) / (100 - W)/100.$$

Влажность определяется гравиметрическим (термостатно-весовой) методом. Влажность почвы рассчитывают по формуле  $W=(a*100)/b$ , где W – влажность почвы, %; a – масса испарившейся влаги, г; b – масса сухой почвы, г., [82].

Определение структуры почвы осуществлялась методом «сухого» просеивания [63, 143].

Потенциальная целлюлозоразлагающая активность почвы оценивалась с помощью аппликационного метода Е.Н. Вострова и А.Н. Петровой. Изучение интенсивности разложения целлюлозы проводилось в динамике через 7, 14 суток и 1 месяц путем инкубации полосок фильтровальной бумаги на поверхности почвенных пластинок при постоянной влажности (60 % от полной влагоемкости) и 25°C. Интенсивность целлюлозоразлагающей активности оценивали визуальным способом в % потери целлюлозы при разложении [115, 163].

Ферментативную активность почв определяли стандартными методами, описанными в пособии Ф.Х. Хазиева. Активность ферментов пероксидаза и полифенолоксидаза определяли методом А. Ш. Галтян, А. И. Чундеровой и выражали в мг пурпургаллина на 1 г почвы [51, 164].

Урожайность определялась методом сплошной уборки учетной делянки, с последующим взвешиванием.

Расчет агроэнергетической эффективности проводился по методике ВНИИ кормов и методики Самарской ГСХА [28].

Экономическая эффективность рассчитывалась по общепринятой методике в сопоставимых ценах.

Статистическую обработку данных, корреляционный анализ проводили в соответствии с методами с использованием пакета анализа Microsoft Excel.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1. Динамика влажности почвы

Водный режим почвы – совокупность всех явлений и процессов, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги. Водный режим почвы – важнейший фактор почвообразования и почвенного плодородия. Влажность не является устойчивым признаком какой-либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, механического состава почвы, характера растительности.

В засушливых условиях Среднего Поволжья основным лимитирующим фактором, как правило, является вода. Требования растений к воде различаются в разные периоды жизни. В течение вегетации можно выделить короткие промежутки времени, во время которых недостаток влаги особенно сказывается на росте и развитии растений, а в конечном итоге значительно снижает урожайность. Эти отрезки вегетации условно называют критическими периодами. Кроме того, почвенная влага является определяющим фактором для многочисленных биологических, физических и физико-химических процессов, совершающихся внутри почвы и не её поверхности.

Источником воды для сельскохозяйственных культур являются атмосферные осадки, поверхностные, полые и почвенно-грунтовые воды. Для формирования урожая многолетним травам необходимо большое количество влаги. Однако за счет мощной корневой системы с глубоко уходящим стержневым корнем, многолетние травы легко переносят засуху. Анализируя данные по влажности почвы (таблица 4.1), можно увидеть, что в первый и третий сроки определения влажность почвы выше, чем во второй срок определения, что вполне соответствует нашим климатическим условиям.

Таблица 4.1. Влажность почвы за 2016-2018 гг., %

Вариант	2016 год						2017 год						2018 год					
	1 срок		2 срок		3 срок		1 срок		2 срок		3 срок		1 срок		2 срок		3 срок	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
1. Кострец безостый	17,5	21,4	12,8	15,1	28,0	24,7	22,5	21,0	16,6	16,9	30,1	23,0	24,9	26,1	16,5	17,8	15,3	16,9
2. Житняк гребневидный	19,4	21,1	12,6	14,8	27,8	24,6	21,3	20,0	14,0	16,9	24,2	23,9	20,6	22,8	17,4	18,0	15,7	16,6
3. Кострец безостый + кострец прямой	18,9	22,5	6,7	14,8	27,6	25,9	22,6	21,5	13,4	16,3	32,7	22,3	20,3	22,0	17,4	18,2	16,4	16,6
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	17,9	21,2	9,6	15,2	25,4	25,0	22,9	16,1	12,8	16,9	24,1	22,2	20,2	21,9	16,6	17,2	16,3	16,3
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	18,6	21,7	14,7	14,7	25,5	24,5	24,7	22,3	16,2	15,9	25,3	24,9	21,1	22,4	18,0	17,6	16,1	16,6
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	18,9	19,2	12,3	16,0	26,9	25,3	23,7	21,8	17,5	18,7	24,2	23,9	18,9	21,3	16,9	17,2	15,4	18,4
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	16,6	20,2	11,9	14,4	27,2	36,0	21,8	22,1	17,0	17,5	24,2	24,6	20,2	20,7	15,8	16,9	15,8	16,6
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	16,7	21,2	13,6	15,2	24,7	21,3	22,0	22,9	17,6	18,8	20,1	20,5	19,9	21,5	17,7	17,7	17,0	17,1
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	16,6	19,4	11,1	13,1	26,5	24,9	21,8	22,9	14,8	16,7	24,0	22,5	20,4	20,9	17,4	16,8	16,2	16,8
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	16,7	20,4	13,5	14,2	27,0	25,4	23,5	21,8	13,3	15,3	23,6	23,5	17,3	18,2	17,2	17,4	16,2	16,7
11. Суданская трава	18,0	21,7	14,7	15,4	37,1	25,8	24,5	24,3	15,0	16,2	22,1	29,3	24,0	24,9	17,0	17,1	18,2	17,7

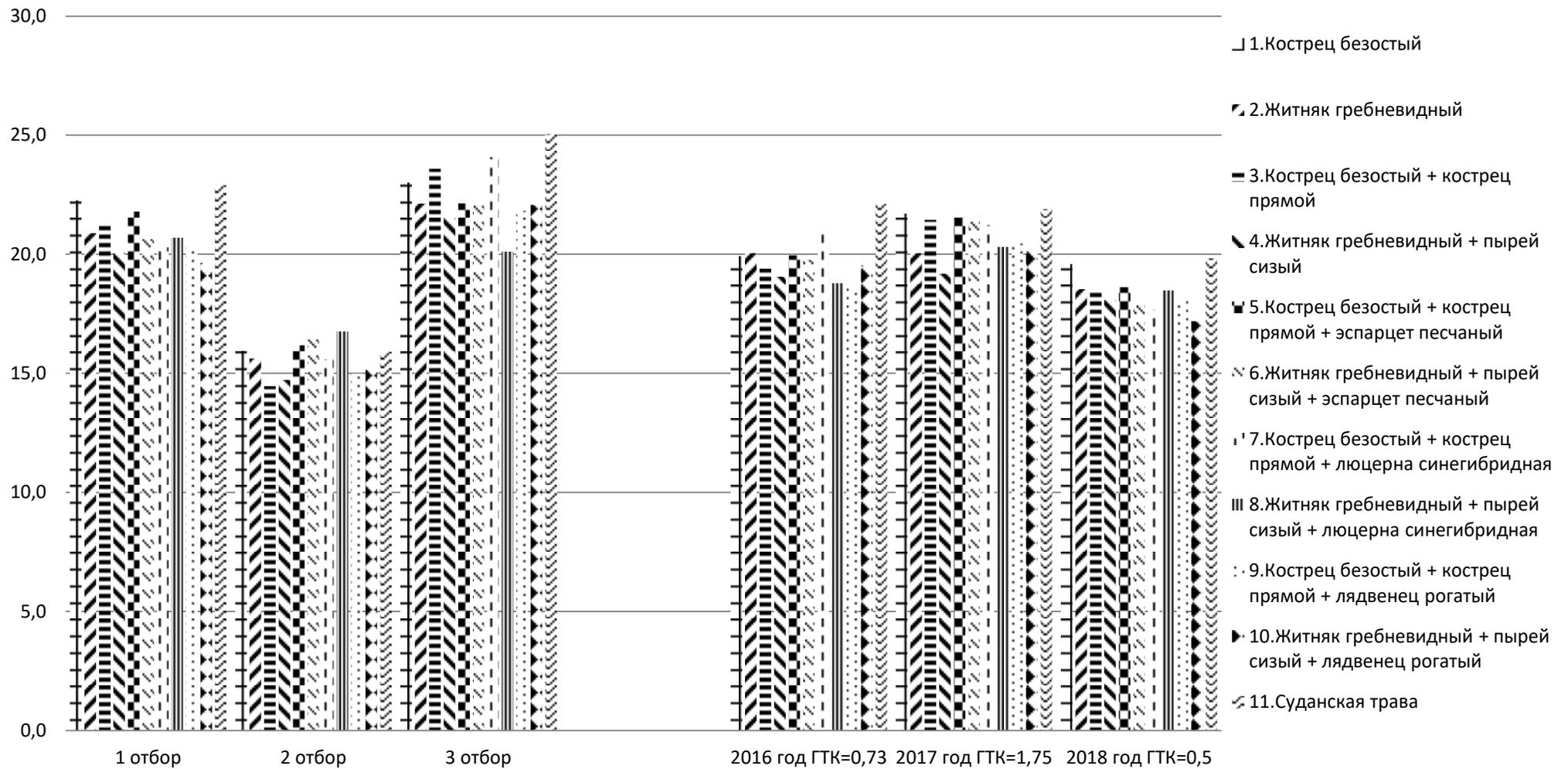


Рисунок 4.1. Влажность почвы в слое 0–40 см в среднем за три года исследований по срокам и по годам, %

Кроме этого, данные соответствуют показателям гидротермического коэффициента каждого года исследований (рисунок 4.1).

В 2016 году, в первый срок определения влажность почвы в верхнем слое почвы в среднем составляла 17,8%, а в нижнем – 20,9%. Высокие показатели были отмечены в вариантах с чистыми посевами злаковых трав. Во второй срок определения влажность в слое 0–20 см в среднем составила 12,1%, в слое 20–40 см – 14,8%. В третий срок определения были отмечены самые высокие показатели влажности почвы и составили в верхнем профиле 27,6%, в нижнем 25,8%, что выше средних показателей на 26%. Это связано с тем, что в сентябре выпало много осадков, их количество 117,4 мм – более чем в 2,5 раза превышало норму.

В 2017 году, в первый срок определения влажность почвы в верхнем профиле составила 22,8%, в нижнем 21,5%, высокие показатели были отмечены в вариантах с посевами бобовых трав. Во второй срок определения наблюдалось снижение влажности до 15,3% и 16,9% соответственно. В третий срок определения также были отмечены самые высокие показатели, и составили в верхнем слое почвы 25%, а в нижнем 23,7%.

В среднем за три года исследований в 2017 году были отмечены самые высокие показатели влажности почвы (рисунок 4.1), так как количество осадков, выпавших в 2017 году, составило 643,5 мм, что на 111,5 мм (т.е. на 21 %) превышает норму (532 мм по средним данным). Повышенным увлажнением характеризовались условия с апреля по июнь, а также сентябрь и октябрь.

В 2018 году, в первый срок определения средняя влажность по вариантам составила в верхнем слое почвы 20,7%, в нижнем 22,1%. Высокие показатели были отмечены в варианте с посевами костреца безостого и суданской травы. Во второй срок определения наблюдается снижение влажности, характерное для наших климатических условий. В третий срок определения, впервые за три года исследований наблюдалась низкая влажность почвы, из-

за отсутствия осадков осенью 2018 года. В среднем в верхних слоях почвы влажность составила 16,2%, в нижних 16,9%.

Проведённые исследования показали, что влажность почвы под посевами многолетних трав и суданской травы не зависит от видового состава травостоя, но значительно изменяется в зависимости от периода вегетации культуры.

#### **4.2. Микробиологическая активность почвы**

Одними из основных компонентов биоты, имеющих непосредственное отношение к процессам почвообразования и круговорота веществ в экосистемах, являются почвенные микровицы. Это обусловлено тем, что, во-первых, с почвой связано большое количество фитопатогенов; во-вторых, микровицы с сапротрофным типом питания участвуют в деструкции послеуборочных остатков; в-третьих, грибы-антагонисты обеспечивают антифитопатогенный потенциал.

Первичными колонизаторами растительных остатков в биогеоценозах являются грибы. Успешно осуществлять деструкцию растительного вещества позволяет их мощный и разнообразный ферментативный аппарат, высокая радиальная скорость роста и способность утилизировать трудноминерализуемые вещества при низких температурах.

Микроскопические грибы обязательно присутствуют во всех биоценозах, они являются одним из основных звеньев детритных цепей и выполняют в экосистемах ряд ключевых функций. Основные из них – это участие в процессах разложения органического вещества и круговоротах биогенных элементов, в процессах почвообразования, а также регуляции видовой структуры и функциональной активности других почвообитающих организмов.

Анализ динамики микровицетов за 3 года исследований показал, что численность микровицетов по всем вариантам и срокам наиболее вариабельна, и колеблется от 12,68 до 60,67 тыс. КОЕ/1гр а.с.п. (таблица 4.2).

Таблица 4.2. Численность микромицетов в среднем  
за 2016–2018 гг. (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	26,42	48,60	32,98	36,00
	20-40	13,86	47,85	22,69	28,13
	<b>0-40</b>	<b>20,14</b>	<b>48,22</b>	<b>27,84</b>	<b>32,07</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	18,35	60,67	22,21	33,74
	20-40	14,08	41,31	30,95	28,78
	<b>0-40</b>	<b>16,21</b>	<b>50,99</b>	<b>26,58</b>	<b>31,26</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	17,22	19,79	30,96	22,66
	20-40	20,67	36,80	33,64	30,37
	<b>0-40</b>	<b>18,95</b>	<b>28,30</b>	<b>32,30</b>	<b>26,51</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	16,40	42,94	27,68	29,01
	20-40	14,68	40,11	33,93	29,57
	<b>0-40</b>	<b>15,54</b>	<b>41,53</b>	<b>30,80</b>	<b>29,29</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	18,77	44,54	27,71	30,34
	20-40	15,26	39,95	29,14	28,12
	<b>0-40</b>	<b>17,02</b>	<b>42,24</b>	<b>28,43</b>	<b>29,23</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	13,90	36,90	38,20	29,67
	20-40	26,40	26,23	38,35	30,32
	<b>0-40</b>	<b>20,15</b>	<b>31,56</b>	<b>38,27</b>	<b>30,00</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	18,51	54,35	22,66	31,84
	20-40	12,68	38,65	23,39	24,91
	<b>0-40</b>	<b>15,60</b>	<b>46,50</b>	<b>23,02</b>	<b>28,37</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	13,09	31,08	23,17	22,45
	20-40	16,67	39,81	30,60	29,03
	<b>0-40</b>	<b>14,88</b>	<b>35,45</b>	<b>26,89</b>	<b>25,74</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	17,61	31,62	28,51	25,92
	20-40	17,48	36,27	37,18	30,31
	<b>0-40</b>	<b>17,55</b>	<b>33,94</b>	<b>32,85</b>	<b>28,11</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	14,82	44,60	20,30	26,57
	20-40	13,22	49,71	21,10	28,01
	<b>0-40</b>	<b>14,02</b>	<b>47,16</b>	<b>20,70</b>	<b>27,29</b>
11.Суданская трава	0-20	21,68	27,99	25,07	24,91
	20-40	21,25	30,60	22,80	24,88
	<b>0-40</b>	<b>21,46</b>	<b>29,30</b>	<b>23,94</b>	<b>24,90</b>
2016	НСР05 0-20	2,03	2,03	2,57	
	20-40	1,67	2,36	1,94	
2017	НСР05 0-20	1,61	2,54	2,28	
	20-40	2,17	2,26	2,03	
2018	НСР05 0-20	1,96	2,26	1,61	
	20-40	1,98	2,01	1,61	

В первый срок определения отмечена самая низкая численность микромицетов. Стоит отметить, что в холодное время года резко снижается рост грибов, только дрожжи, хотя и медленно, но способны размножаться при температурах около 0°C. Поэтому роль дрожжевых грибов в разложении растительных остатков особенно значительна в холодные периоды года. Самая высокая численность была отмечена в варианте суданская трава – 21,46 тыс., самая низкая в посевах житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый – 14,02 тыс.

Во второй срок определения наблюдалось повышение численности данной группы микроорганизмов почти в два раза, рост был отмечен в чистых посевах житняка гребневидного – 50,99 тыс. Самый низкий показатель отмечен в варианте кострец безостый + кострец прямой – 28,30 тыс.

В третий срок определения результаты наиболее переменчивы. Высокая численность отмечена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный – 38,27 тыс., самая низкая численность микромицетов в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый – 20,70 тыс. В среднем по профилю почвы численность микромицетов во всех вариантах была равномерная.

Таким образом, за три года исследований наибольшая численность микромицетов была отмечена в вариантах с чистыми посевами костреца безостого и житняка гребневидного. Анализ динамики численности микромицетов по годам показал (рисунок 4.2), что во всех вариантах с 2016 по 2018 год численность данной группы микроорганизмов с каждым годом возрастает. С 2016 по 2017 год данный показатель вырос на 34 %, а с 2016 по 2018 год на 46 %. Это связано с тем, что после многолетних трав в почве накапливается достаточное количество растительных остатков и первыми их колонизируют микромицеты.

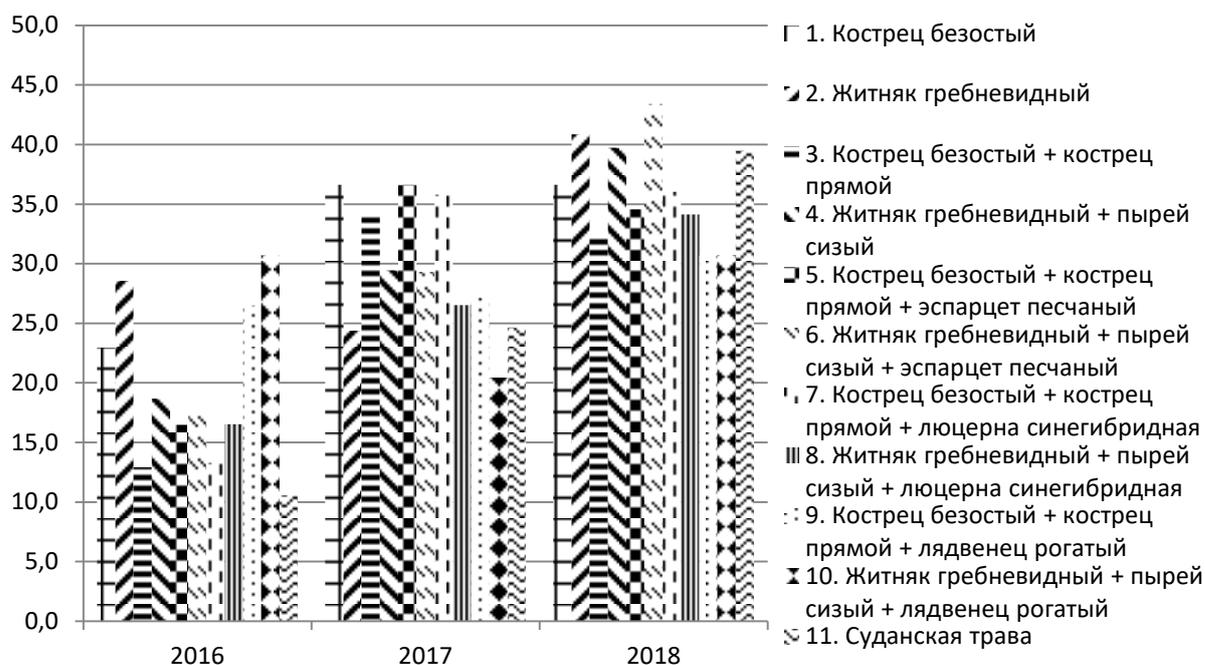


Рисунок 4.2. Динамика численности микромицетов в слое почвы 0–40 см в среднем за 2016–2018 гг. (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Микроскопический анализ микромицетов показал, что основными представителями микромицетного состава являются роды *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и *Mucor* (рисунок 4.3). Данные роды являются природными биодеструкторами. Кроме этого было отмечено уменьшение с 2016 по 2018 год патогенных микромицетов рода *Fusarium*.



*Aspergillus flavus*

*Mucor* sp.

*Penicillium* sp.

Рисунок 4.3. Колонии микромицетов в объективе микроскопа

Все это говорит о том, что возделывание многолетних трав увеличивает количество сапротрофных и антагонистических микромицетов, которые оказывают губительное действие на патогенную микрофлору. В результате численность патогенов в почве снижается, растения лучше развиваются и образуют большое количество корневых выделений, которыми и питаются сапротрофы. Следовательно, вследствие снижения конкуренции за питательный субстрат численность сапротрофов увеличивается, что в свою очередь оказывает положительное действие на фитопатогенный потенциал и фитосанитарное состояние почвы.

Биологическое состояние почвы характеризуется численностью основных групп микроорганизмов, выполняющих определенные функции. Одним из важных факторов, влияющих на размножение микроорганизмов, является наличие минеральных и органических веществ, а также отсутствие токсичных или токсигенных веществ. Наиболее чувствительными к загрязнению ароматическими углеводородами являются бактерии, которые могут служить индикаторами изменения почв.

Анализ данных по численности бактерий в среднем за 2016–2018 гг. (таблица 4.3) показывает, что количество их колеблется от 1,32 до 16,57 млн КОЕ/1 гр а.с.п.

В первый срок определения наибольшая численность была отмечена в посевах суданской травы – 4,2 млн, самая низкая – в варианте кострец безостый + кострец прямой – 1,5 млн.

Во второй срок определения наблюдается повышение численности бактерий практически в полтора раза. Наибольшая численность была отмечена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 8,33 млн, самый низкий показатель отмечен в посевах суданской травы – 1,68 млн.

Таблица 4.3. Численность бактерий в среднем  
за 2016–2018 гг. (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,08	3,65	5,60	3,78
	20-40	1,96	3,44	9,83	5,08
	<b>0-40</b>	<b>2,0</b>	<b>3,5</b>	<b>7,7</b>	<b>4,43</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	1,45	1,89	8,11	3,82
	20-40	1,80	2,00	6,95	3,58
	<b>0-40</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>7,5</b>	<b>3,70</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,51	11,04	6,20	6,25
	20-40	1,53	1,64	3,55	2,24
	<b>0-40</b>	<b>1,5</b>	<b>6,3</b>	<b>4,9</b>	<b>4,24</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,30	2,28	10,60	5,06
	20-40	2,03	1,32	6,94	3,43
	<b>0-40</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>8,8</b>	<b>4,24</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	2,81	2,49	7,84	4,38
	20-40	2,90	3,09	5,58	3,86
	<b>0-40</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>6,7</b>	<b>4,12</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,58	3,40	16,57	7,52
	20-40	2,42	2,03	16,39	6,95
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>2,7</b>	<b>16,5</b>	<b>7,23</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,40	2,50	3,16	2,35
	20-40	2,45	3,68	4,76	3,63
	<b>0-40</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>4,0</b>	<b>2,99</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,65	9,72	7,47	6,28
	20-40	2,81	6,94	3,02	4,26
	<b>0-40</b>	<b>2,2</b>	<b>8,3</b>	<b>5,2</b>	<b>5,27</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна рогатый	0-20	1,64	2,60	5,67	3,30
	20-40	2,70	1,64	4,06	2,80
	<b>0-40</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>	<b>4,9</b>	<b>3,05</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна рогатый	0-20	2,53	3,27	10,57	5,46
	20-40	2,91	7,17	4,70	4,93
	<b>0-40</b>	<b>2,7</b>	<b>5,2</b>	<b>7,6</b>	<b>5,19</b>
11.Суданская трава	0-20	5,03	1,63	2,78	3,15
	20-40	3,28	1,73	10,89	5,30
	<b>0-40</b>	<b>4,2</b>	<b>1,7</b>	<b>6,8</b>	<b>4,22</b>
2016	НСР05 0-20	0,15	0,49	0,60	
	20-40	0,16	0,46	0,40	
2017	НСР05 0-20	0,26	0,26	0,67	
	20-40	0,23	0,24	0,68	
2018	НСР05 0-20	0,24	0,36	0,57	
	20-40	0,23	0,39	0,29	

В третий срок определения численность бактерий возрастает вслед за повышением влажности почвы. В варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный отмечен самый высокий показатель – 16,48 млн, а самый низкий в варианте кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная – 4,0 млн.

Анализ динамики численности бактерий за три года исследований (рисунок 4.4) показал сложный характер изменений, так как частота и амплитуда таких флуктуаций различаются в разных вариантах, а также в одном и том же варианте в разные сезоны года.

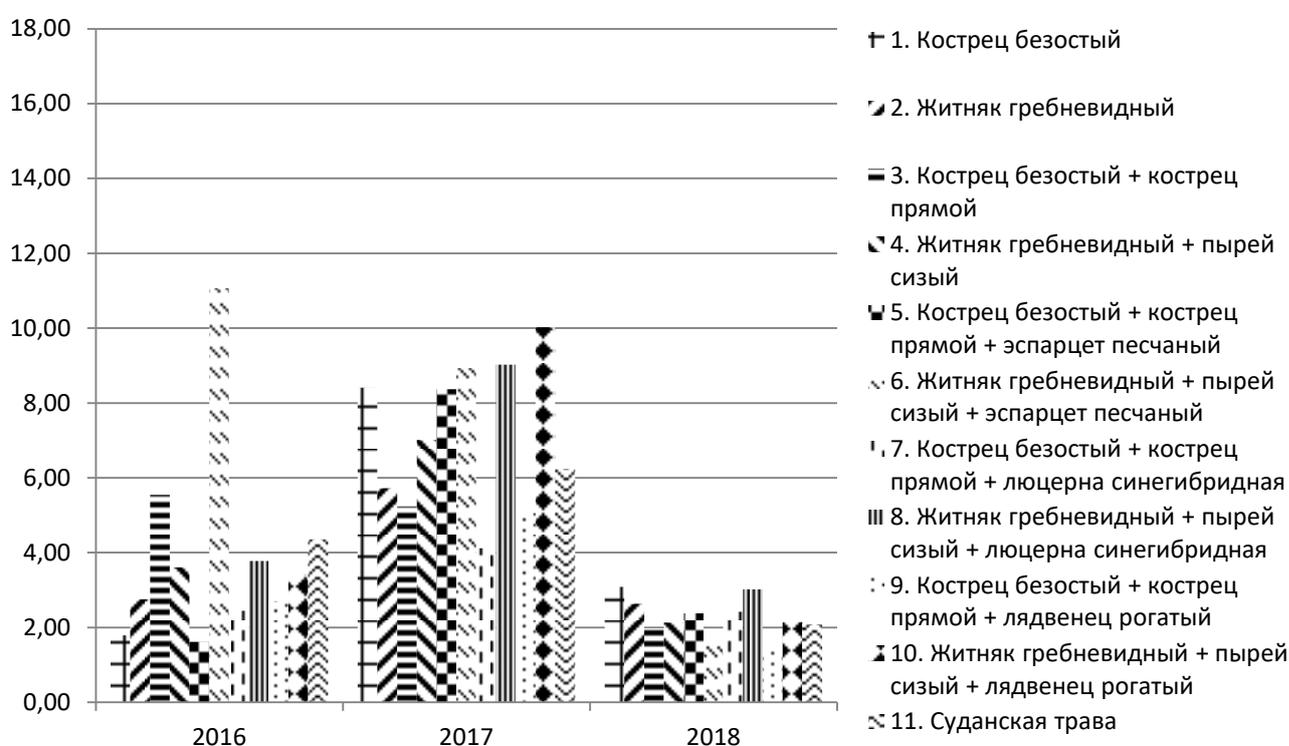
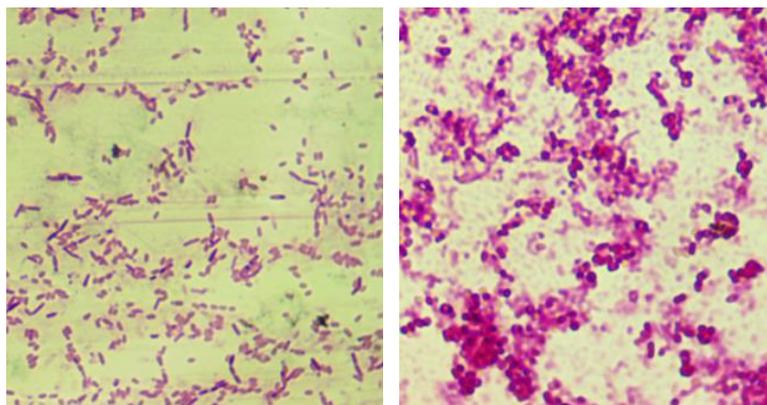


Рисунок 4.4. Динамика численности бактерий в слое почвы 0–40 см в среднем за 2016–2018 гг. (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Наиболее вероятный механизм природы этих колебаний можно объяснить тем, что изменение численности бактерий в почве происходит за счет внутренних механизмов регуляции микробного сообщества, путем образования физиологически активных веществ, ингибирующих рост микроорганизмов. Кроме этого изменения вызываются действиями факторов внешней среды, к которым относятся гидротермические условия и поступление питательных веществ.

Анализ почвы на видовой состав бактериальной микрофлоры показал (рисунок 4.5), что основная часть представлена палочковидными бактериями рода *Bacillus*. Чаще встречаемые оказались бактерии вида *B.cereus*, *B.asterosporus*, и *B.danicus*, реже *B.glutinosus* и *B.mycoides*. Такое разнообразие аммонифицирующих бактерий в почве связано, прежде всего, с их активным участием в процессе разложения растительных остатков.



а

б

Рисунок 4.5. Препараты бактерий в объективе микроскопа (а - *B.cereus*, б - *B.asterosporus*)

В целом за три года исследований выявлено, что наибольшая численность бактерий отмечается в вариантах с посевами житняка гребневидного + пырея сизого с бобовыми культурами.

Численность актиномицетов в почве является косвенным показателем активности образования гумусовых веществ. Анализ данных по численности актиномицетов в среднем за 2016–2018 гг. (таблица 4.4) показывает, что численность колеблется от 0,04 до 1,25 млн КОЕ/1 гр а.с.п.

В первый срок определения численность актиномицетов довольно низкая, относительно большие значения отмечены в вариантах с посевами злаковых с люцерной 0,41–0,44 млн, самые низкие в чистых посевах житняка гребневидного – 0,17 млн.

Таблица 4.4. Численность актиномицетов в среднем  
за 2016–2018 гг. (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,31	0,79	0,66	0,59
	20-40	0,04	0,58	0,17	0,26
	<b>0-40</b>	<b>0,18</b>	<b>0,68</b>	<b>0,42</b>	<b>0,42</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,17	0,39	0,42	0,32
	20-40	0,18	0,46	0,77	0,47
	<b>0-40</b>	<b>0,17</b>	<b>0,42</b>	<b>0,59</b>	<b>0,40</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,36	0,37	0,50	0,41
	20-40	0,19	0,54	0,50	0,41
	<b>0-40</b>	<b>0,28</b>	<b>0,45</b>	<b>0,50</b>	<b>0,41</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,25	0,51	0,42	0,39
	20-40	0,20	0,37	0,33	0,30
	<b>0-40</b>	<b>0,22</b>	<b>0,44</b>	<b>0,37</b>	<b>0,35</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,30	1,25	0,37	0,64
	20-40	0,21	0,76	0,42	0,46
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>1,00</b>	<b>0,39</b>	<b>0,55</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,28	0,79	0,39	0,49
	20-40	0,31	0,94	0,22	0,49
	<b>0-40</b>	<b>0,29</b>	<b>0,87</b>	<b>0,31</b>	<b>0,49</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,58	0,65	0,72	0,65
	20-40	0,25	0,50	0,23	0,33
	<b>0-40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,58</b>	<b>0,48</b>	<b>0,49</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	0,37	0,63	0,18	0,39
	20-40	0,50	0,38	0,50	0,46
	<b>0-40</b>	<b>0,44</b>	<b>0,50</b>	<b>0,34</b>	<b>0,43</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,42	0,28	0,14	0,28
	20-40	0,25	0,66	0,39	0,43
	<b>0-40</b>	<b>0,33</b>	<b>0,47</b>	<b>0,27</b>	<b>0,36</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	0,25	0,44	0,13	0,27
	20-40	0,14	0,65	0,52	0,44
	<b>0-40</b>	<b>0,19</b>	<b>0,55</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>
11.Суданская трава	0-20	0,28	0,53	0,37	0,39
	20-40	0,24	0,82	0,37	0,48
	<b>0-40</b>	<b>0,26</b>	<b>0,67</b>	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>
2016	НСР05 0-20	0,02	0,08	0,03	
	20-40	0,02	0,09	0,03	
2017	НСР05 0-20	0,02	0,01	0,03	
	20-40	0,02	0,01	0,06	
2018	НСР05 0-20	0,04	0,03	0,01	
	20-40	0,03	0,05	0,01	

Отмечено нарастание численности актиномицетов к середине лета во второй срок определения, так как в почве начинают накапливаться свежие растительные остатки. Максимальные значения отмечены в варианте коострец безостый + коострец прямой + эспарцет песчаный – 1,0 млн, минимальные значения – в посевах житняка гребневидный + пырей сизый – 0,44 млн.

Осенью количество актиномицетов незначительно уменьшается. Наибольшая численность отмечена в чистых посевах житняка гребневидного – 0,59 млн, самая низкая отмечена в варианте коострец безостый + коострец прямой + лядвенец рогатый – 0,27 млн.

Анализ динамики численности актиномицетов (рисунок 4.6) в среднем по годам показывает, что численность актиномицетов с 2016 года по 2018 год упала почти в 4 раза.

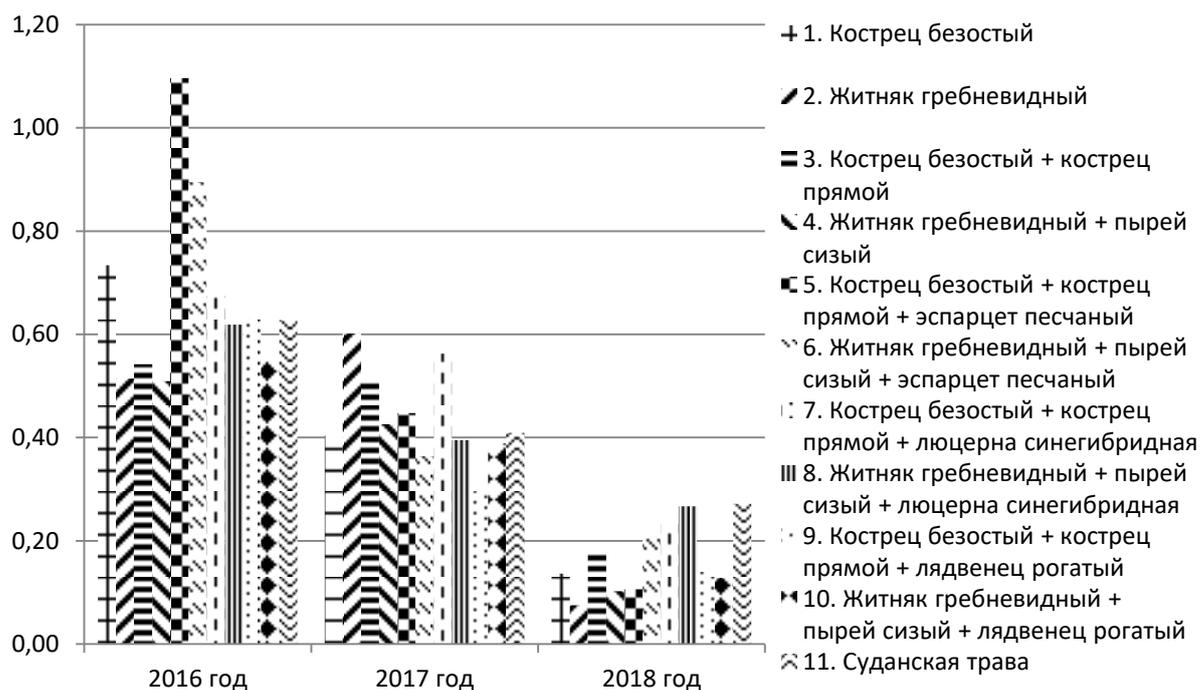


Рисунок 4.6. Динамика численности актиномицетов в слое почвы 0–40 см в среднем за 2016–2018 гг. (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Известно, что антибиотики образуются актиномицетами в почве при наличии питательного субстрата, они могут оказывать ограниченное влияние

на формирование локальных группировок в микроочагах или в зонах скопления органического субстрата.

Физиологическое значение антибиотических веществ для организмов, которые их продуцируют, все еще остается неясным. Являясь вторичными метаболитами, они, возможно, играют регуляторную роль в процессах роста и дифференциации популяции. Их токсическое действие на другие микроорганизмы является следствием подавления специфических биохимических реакций, необходимых для клетки.

Таким образом, разнообразие в почве микроорганизмов, различающихся по требовательности к источникам питания и условиям окружающей среды, способствует накоплению продуктов полураспада растительных остатков, которые и являются основой будущих гумусовых веществ. Это подтверждается данными по определению динамики общей биогенности почвы.

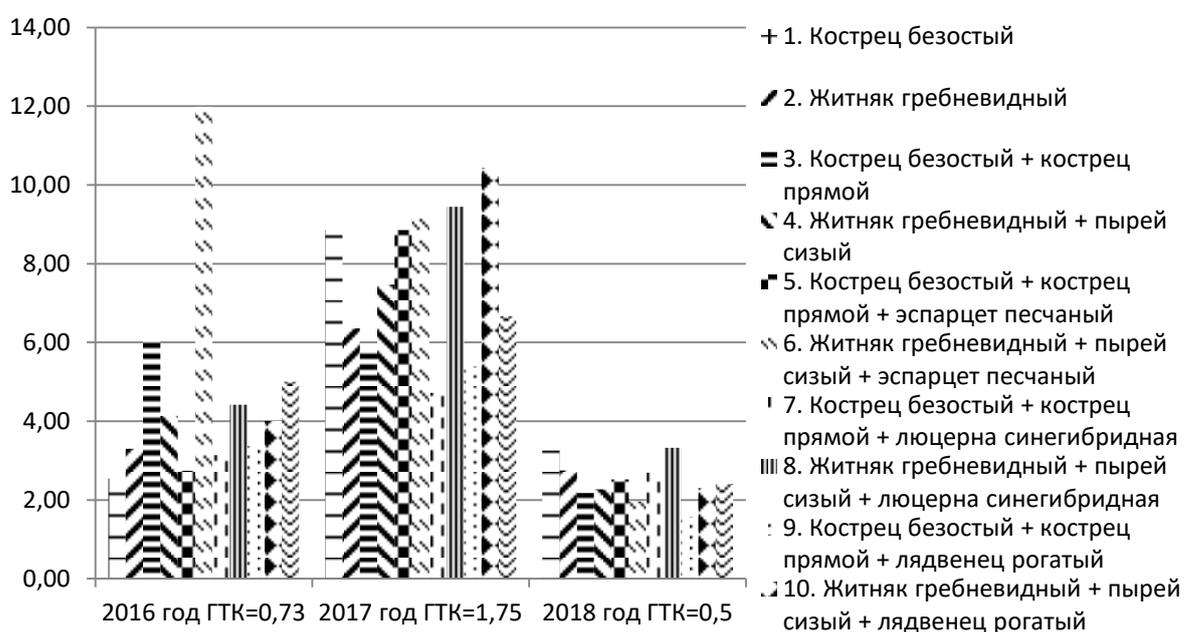


Рисунок 4.7. Динамика общей биогенности почвы в слое 0–40 см (млн КОЕ/1 гр а.с.п.) с показателями гидротермического коэффициента за 2016–2018 гг.

За 3 года исследований наибольшая биогенность почвы наблюдается в вариантах с посевами житняк гребневидный + пырей сизый с бобовыми травами, а так же в чистых посевах кострца безостого (таблица 4.5).

Анализ результатов определения общей биогенности почвы показал, что на численность микрофлоры в посевах многолетних и однолетних трав влияют гидротермические условия года (рисунок 4.7).

Таблица 4.5. Общая биогенность почвы в среднем за 2016–2018 гг. (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,42	4,48	6,29	4,40
	20-40	2,01	4,07	10,02	5,37
	<b>0-40</b>	<b>4,43</b>	<b>8,55</b>	<b>16,31</b>	<b>4,88</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	1,64	2,34	8,55	4,18
	20-40	1,99	2,50	7,75	4,08
	<b>0-40</b>	<b>3,63</b>	<b>4,84</b>	<b>16,30</b>	<b>4,13</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,89	11,42	6,73	6,68
	20-40	1,75	2,21	4,09	2,68
	<b>0-40</b>	<b>3,63</b>	<b>13,64</b>	<b>10,82</b>	<b>4,68</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,56	2,83	11,05	5,48
	20-40	2,24	1,74	7,30	3,76
	<b>0-40</b>	<b>4,80</b>	<b>4,57</b>	<b>18,35</b>	<b>4,62</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,13	3,79	8,23	5,05
	20-40	3,13	3,89	6,02	4,35
	<b>0-40</b>	<b>6,26</b>	<b>7,68</b>	<b>14,26</b>	<b>4,70</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,87	4,23	17,00	8,03
	20-40	2,76	2,99	16,65	7,47
	<b>0-40</b>	<b>5,63</b>	<b>7,23</b>	<b>33,65</b>	<b>7,75</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	2,00	3,20	3,90	3,03
	20-40	2,71	4,22	5,02	3,98
	<b>0-40</b>	<b>4,71</b>	<b>7,42</b>	<b>8,91</b>	<b>3,51</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,03	10,37	7,68	6,69
	20-40	3,33	7,36	3,55	4,75
	<b>0-40</b>	<b>5,36</b>	<b>17,73</b>	<b>11,23</b>	<b>5,72</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	2,08	2,91	5,84	3,61
	20-40	2,96	2,34	4,49	3,26
	<b>0-40</b>	<b>5,04</b>	<b>5,24</b>	<b>10,33</b>	<b>3,44</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,80	3,75	10,72	5,76
	20-40	3,06	7,88	5,25	5,39
	<b>0-40</b>	<b>5,86</b>	<b>11,63</b>	<b>15,96</b>	<b>5,58</b>
11.Суданская трава	0-20	5,34	2,19	3,18	3,57
	20-40	3,54	2,58	11,28	5,80
	<b>0-40</b>	<b>8,88</b>	<b>4,77</b>	<b>14,47</b>	<b>4,69</b>

Периодичность роста микроорганизмов в почве отмечалась многими исследователями. Динамика численности микроорганизмов включает кратковременные и сезонные изменения как функции времени. Периоды преимущественного развития микробного населения почв в течение года приходятся на разное время в почвах зонально-географического ряда, а также в почвах одного типа, но под разными растительными ассоциациями.

Для оценки естественного увлажнения территорий используется гидротермический коэффициент. Выявлены различия в активности роста и протекания микробиологических процессов по сезонам года в связи с различиями гидротермического режима и сроков поступления органических остатков в почву.

Проведение корреляционного анализа между показателями влажности почвы и общей биогенностью выявило (рисунок 4.8), что численность микроорганизмов находилась в зависимости от степени увлажнения почвы ( $r=0,58$ ). Корреляционная зависимость образования комплекса микроорганизмов почвы от влажности показывает высокие значения.

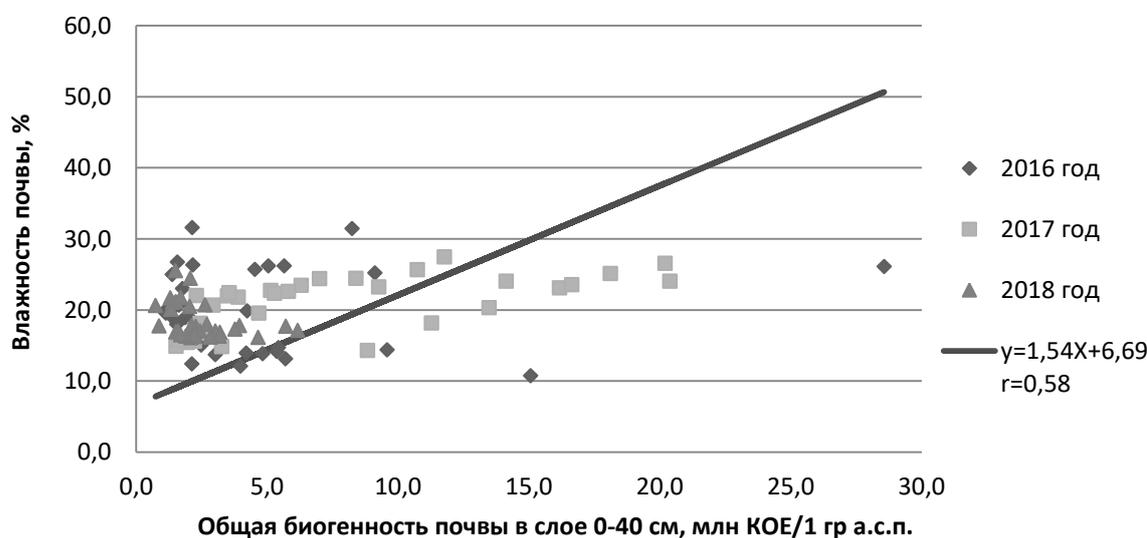


Рисунок 4.8. Корреляционная зависимость между влажностью и общей биогенностью почвы за 2016–2018 гг.

Поскольку гидротермические условия оказывают значительное влияние на микрофлору почвы, проведём более детальное изучение влияния посевов многолетних и однолетних трав на численность основных групп мик-

роорганизмов за 2018 год с самым низким показателем ГТК, и за 2017 – с самым высоким.

В 2018 году наблюдался теплый май с температурой 17°C, количество выпавших осадков было ниже нормы на 38%. Температура в июне была практически на уровне среднеголетних данных. За весь месяц выпала половина осадков от средней нормы. Июль выдался довольно жарким 24°C, что выше среднеголетних показателей (21°C). В августе и сентябре выпало наименьшее количество осадков.

В начале вегетационного периода в посевах житняк гребневидный, кострец безостый + кострец прямой и в посевах суданской травы наблюдалась самая высокая численность микромицетов 24,76 – 27,79 тыс., (таблица 4.6). Низкая численность микромицетов отмечена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 10,1 тыс. В среднем в слое почвы 0-20 см численность микромицетов была выше на 29%, чем в слое 20–40 см, это связано с тем, что основная часть микромицетов является аэробами и в слое почвы 0–20 см для них складываются благоприятные условия.

Во второй срок в первой декаде июня отмечалось понижение температуры до 19,9°C. В этот срок определения наблюдался рост численности микромицетов и превышал показатели 1 срока определения на 37%. Это связано с тем, что микромицеты являются психрофилами и остаются активными при достаточно низких температурах воздуха, в отличие от бактерий и актиномицетов, которые более чувствительны к температурному фактору. В вариантах кострец безостый, житняк гребневидный и житняк гребневидный + пырей сизый были отмечены самые высокие показатели и составили 41,63 42,39 и 61,78 тыс., соответственно. Самые низкие в вариантах кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 24,51 тыс. Кроме этого в вариантах наблюдается равномерное распределение численности микромицетов по слоям почвы.

Таблица 4.6. Численность микромицетов за 2018 год (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	34,63	41,50	50,08	42,07
	20-40	14,89	41,75	36,81	31,15
	<b>0-40</b>	<b>24,76</b>	<b>41,63</b>	<b>43,45</b>	<b>36,61</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	35,28	29,88	40,90	35,35
	20-40	23,31	54,90	60,86	46,36
	<b>0-40</b>	<b>29,30</b>	<b>42,39</b>	<b>50,88</b>	<b>40,86</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	32,64	23,40	43,07	33,04
	20-40	26,94	28,53	39,90	31,79
	<b>0-40</b>	<b>29,79</b>	<b>25,97</b>	<b>41,48</b>	<b>32,41</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	13,37	57,15	53,99	41,50
	20-40	11,53	66,41	35,97	37,97
	<b>0-40</b>	<b>12,45</b>	<b>61,78</b>	<b>44,98</b>	<b>39,74</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	38,86	38,90	49,53	42,43
	20-40	15,89	24,28	39,96	26,71
	<b>0-40</b>	<b>27,37</b>	<b>31,59</b>	<b>44,74</b>	<b>34,57</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	20,54	36,88	81,84	46,42
	20-40	36,01	33,03	52,12	40,39
	<b>0-40</b>	<b>28,28</b>	<b>34,96</b>	<b>66,98</b>	<b>43,41</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	41,38	44,74	38,28	41,47
	20-40	18,50	30,47	42,90	30,62
	<b>0-40</b>	<b>29,94</b>	<b>37,60</b>	<b>40,59</b>	<b>36,04</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	18,72	39,50	47,59	35,27
	20-40	11,47	37,27	50,29	33,01
	<b>0-40</b>	<b>15,10</b>	<b>38,39</b>	<b>48,94</b>	<b>34,14</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	23,02	24,18	50,88	32,69
	20-40	19,82	24,84	41,30	28,65
	<b>0-40</b>	<b>21,42</b>	<b>24,51</b>	<b>46,09</b>	<b>30,67</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	16,53	39,47	42,30	32,77
	20-40	3,67	37,12	45,34	28,71
	<b>0-40</b>	<b>10,10</b>	<b>38,30</b>	<b>43,82</b>	<b>30,74</b>
11.Суданская трава	0-20	31,56	26,04	50,91	36,17
	20-40	34,63	49,45	44,29	42,79
	<b>0-40</b>	<b>33,10</b>	<b>37,75</b>	<b>47,60</b>	<b>39,48</b>

В третий срок определения с резким понижением температур в сентябре наблюдался рост численности микромицетов на 20% в среднем по всем вариантам. Самые высокие показатели были отмечены в варианте житняк гребневидный – 50,88 тыс., житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет

песчаный – 66,98 тыс., более низкие показатели отмечены в вариантах кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная – 40,59 тыс.

Таблица 4.7. Численность бактерий за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	1,47	5,39	3,00	3,29
	20-40	0,77	6,77	1,08	2,87
	<b>0-40</b>	<b>1,12</b>	<b>6,08</b>	<b>2,04</b>	<b>3,08</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,63	1,66	3,69	1,99
	20-40	1,64	2,64	5,52	3,27
	<b>0-40</b>	<b>1,14</b>	<b>2,15</b>	<b>4,61</b>	<b>2,63</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,17	2,38	2,18	1,91
	20-40	0,86	1,71	3,48	2,01
	<b>0-40</b>	<b>1,01</b>	<b>2,05</b>	<b>2,83</b>	<b>1,96</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,00	3,84	1,93	2,26
	20-40	1,32	2,25	2,40	1,99
	<b>0-40</b>	<b>1,16</b>	<b>3,05</b>	<b>2,16</b>	<b>2,12</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	1,77	2,73	1,83	2,11
	20-40	0,99	5,06	1,86	2,64
	<b>0-40</b>	<b>1,38</b>	<b>3,89</b>	<b>1,85</b>	<b>2,37</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,40	3,41	1,72	2,17
	20-40	0,42	2,09	1,18	1,23
	<b>0-40</b>	<b>0,91</b>	<b>2,75</b>	<b>1,45</b>	<b>1,70</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,84	4,32	1,41	2,52
	20-40	0,97	1,80	4,16	2,31
	<b>0-40</b>	<b>1,40</b>	<b>3,06</b>	<b>2,78</b>	<b>2,42</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,37	4,75	1,96	2,69
	20-40	2,59	6,28	1,13	3,33
	<b>0-40</b>	<b>1,98</b>	<b>5,51</b>	<b>1,55</b>	<b>3,01</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,21	2,93	1,58	1,57
	20-40	0,76	1,16	1,72	1,21
	<b>0-40</b>	<b>0,48</b>	<b>2,05</b>	<b>1,65</b>	<b>1,39</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,05	3,31	2,09	2,15
	20-40	0,37	3,71	2,31	2,13
	<b>0-40</b>	<b>0,71</b>	<b>3,51</b>	<b>2,20</b>	<b>2,14</b>
11.Суданская трава	0-20	1,75	1,52	1,24	1,51
	20-40	1,47	2,49	4,05	2,67
	<b>0-40</b>	<b>1,61</b>	<b>2,01</b>	<b>2,65</b>	<b>2,09</b>

В среднем за 2018 год наибольшая численность микромицетов отмечена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный –

43,41 тыс. Самый низкий показатель отмечен в вариантах с посевами злаковых и лядвенца рогатого – 30,67 и 30,74 тыс.

Бактерии составляют основную часть микробного ценоза почвы. В первый срок определения наблюдалось равномерное распределение численности бактерий по всем вариантам и по профилю почвы, кроме варианта житняка гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная, где отмечена самая высокая численность бактерий – 1,98 млн, а самый низкий показатель в варианте житняка гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый – 0,71 млн (таблица 4.7).

Во второй срок определения численность бактерий оказалась наиболее вариабельна и в среднем была выше показателей первого срока определения на 64%. Самая высокая численность была отмечена в варианте кострец безостый – 6,08 млн, самая низкая в посевах суданской травы – 2,01 млн.

В третий срок определения отмечено незначительное понижение численности бактерий, чем во второй срок определения, так как в сентябре выпало мало осадков. В слое 20–40 см наблюдалась более высокая численность бактерий, чем в слое почвы 0–20 см. В вариантах с чистыми посевами житняка гребневидного были отмечены самые высокие показатели численности бактерий – 4,61 млн, и превышали средние показатели почти в 2 раза.

В среднем за 2018 год наибольшая численность бактерий отмечена в варианте кострец безостый – 3,08 млн, а наименьшая в варианте кострец безостый + пырей сизый + лядвенец рогатый – 1,39 млн.

В 2018 году численность актиномицетов по всем вариантам была самая наименьшая за три года исследований, количество их варьировалось от 0,01 до 0,63 млн, что не характерно для наших почв (таблица 4.8). Анализ результатов в первый срок определения показал, что меньше всего численность актиномицетов снизилась в вариантах с посевами злаковых трав с люцерной 0,61 и 0,63 млн. Самый низкий показатель в чистых посевах житняка гребневидного – 0,13 млн.

Таблица 4.8. Численность актиномицетов за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,62	0,03	0,00	0,22
	20-40	0,09	0,06	0,01	0,05
	<b>0-40</b>	<b>0,36</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,14</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,14	0,09	0,00	0,08
	20-40	0,13	0,09	0,00	0,07
	<b>0-40</b>	<b>0,13</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,57	0,01	0,01	0,20
	20-40	0,37	0,09	0,01	0,16
	<b>0-40</b>	<b>0,47</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,18</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,37	0,14	0,00	0,17
	20-40	0,06	0,03	0,02	0,03
	<b>0-40</b>	<b>0,21</b>	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	<b>0,10</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,37	0,03	0,00	0,13
	20-40	0,21	0,02	0,00	0,08
	<b>0-40</b>	<b>0,29</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,52	0,18	0,00	0,23
	20-40	0,24	0,31	0,00	0,18
	<b>0-40</b>	<b>0,38</b>	<b>0,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,21</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,80	0,08	0,02	0,30
	20-40	0,41	0,08	0,01	0,16
	<b>0-40</b>	<b>0,61</b>	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	<b>0,23</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	0,45	0,21	0,00	0,22
	20-40	0,82	0,13	0,00	0,31
	<b>0-40</b>	<b>0,63</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,27</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,30	0,26	0,00	0,19
	20-40	0,16	0,12	0,00	0,09
	<b>0-40</b>	<b>0,23</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	0,27	0,36	0,01	0,21
	20-40	0,04	0,08	0,00	0,04
	<b>0-40</b>	<b>0,15</b>	<b>0,22</b>	<b>0,01</b>	<b>0,13</b>
11.Суданская трава	0-20	0,54	0,35	0,01	0,30
	20-40	0,30	0,43	0,00	0,24
	<b>0-40</b>	<b>0,42</b>	<b>0,39</b>	<b>0,01</b>	<b>0,27</b>

Во второй срок определения продолжилось снижение численности актиномицетов по всем вариантам. Эта тенденция наблюдалась и в третий срок определения.

Анализ общей биогенности почвы показал, что в первый срок самые высокие показатели отмечались в вариантах с посевами житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 2,63 млн, самые низкие в варианте кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 0,74 млн (таблица 4.9).

Таблица 4.9. Общая биогенность по срокам за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,12	5,46	3,06	3,55
	20-40	0,88	6,87	1,13	2,96
	<b>0-40</b>	<b>1,50</b>	<b>6,17</b>	<b>2,09</b>	<b>3,25</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,81	1,77	3,73	2,10
	20-40	1,79	2,79	5,58	3,39
	<b>0-40</b>	<b>1,30</b>	<b>2,28</b>	<b>4,66</b>	<b>2,75</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,77	2,41	2,24	2,14
	20-40	1,25	1,83	3,53	2,20
	<b>0-40</b>	<b>1,51</b>	<b>2,12</b>	<b>2,88</b>	<b>2,17</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,38	4,03	1,99	2,47
	20-40	1,39	2,35	2,45	2,06
	<b>0-40</b>	<b>1,39</b>	<b>3,19</b>	<b>2,22</b>	<b>2,27</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	2,18	2,80	1,88	2,29
	20-40	1,22	5,10	1,90	2,74
	<b>0-40</b>	<b>1,70</b>	<b>3,95</b>	<b>1,89</b>	<b>2,51</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,93	3,62	1,80	2,45
	20-40	0,70	2,43	1,23	1,45
	<b>0-40</b>	<b>1,32</b>	<b>3,03</b>	<b>1,52</b>	<b>1,96</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	2,68	4,44	1,46	2,86
	20-40	1,39	1,91	4,21	2,50
	<b>0-40</b>	<b>2,04</b>	<b>3,17</b>	<b>2,84</b>	<b>2,68</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,84	5,00	2,01	2,95
	20-40	3,42	6,44	1,18	3,68
	<b>0-40</b>	<b>2,63</b>	<b>5,72</b>	<b>1,60</b>	<b>3,32</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,53	3,22	1,63	1,79
	20-40	0,94	1,31	1,76	1,34
	<b>0-40</b>	<b>0,74</b>	<b>2,26</b>	<b>1,70</b>	<b>1,57</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,33	3,71	2,15	2,40
	20-40	0,41	3,83	2,36	2,20
	<b>0-40</b>	<b>0,87</b>	<b>3,77</b>	<b>2,25</b>	<b>2,30</b>
11.Суданская трава	0-20	2,32	1,90	1,30	1,84
	20-40	1,80	2,97	4,10	2,96
	<b>0-40</b>	<b>2,06</b>	<b>2,43</b>	<b>2,70</b>	<b>2,40</b>

Во второй срок определения наблюдается неравномерное распределение микроорганизмов. Самые высокие показатели были отмечены в варианте с чистыми посевами костреца безостого – 6,17 млн.

Высокие показатели общей биогенности в третий срок наблюдения были отмечены в варианте с чистыми посевами житняка гребневидного – 4,66 млн. В целом за 2018 год высокий уровень общей биогенности почвы отмечен в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная, а самые низкие в варианте кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 1,57 млн (рисунок 4.9).

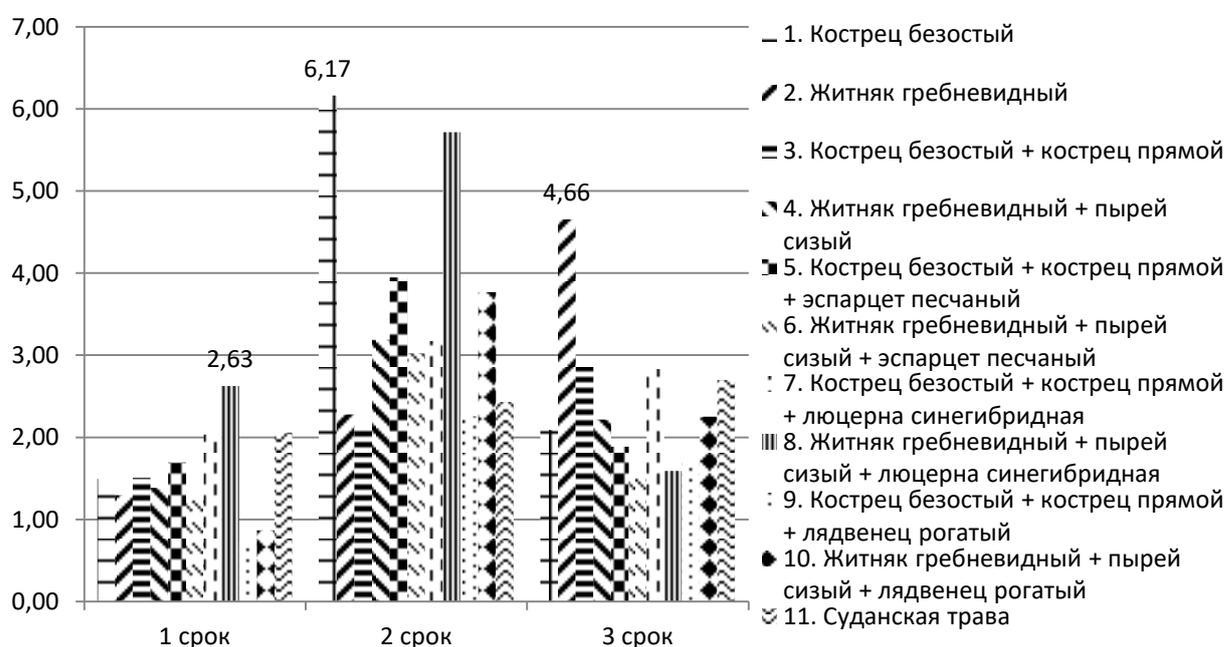


Рисунок 4.9. Динамика общей биогенности почвы в слое 0–40 см за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Низкую численность микроорганизмов в посевах лядвенца рогатого можно объяснить тем, что в фазе массового цветения в листьях и цветках в отдельные годы может накапливаться небольшое количество синильной кислоты, что может угнетать рост микроорганизмов.

За 2017 год накопленная сумма активных температур составила 2662 градуса, что на 100 градусов не достигает среднего значения. Общее количество осадков за указанный период составило 283 мм, что на 23 % превышает

среднемноголетнее значение (230 мм). Гидротермический коэффициент оказался равным 1,75.

Анализ численности микромицетов (таблица 4.10) в первый срок определения показал, что наибольшее их количество было отмечено в вариантах житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый – 22,36 тыс.

Таблица 4.10. Численность микромицетов за 2017 год (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	23,67	52,34	41,50	39,17
	20-40	15,62	59,38	27,29	34,09
	<b>0-40</b>	<b>19,64</b>	<b>55,86</b>	<b>34,39</b>	<b>36,63</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	13,56	46,88	21,99	27,47
	20-40	9,17	25,27	29,33	21,26
	<b>0-40</b>	<b>11,36</b>	<b>36,07</b>	<b>25,66</b>	<b>24,37</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	12,49	28,47	48,02	29,66
	20-40	10,19	48,18	57,92	38,76
	<b>0-40</b>	<b>11,34</b>	<b>38,33</b>	<b>52,97</b>	<b>34,21</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	15,14	35,18	25,02	25,11
	20-40	21,47	22,07	57,81	33,78
	<b>0-40</b>	<b>18,30</b>	<b>28,63</b>	<b>41,42</b>	<b>29,45</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	8,85	79,14	30,79	39,59
	20-40	18,02	40,81	42,18	33,67
	<b>0-40</b>	<b>13,43</b>	<b>59,98</b>	<b>36,48</b>	<b>36,63</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	16,59	27,87	25,52	23,33
	20-40	20,04	26,25	59,57	35,29
	<b>0-40</b>	<b>18,32</b>	<b>27,06</b>	<b>42,54</b>	<b>29,31</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегбридная	0-20	8,53	101,63	24,20	44,79
	20-40	15,41	42,84	22,11	26,79
	<b>0-40</b>	<b>11,97</b>	<b>72,24</b>	<b>23,16</b>	<b>35,79</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегбридная	0-20	7,69	43,68	17,53	22,97
	20-40	24,21	27,08	38,98	30,09
	<b>0-40</b>	<b>15,95</b>	<b>35,38</b>	<b>28,25</b>	<b>26,53</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	17,47	22,31	32,90	24,22
	20-40	16,87	7,20	66,25	30,10
	<b>0-40</b>	<b>17,17</b>	<b>14,76</b>	<b>49,57</b>	<b>27,16</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	19,16	14,23	11,34	14,91
	20-40	25,56	36,61	15,69	25,96
	<b>0-40</b>	<b>22,36</b>	<b>25,42</b>	<b>13,52</b>	<b>20,43</b>
11.Суданская трава	0-20	21,64	42,35	22,25	28,74
	20-40	16,73	24,27	20,73	20,58
	<b>0-40</b>	<b>19,18</b>	<b>33,31</b>	<b>21,49</b>	<b>24,66</b>

Самое низкое значение отмечено в вариантах житняк гребневидный – 11,36 тыс., кострец безостый + кострец прямой – 11,34 тыс. В среднем по всем вариантам численность микромицетов была больше в слое почвы 20–40 см.

Во второй срок определения численность микромицетов резко возросла и превышала численность в первый срок определения на 58%. Кроме этого наибольшая численность наблюдалась в верхних слоях почвы 0–20 см. Высокая численность микромицетов была отмечена в варианте кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная – 72,24 тыс., самая низкая кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 14,76 тыс.

В третий срок определения численность микромицетов практически осталась на прежнем уровне, однако наибольшее количество микромицетов было отмечено в нижних слоях почвы 20–40 см. Самые высокие показатели были отмечены в варианте кострец безостый + кострец прямой – 52,97 тыс., а самые низкие в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый – 13,52 тыс.

В целом за сезон 2017 года наибольшая численность микромицетов отмечалась в вариантах с чистыми посевами костреца безостого – 36,63 тыс., и в посевах кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный и с люцерной синегибридной – 36,63 тыс., и 35,79 тыс.

Анализируя распределение бактериальной микрофлоры (таблица 4.11) в первый срок определения, следует отметить высокие показатели в посевах суданской травы – 6,88 млн, низкие показатели отмечены в варианте кострец безостый + кострец прямой – 2,05 млн.

Во второй срок в большинстве вариантов наблюдается депрессия численности бактерий, однако в сравнении с 2018 годом численность бактерий остаётся на довольно высоком уровне. В вариантах житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная отмечены самые высокие показатели 11,14 млн. Самые низкие показатели отмечены в варианте житняк гребне-

видный + пырей сизый – 1,40 млн. Кроме этого в верхних слоях почвы 0–20 см численность бактерий была выше на 15%, чем в нижних слоях 20–40 см.

Таблица 4.11. Численность бактерий за 2017 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	3,44	2,12	10,88	5,48
	20-40	4,22	2,61	27,20	11,34
	<b>0-40</b>	<b>3,83</b>	<b>2,36</b>	<b>19,04</b>	<b>8,41</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	3,09	1,28	13,72	6,03
	20-40	2,50	2,53	11,21	5,41
	<b>0-40</b>	<b>2,80</b>	<b>1,90</b>	<b>12,46</b>	<b>5,72</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,38	5,00	15,05	7,14
	20-40	2,72	1,43	5,83	3,33
	<b>0-40</b>	<b>2,05</b>	<b>3,22</b>	<b>10,44</b>	<b>5,24</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	4,80	1,80	16,33	7,64
	20-40	4,25	1,00	13,87	6,38
	<b>0-40</b>	<b>4,53</b>	<b>1,40</b>	<b>15,10</b>	<b>7,01</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,44	1,59	19,81	8,95
	20-40	6,69	2,46	14,21	7,79
	<b>0-40</b>	<b>6,07</b>	<b>2,02</b>	<b>17,01</b>	<b>8,37</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,98	2,58	20,77	9,44
	20-40	4,86	1,97	18,40	8,41
	<b>0-40</b>	<b>4,92</b>	<b>2,28</b>	<b>19,58</b>	<b>8,93</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,28	1,81	5,46	2,85
	20-40	4,88	2,22	9,02	5,37
	<b>0-40</b>	<b>3,08</b>	<b>2,02</b>	<b>7,24</b>	<b>4,11</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,01	20,47	18,20	13,56
	20-40	4,58	1,81	7,04	4,48
	<b>0-40</b>	<b>3,30</b>	<b>11,14</b>	<b>12,62</b>	<b>9,02</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	4,01	1,25	8,77	4,68
	20-40	5,84	1,92	8,60	5,45
	<b>0-40</b>	<b>4,92</b>	<b>1,59</b>	<b>8,69</b>	<b>5,07</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	4,75	1,88	20,58	9,07
	20-40	6,35	15,59	10,99	10,97
	<b>0-40</b>	<b>5,55</b>	<b>8,74</b>	<b>15,78</b>	<b>10,02</b>
11.Суданская трава	0-20	6,27	1,96	6,16	4,80
	20-40	7,49	2,11	13,38	7,66
	<b>0-40</b>	<b>6,88</b>	<b>2,03</b>	<b>9,77</b>	<b>6,23</b>

В третий срок определения был отмечен резкий рост численности бактерий по всем вариантам опыта и превышал показатели второго срока определения более чем в 3,5 раза.

Таблица 4.12. Численность актиномицетов за 2017 год (млн КОЕ\1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,08	0,03	1,89	0,67
	20-40	0,02	0,03	0,37	0,14
	<b>0-40</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>1,13</b>	<b>0,40</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,24	0,04	1,13	0,47
	20-40	0,03	0,00	2,17	0,73
	<b>0-40</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>	<b>1,65</b>	<b>0,60</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,27	0,02	1,35	0,55
	20-40	0,20	0,01	1,22	0,48
	<b>0-40</b>	<b>0,24</b>	<b>0,02</b>	<b>1,28</b>	<b>0,51</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,13	0,05	1,14	0,44
	20-40	0,16	0,15	0,92	0,41
	<b>0-40</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>1,03</b>	<b>0,43</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,28	0,08	0,96	0,44
	20-40	0,16	0,03	1,17	0,45
	<b>0-40</b>	<b>0,22</b>	<b>0,05</b>	<b>1,07</b>	<b>0,45</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,20	0,03	1,13	0,45
	20-40	0,19	0,25	0,39	0,28
	<b>0-40</b>	<b>0,19</b>	<b>0,14</b>	<b>0,76</b>	<b>0,36</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,69	0,18	1,72	0,87
	20-40	0,10	0,14	0,54	0,26
	<b>0-40</b>	<b>0,39</b>	<b>0,16</b>	<b>1,13</b>	<b>0,56</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	0,41	0,16	0,41	0,33
	20-40	0,06	0,06	1,26	0,46
	<b>0-40</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,84</b>	<b>0,39</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,47	0,02	0,29	0,26
	20-40	0,21	0,02	0,77	0,33
	<b>0-40</b>	<b>0,34</b>	<b>0,02</b>	<b>0,53</b>	<b>0,30</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	0,24	0,03	0,23	0,17
	20-40	0,25	0,13	1,45	0,61
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>0,08</b>	<b>0,84</b>	<b>0,39</b>
11.Суданская трава	0-20	0,06	0,29	1,06	0,47
	20-40	0,16	0,02	0,85	0,34
	<b>0-40</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,95</b>	<b>0,41</b>

Самый высокий рост численности наблюдался в вариантах со смешанными посевами житняка гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный – 19,58 млн. Численность бактериальной микрофлоры в слое почвы 0–20 см была выше на 10%, чем в слое почвы 20–40 см.

Анализ динамики численности актиномицетов (таблица 4.12) показал невысокий их рост в первый срок определения, самые высокие показатели отмечены в варианте кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 0,34 млн, самый низкий в чистых посевах костреца безостого – 0,05 млн. В среднем по всем вариантам численность актиномицетов в слое 0–20 см была выше в два раза, чем в слое 20–40 см.

Во второй срок определения численности актиномицетов наблюдалась выраженная депрессия по всем вариантам опыта. В варианте с посевами суданской травы были отмечены самые высокие показатели – 0,16 млн. Самые низкие показатели отмечены в чистых посевах злаковых трав 0,02–0,03 млн.

В третий срок определения численность актиномицетов была выше по всем вариантам опыта и превышала численность первого и второго срока почти в 7 раз. В варианте с чистыми посевами житняка гребневидного были самые высокие показатели 1,65 млн, самые низкие показатели были отмечены в варианте кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый – 0,34 млн.

Анализ данных по общей биогенности почвы за 2017 год (рисунок 4.10) показал, что в третий срок определения была отмечена самая высокая численность микрофлоры. Стоит отметить, что август был самым теплым месяцем с температурой 21,4°C, что на 2,1 градуса выше нормы. Кроме этого количество осадков, выпавших в 2017 году, составило 643,5 мм, что на 111,5 мм (т.е. на 21 %) превышает норму (532 мм по средним данным). Повышенным увлажнением характеризовались условия с апреля по июнь, а также сентябрь и октябрь. На эти месяцы пришлось почти 88% годовой суммы осадков. Данные метеорологические условия способствовали резкому повышению активности микрофлоры почвы.

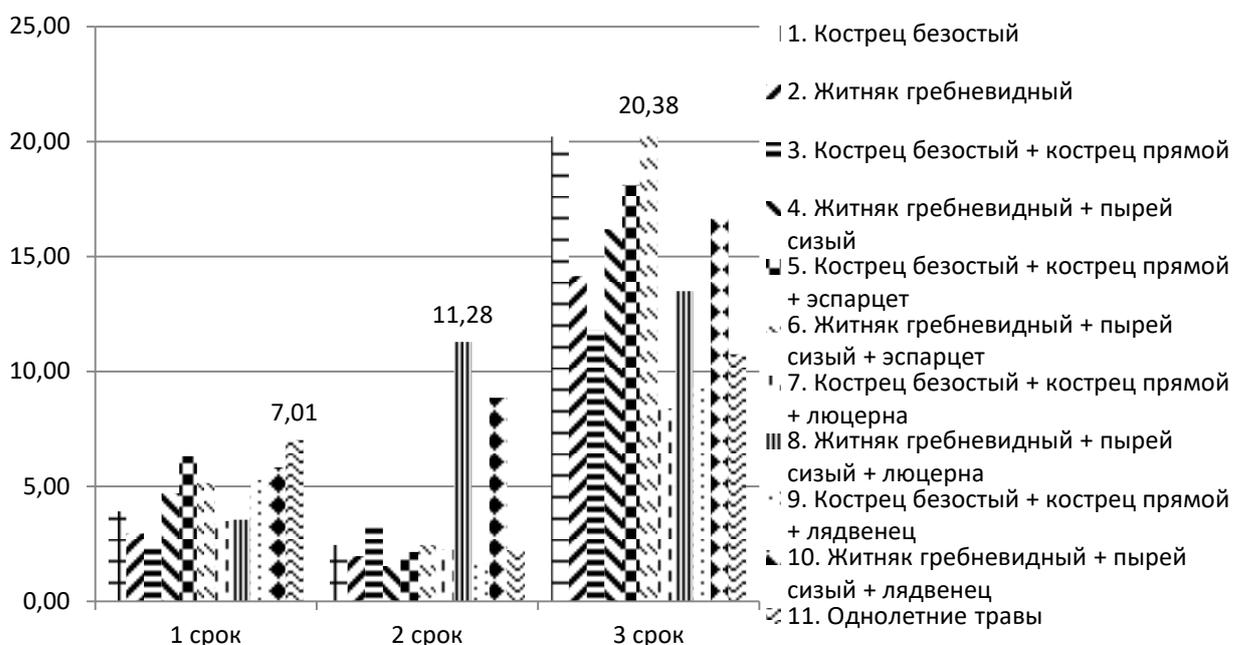


Рисунок 4.10. Динамика общей биогенности почвы в слое 0–40 см за 2017 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

В целом за 2017 год в вариантах житняка гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный, +люцерна синегибридная и + лядвенец рогатый были отмечена самые высокие показатели численности микрофлоры почвы. Это объясняется тем, что корневая система бобовых культур синтезирует достаточное количество корневых выделений, повышая численность микроорганизмов в ризосфере, а также за счет органических продуктов разложения и гумификации прижизненно отмирающих корешков.

### 4.3. Ферментативная активность почвы

Плодородие почвы во многом определяется интенсивностью и направленностью ферментативных реакций. Активность этих процессов является универсальным показателем физиологического состояния всего живого населения почвы и отражает внутренние биохимические процессы.

Микроорганизмы почвы являются активными продуцентами ферментов-катализаторов белковой природы. Так как все биологические процессы, связанные с превращением веществ и энергии в почве, осуществляются с помощью ферментов, играющих важную роль в мобилизации элементов пита-

ния растений, а также обуславливающих интенсивность и направленность наиболее важных биохимических процессов, связанных с синтезом и распадом гумуса, гидролизом органических соединений и окислительно-восстановительным режимом почвы, оценке биологического состояния почв необходимо определять и её ферментативную активность.

Ферментативную активность почвы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия различных почв, потому что активность ферментов отражает не только биологические свойства почвы, но и их изменения под влиянием агроэкологических факторов.

Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы, участвующих в процессах гумусообразования, является показательной характеристикой процессов синтеза и распада гумусовых веществ в почве.

Анализ полифенолоксидазной активности (ПФО) показал (рисунок 4.11), что в среднем за три года исследований наибольшая активность ПФО наблюдается в первый срок определения. Высокая активность ПФО наблюдалась в посевах житняк гребневидный, житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная, кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый и житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый. Если принять среднее значение по всем вариантам, то активность ПФО в верхних слоях почвы в первый срок определения имеет значение 4,76 мг/1 гр почвы, а в слое 20–40 см – 5,08 мг/1 гр почвы, т.е. активность ПФО в нижнем горизонте почвы выше.

Во второй срок определения наблюдается спад активности ПФО. В посевах кострец безостый + кострец прямой и суданская трава в среднем за 2016-2018 гг. отмечены высокие показатели активности ПФО. В среднем по всем вариантам активность ПФО была равномерна по всем слоям почвы.

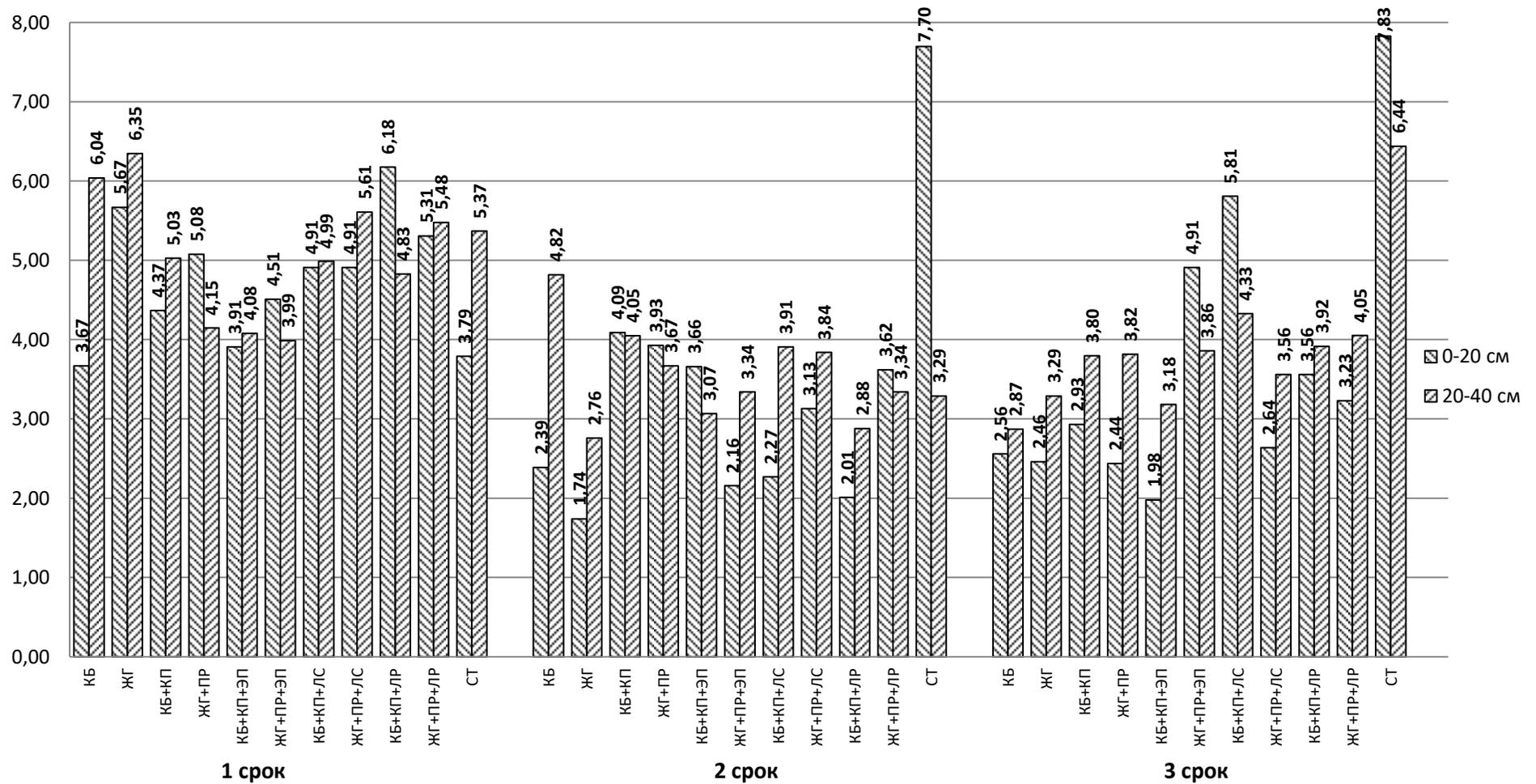


Рисунок 4.11. Активность полифенолоксидазы по срокам в среднем за 2016–2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

КБ–Кострец безостый; ЖГ–Житняк гребневидный; КБ+КП–Кострец безостый+кострец прямой; ЖГ+ПР–Житняк гребневидный+пырей сизый; КБ+КП+ЭП–Кострец безостый+кострец прямой+эспарцет песчаный; ЖГ+ПР+ЭП–Житняк гребневидный+пырей сизый+эспарцет песчаный; КБ+КП+ЛС–Кострец безостый+кострец прямой+люцерна синегибридная; ЖГ+ПР+ЛС–Житняк гребневидный+пырей сизый+люцерна синегибридная; КБ+КП+ЛР–Кострец безостый+кострец прямой+лядвенец рогатый; ЖГ+ПР+ЛР–Житняк гребневидный+пырей сизый+лядвенец рогатый; СТ–Суданская трава.

В третий срок определения активность ПФО остается на низком уровне, однако в варианте суданская трава наблюдается резкая активность фермента, как и во второй срок наблюдения. В вариантах житняк гребневидный + пырей сизый и в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный также наблюдается высокая активность ПФО, выше чем в других изучаемых вариантах. Если принять среднее значение по всем вариантам, то активность ПФО в верхних слоях почвы в третий срок определения имеет значение 7,83 мг/1 гр почвы, а в слое 20–40 см – 3,87 мг/1 гр почвы, т.е. активность ПФО в верхнем горизонте почвы выше. В процессе изменения состава органических веществ в почве, происходит увеличение активности ПФО, таким образом, происходит накопление гуминовых кислот и повышение их конденсированности.

В среднем за три года исследований наблюдается повышение активности ПФО с 2016 года по 2018 год (рисунок 4.12).

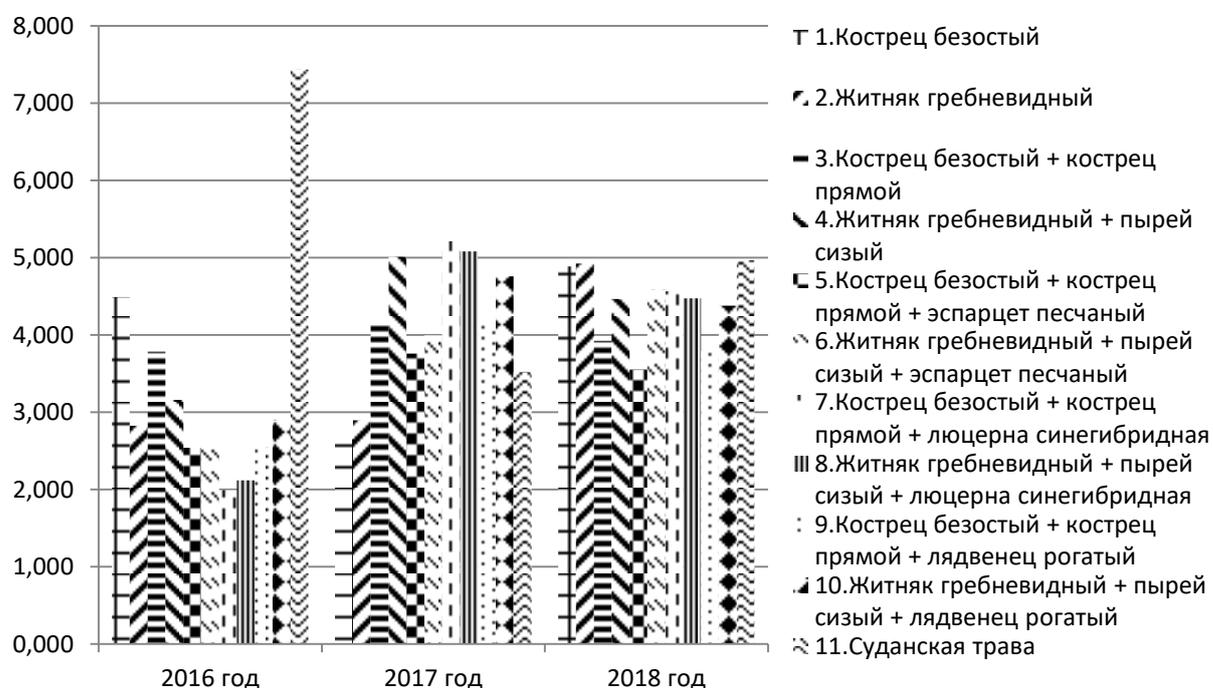


Рисунок 4.12. Динамика активности полифенолоксидазы в слое почвы 0–40 см за 2016–2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Показатель выше в вариантах кострец безостый, житняк гребневидный + пырей сизый и с посевами суданской травы, однако в последнем варианте, не смотря на самые высокие показатели активности ПФО, наблюдается спад данного показателя с 2016 по 2018 год.

В вариантах кострец безостый + кострец прямой, кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный наблюдалась самая низкая активность ПФО. Кроме этого анализ полифенолоксидазы по годам исследований показывает, что активность данного фермента в меньшей степени зависит от гидротермического коэффициента.

Пероксидаза катализирует окисление органических веществ почвы (моно-, ди-, трифенолов, аминов, некоторых гетероциклических соединений) за счет кислорода, выделяющегося при разложении перекиси водорода и других органических перекисей. Под действием кислорода перекиси при участии пероксидазы полифенолы окисляются и переходят в хиноны.

Анализ трехлетних исследований показал, что активность пероксидазы имеет различные показатели, как между исследуемыми вариантами, так и в разные периоды определения (рисунок 4.13).

В первый срок определения активности пероксидазы наблюдаются самые высокие показатели. В среднем за три года исследований активность пероксидазы была выше в вариантах житняк гребневидный и кострец безостый + кострец прямой + эспарцет, самые низкие отмечались в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная.

Во второй срок определения отмечен спад активности пероксидазы по всем вариантам, только в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный активность в среднем за три года стала выше, чем в первый срок определения. Самые низкие показатели отмечены в варианте кострец безостый.

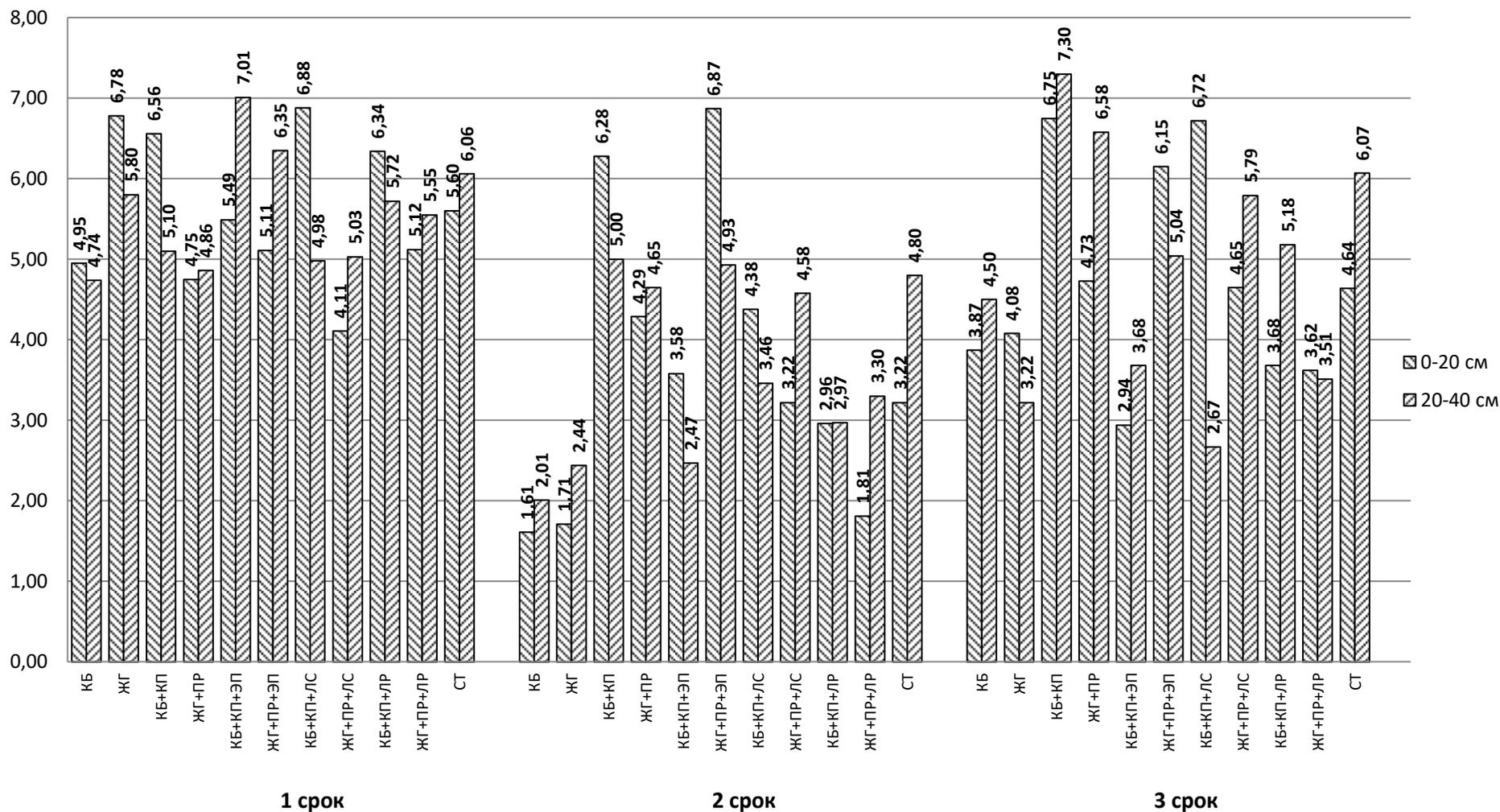


Рисунок 4.13. Активность пероксидазы по срокам в среднем за 2016–2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

КБ–Кострец безостый; ЖГ–Житняк гребневидный; КБ+КП–Кострец безостый+кострец прямой; ЖГ+ПР–Житняк гребневидный+пырей сизый; КБ+КП+ЭП–Кострец безостый+кострец прямой+эспарцет песчаный; ЖГ+ПР+ЭП–Житняк гребневидный+пырей сизый+эспарцет песчаный; КБ+КП+ЛС–Кострец безостый+кострец прямой+люцерна синегибридная; ЖГ+ПР+ЛС–Житняк гребневидный+пырей сизый+люцерна синегибридная; КБ+КП+ЛР–Кострец безостый+кострец прямой+лядвенец рогатый; ЖГ+ПР+ЛР–Житняк гребневидный+пырей сизый+лядвенец рогатый; СТ–Суданская трава.

В третий срок определения в среднем за три года исследований отмечен незначительный рост активности пероксидазы во всех вариантах опыта. Высокие показатели наблюдались в вариантах кострец безостый + кострец прямой и житняк гребневидный + пырей сизый.

Анализ динамики активности пероксидазы по годам показывает (рисунок 4.14), что значения данного показателя наиболее вариабельны в каждый год исследования, однако в среднем самые высокие показатели отмечены в вариантах кострец безостый + кострец прямой и житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный.

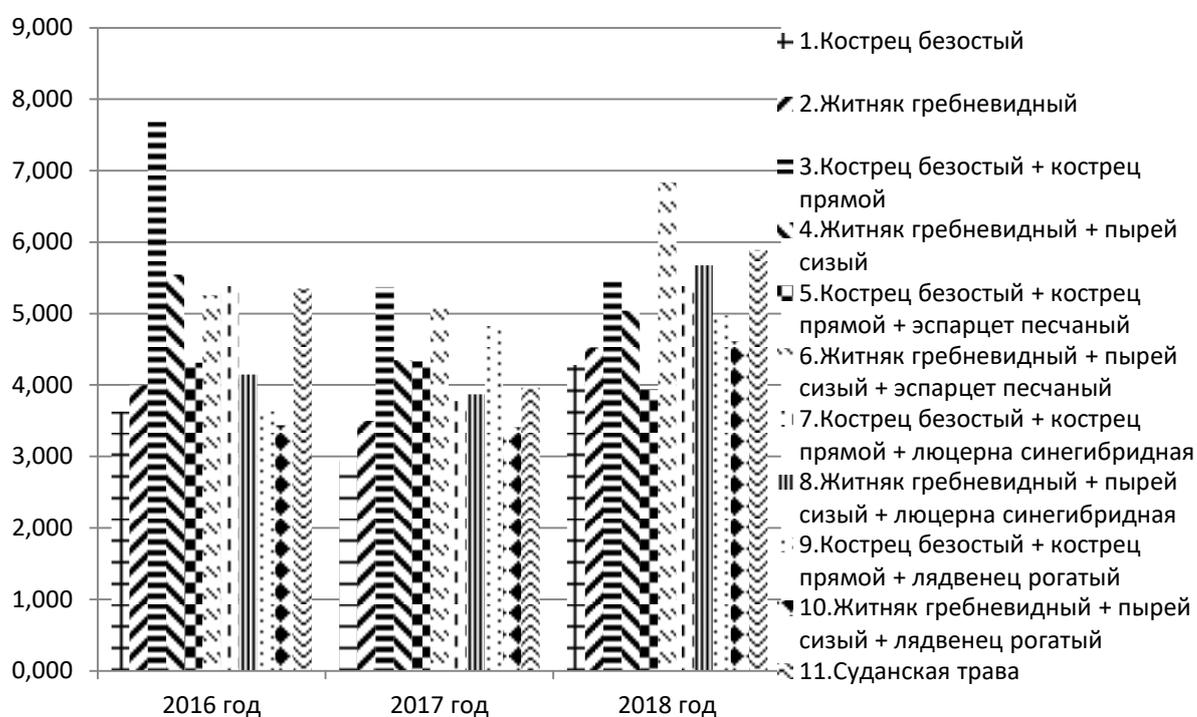


Рисунок 4.14. Динамика активности пероксидазы в слое почвы 0-40 см за 2016–2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Корреляционный анализ активности ПФО и пероксидазы показал (рисунок 4.15), что за три года исследований наблюдалась положительная корреляция ( $r=0,78$ ) между этими показателями. Особенно заметно было отмечено в первый срок определения ( $r=0,83$ ).

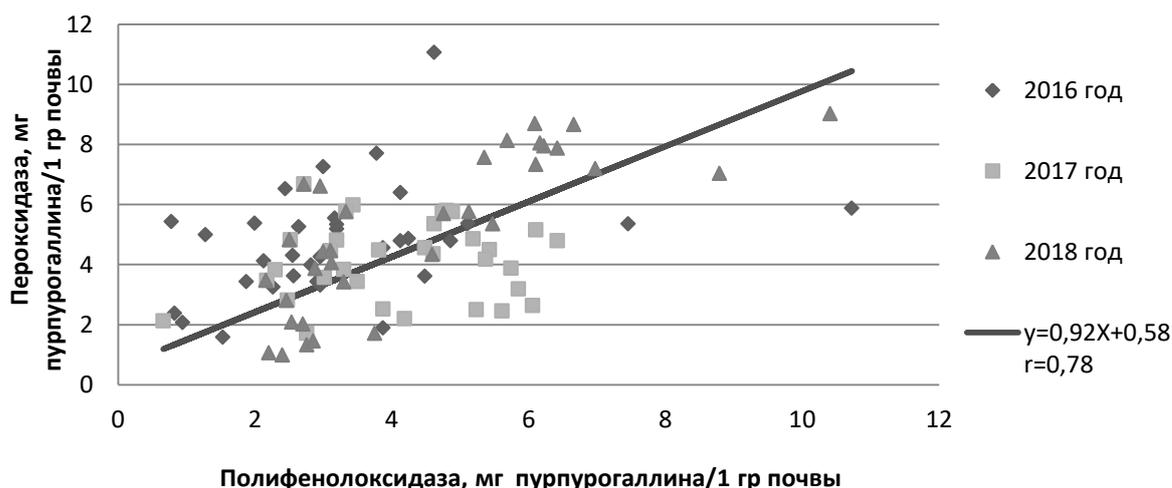


Рисунок 4.15. Корреляционная связь между полифенолоксидазной и пероксидазной активностью в среднем за 2016–2018 гг.

В процессе исследований была выявлена корреляция между активностью пероксидазы и численностью бактерий. Так в среднем за три года исследований во второй срок определения наблюдалась положительная корреляция ( $r=0,37$ ) между двумя этими показателями (рисунок 4.16). Однако в травостоях с чистыми и смешанными посевами злаковых трав корреляционная связь между численностью бактерий и ферментом пероксидаза была значительно выше ( $r=0,58$ ).

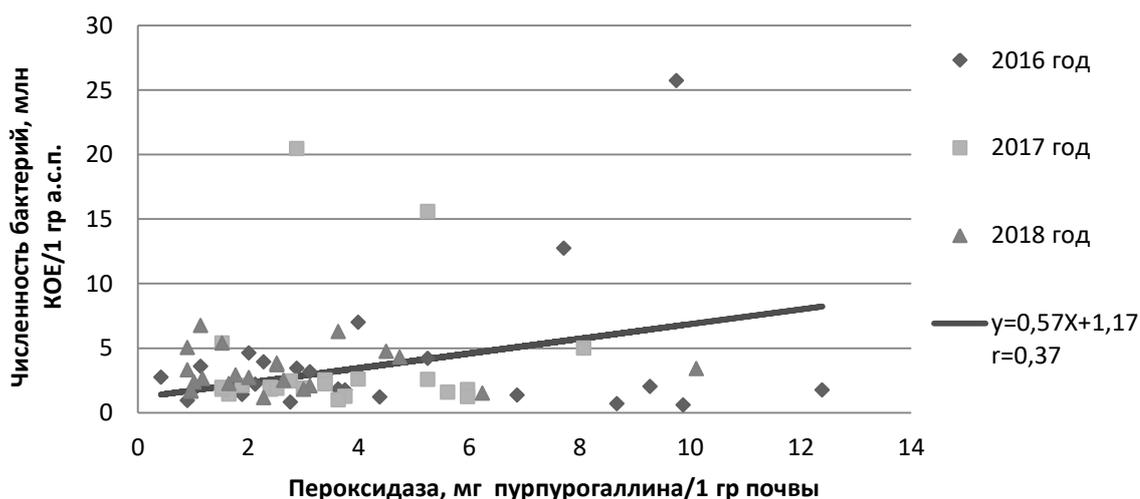


Рисунок 4.16. Корреляционная связь активности пероксидазы с численностью бактериальной микрофлоры во второй срок определения в среднем за 2016-2018 гг.

Таким образом, в середине вегетации трансформация органического вещества, мобилизация макро- и микроэлементов в почвах осуществляются с помощью ферментов, как находящихся в почве в адсорбированном состоянии, так и в составе бактериальной микрофлоры.

В первый срок взятия проб наблюдается отрицательная корреляция ( $r=-0,48$ ) между активностью пероксидазы и численностью бактерий. Особенно в верхних горизонтах почвы ( $r=-0,5$ ). Накопление ферментов в почве происходит, в первую очередь, за счет внеклеточных ферментов, выделенных микроорганизмами, поступивших после отмирания растений и животных, которые находятся в иммобилизованном состоянии, то есть скомплексированы с почвенными компонентами - минеральной частью и гумусом. Таким образом, ферментный пул почвы очень богат, разнообразен и участвует на всех этапах трансформации поступающих в почву органических соединений, и является важнейшим регулятором биохимического гомеостаза почвы.

Отношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы является условным коэффициентом гумификации и в определенной степени может характеризовать направленность этого процесса.

В первый срок определения в среднем за три года исследования коэффициент гумификации был выше в вариантах житняк гребневидный + пырей сизый – 1,10, житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 1,24, и +лядвенец рогатый – 1,28. В остальных вариантах коэффициент гумификации варьировался от 0,63 до 0,96 (рисунок 4.17).

Во второй срок определения были отмечены самые высокие показатели коэффициента гумификации за три года исследований, самые высокие наблюдались в вариантах кострец безостый – 2,77 и суданская трава – 2,36. В среднем их показатели превышали остальные варианты практически в два раза.

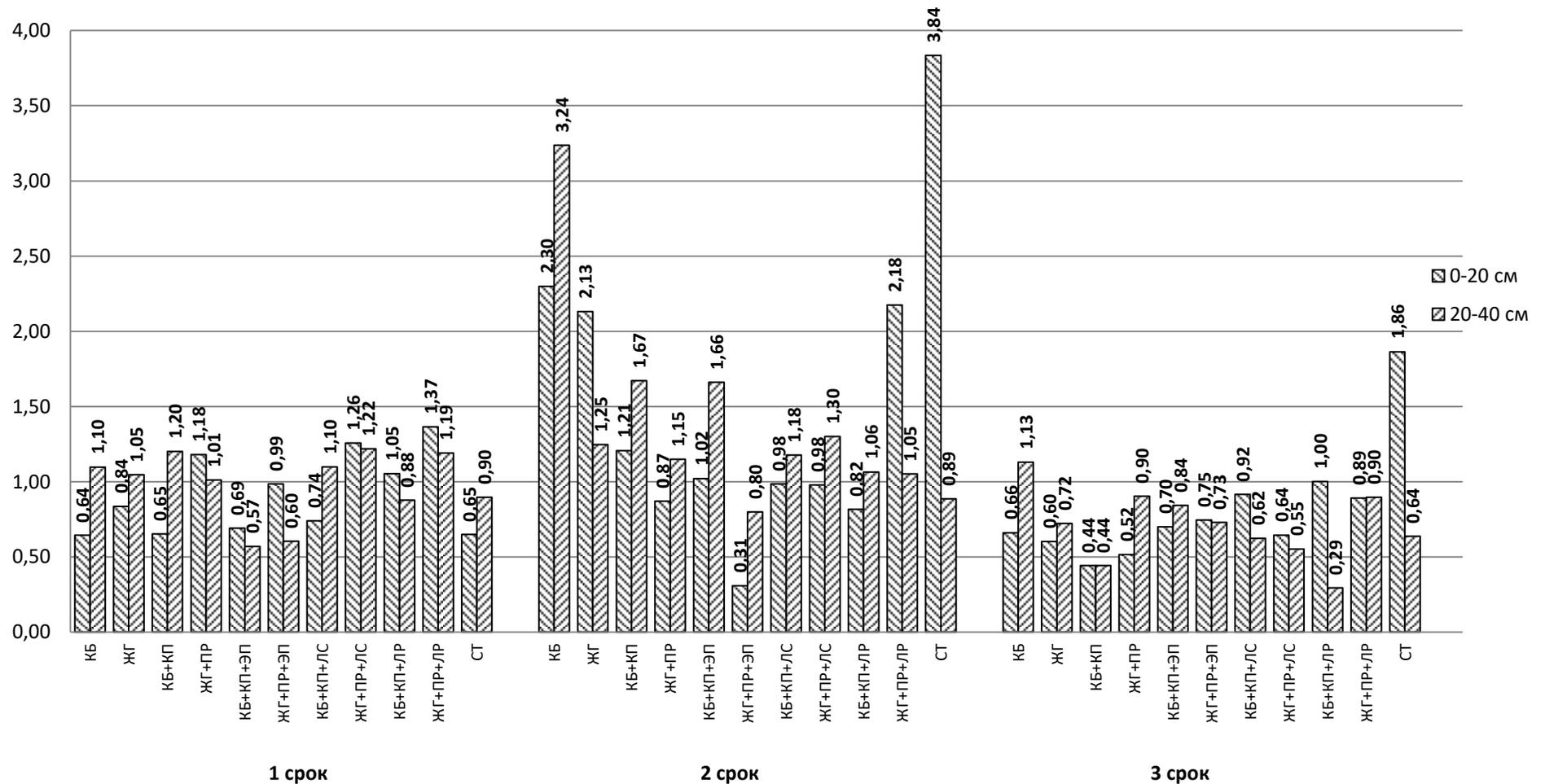


Рисунок 4.17. Коэффициент гумификации по срокам определения в среднем за 2016–2018 гг.

КБ–Кострец безостый; ЖГ–Житняк гребневидный; КБ+КП–Кострец безостый+кострец прямой; ЖГ+ПР–Житняк гребневидный+пырей сизый; КБ+КП+ЭП–Кострец безостый+кострец прямой+эспарцет песчаный; ЖГ+ПР+ЭП–Житняк гребневидный+пырей сизый+эспарцет песчаный; КБ+КП+ЛС–Кострец безостый+кострец прямой+люцерна синегибридная; ЖГ+ПР+ЛС–Житняк гребневидный+пырей сизый+люцерна синегибридная; КБ+КП+ЛР–Кострец безостый+кострец прямой+лядвенец рогатый; ЖГ+ПР+ЛР–Житняк гребневидный+пырей сизый+лядвенец рогатый; СТ–Суданская трава.

В большинстве вариантов коэффициент гумификации был больше 1, что свидетельствует о преобладании процессов синтеза гумусовых веществ во второй срок определения.

В третий срок определения наблюдалось незначительное падение коэффициента гумификации, однако, также как и во второй срок определения, высокие показатели держались в варианте суданская трава – 1,25 и кострец безостый – 0,90.

Анализ коэффициента гумификации по срокам определения показывает, что во второй срок гумификация органического вещества происходит интенсивнее во всех вариантах, что может говорить о том, что засушливые условия в середине лета способствуют лучшей трансформации органического вещества, чем в сроки с более низкой температурой и высокой влажностью почвы.

В среднем за годы исследований высокие показатели коэффициента гумификации наблюдаются в вариантах кострец безостый и суданская трава. Однако анализ динамики данного показателя отдельно по годам показывает, что коэффициент гумификации в отмеченных вариантах, хоть и превышает показатели в среднем по всему опыту, с каждым годом значения коэффициента падают. Так в варианте кострец безостый в 2016 году коэффициент гумификации составил 1,83, в варианте суданская трава 2,44, а в 2018 году коэффициент составлял 1,35 и 0,88 соответственно (рисунок 4.18).

В вариантах кострец безостый + кострец прямой, кострец безостый + кострец прямой + эспарцет, житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный и житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый наблюдался обратный эффект. В 2016 году коэффициент гумификации в отмеченных вариантах составлял 0,63, 0,57, 0,53 и 0,77, а в 2018 году коэффициент составлял уже 1,20, 1,26, 0,72 и 1,41 соответственно.

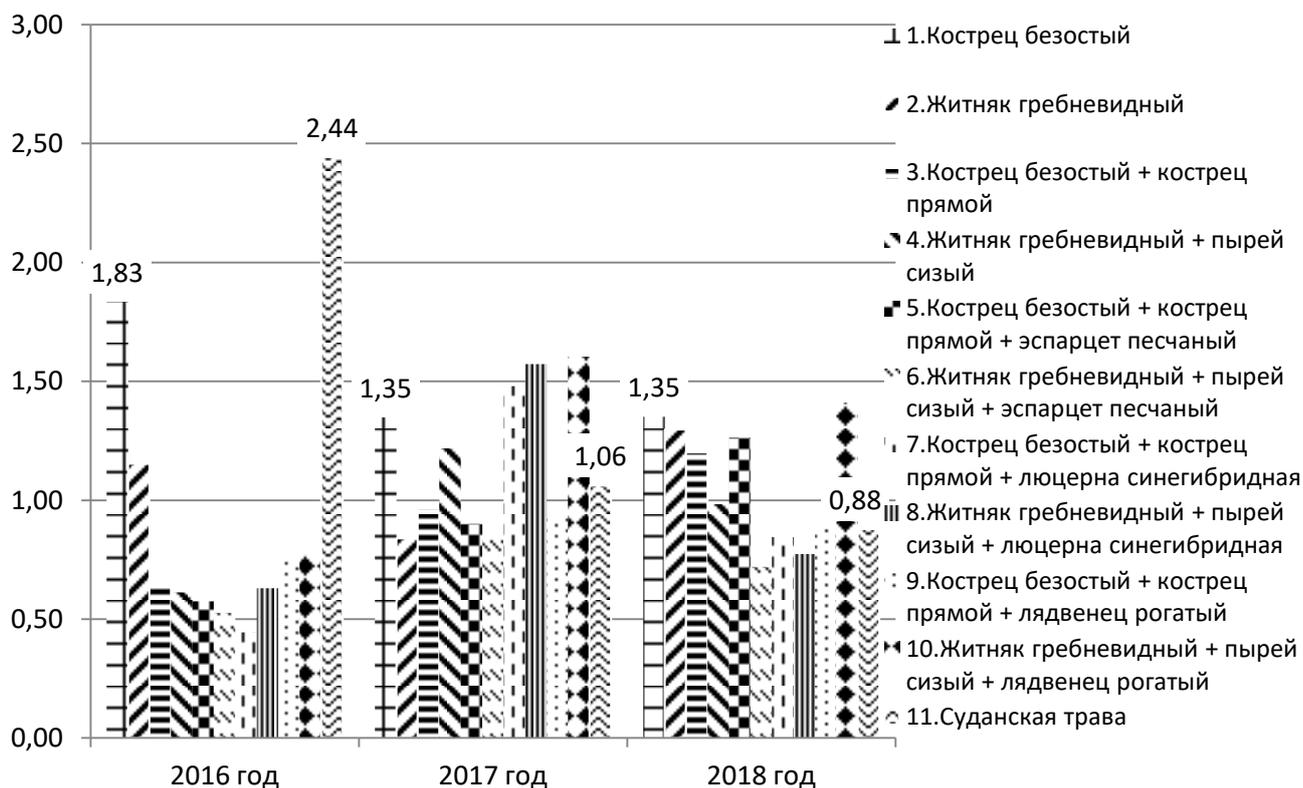


Рисунок 4.18. Коэффициент гумификации в слое почвы 0–40 см в среднем за 2016–2018 гг.

Такие данные свидетельствуют о том, что бобовые культуры способствуют повышению коэффициента гумификации за счет большего накопления органического вещества в почве.

#### 4.4. Структура почвы

В земледелии большое внимание уделяют структуре почв, связывая с ней агрофизические условия, и, следовательно, условия жизни микроорганизмов и растений. За последние десятилетия получена значительная информация в различных аспектах исследования агрофизических свойств почв. Однако такие факторы почвообразования, как время и климат, вносят существенные коррективы в почвенную систему.

В настоящее время установлено, что применение мощных тракторов и другой сельскохозяйственной техники с недопустимо высоким удельным давлением на поверхность почв, явилось одной из главных причин постепен-

ного изменения структурно-агрегатного состояния почв. Непрерывно следующие друг за другом взрыхления и сильные уплотнения пахотного горизонта привели к снижению содержания водостойких агрегатов. В черноземах в сравнении с их естественными аналогами содержание водостойких макроагрегатов в пахотном горизонте резко снижается, прежде всего за счет наиболее гидрофильных представителей, что также ведет к уплотнению почвы. Уплотнение пахотного горизонта черноземов и других типов почв неизбежно ухудшает водопроницаемость, что активизирует поверхностный сток. Переход к ландшафтным системам земледелия позволяет оптимизировать использование земли и других природных ресурсов и осуществить управляемые, экологически обоснованные воздействия на почвенное плодородие. Большое внимание уделяется роли многолетних полевых культур в переорганизации почвенной массы и их влиянию на пищевой режим.

Структура почвы определяется совокупностью агрегатов различной величины, формы и качественного состава. В структурной почве происходят два различных биохимических процесса – аэробный на поверхности структурных комков и анаэробный внутри агрегатов. Последний способствует сохранению органического вещества и переводу элементов зольной пищи растений в неусвояемую растениями форму.

Анализ структурного состояния почвы в среднем за три года исследований показал (таблица 4.13), что в среднем количество фракций размером 10–0,25 мм в пахотном слое 0–20 см составило 74,5%, а в слое 20–40 см 73,2%. В варианте с посевами эспарцета песчаного отмечено самое высокое количество фракций размером 10–0,25 мм, что связано с накоплением массы корней эспарцета песчаного, которые густо переплетают почву, тем самым обеспечивая оструктуривание. Структурный состав почвы в основном слагался крупнокомковатыми (5–10 мм) и мелкозернистыми (1–3 мм) отдельностями и составил в среднем 19,5–20,4% и 20,2–20,8% соответственно. На долю глыбистых элементов приходилось 17,1–19,5%. В варианте суданская трава отмечены самые высокие показатели фракций больше 10 мм.

Таблица 4.13. Структурное состояние почвы в среднем за 2016–2018 гг., мм

Варианты	0–20 см								
	Больше 10	5-10	3-5	1-3	0,5-1	0,25-0,5	Меньше 0,25	$\Sigma$ 10-0,25	Кстр
1. Кострец безостый	51,05	38,99	45,8	67,52	14,94	18,62	13,08	185,87	2,9
2. Житняк гребневидный	46,71	65,15	49,54	37,99	11,96	10,77	27,88	175,41	2,4
3. Кострец безостый + кострец прямой	45,99	53,11	38,97	47,16	25,53	23,76	15,48	188,53	3,1
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	43,68	45,63	49,77	46,29	18,62	27,94	18,07	188,25	3,0
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	38,29	57,99	46,15	56,22	14,41	18,9	18,04	193,67	3,4
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	29,14	52,35	39,7	59,65	19,44	25,12	24,6	196,26	3,7
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибрид.	35,11	50,7	43,01	56,66	18,07	25,66	20,79	194,1	3,5
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибрид.	46,77	57,06	26,85	59,91	22,55	17,06	19,8	183,43	2,8
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	37,85	57,16	47,15	46,8	16,64	24,43	19,97	192,18	3,3
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	44,92	30,25	36,85	52,93	21,41	33,33	30,31	174,77	2,3
11. Суданская трава	51,89	53,29	42,71	40,25	17,48	21,41	22,97	175,14	2,3
	20–40 см								
1. Кострец безостый	42,2	56,26	41,91	68,74	11,45	16,56	12,88	194,92	3,5
2. Житняк гребневидный	48,44	62,61	48,6	46,46	19,5	13,6	10,79	190,77	3,2
3. Кострец безостый + кострец прямой	46,42	48,47	61,13	59,34	9,21	10,84	14,59	188,99	3,1
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	38,26	31,58	54,25	67,22	17,51	22,81	18,37	193,37	3,4
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	37,56	53,99	58,68	43,21	17,86	20,41	18,29	194,15	3,5
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	38,79	56,09	52,08	66,97	8,95	10,38	16,74	194,47	3,5
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибрид.	37,01	61,37	54,05	58,41	9,9	11,91	17,35	195,64	3,6
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибрид.	57,96	52,43	46	38,23	14,12	16,22	25,04	167,00	2,0
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	58,77	50,27	45,25	36,9	20,17	21,15	17,49	173,74	2,3
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	55,24	35,28	56,92	41,87	16,66	21,89	22,14	172,62	2,2
11. Суданская трава	75,26	28,41	61,99	27,55	14,59	13,5	28,7	146,04	1,4

Один из показателей структурного состояния почвы – коэффициент структурности, который определяется отношением массы агрегатов 10 – 0,25 мм к сумме массы агрегатов > 10 мм и < 0,25 мм. Как видно коэффициент структурности зависит от количества агрономически ценных агрегатов. Соответственно, и диапазоны коэффициента структурности, используемые для качественной оценки структуры, составляют: больше 1,5 – отличное агрегатное состояние 1,5 – 0,67 – хорошее, меньше 0,67 – неудовлетворительное.

Коэффициент структурности в зависимости от срока определения колебался в верхних слоях почвы от 1,3 до 5,7, в слое 20–40 см от 0,6 до 7,8. Такая вариабельность связана с непрерывными процессами увлажнения и высыхания в почве. Значительные колебания проявляются в нижнем слое почвы и в среднем отклонения составляют 37,8%. Особенно значительные колебания были отмечены в варианте с посевами суданской травы (58%). В верхнем профиле почвы колебания составляют 24,4%, и также самый высокий показатель отмечен в варианте с суданской травой (41,4%).

Анализ данных по коэффициенту структурности (рисунок 4.19) свидетельствует, что за три года использования посевов с бобовыми травами существенно улучшились агрофизические свойства почвы. Уже начиная со второго года использования травостоя на опытных участках происходило увеличение коэффициента структурности, а к третьему году он возрос в среднем на 16,8 %. Стоит отметить, что в вариантах с посевами житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный, + люцерна синегибридная и + лядвенец рогатый процент возрастания коэффициента структурности с 2016 по 2018 год был 27,7 %, а в посевах кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный, + люцерна синегибридная и + лядвенец рогатый – 6 %.

В целом за три года исследований коэффициент структурности во всех вариантах имеет отличное агрегатное состояние. Самые высокие показатели были отмечены в вариантах с посевами житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный (3,5), кострец безостый + кострец прямой + эспарцет (3,4), кострец безостый + кострец прямой + люцерна (3,4).

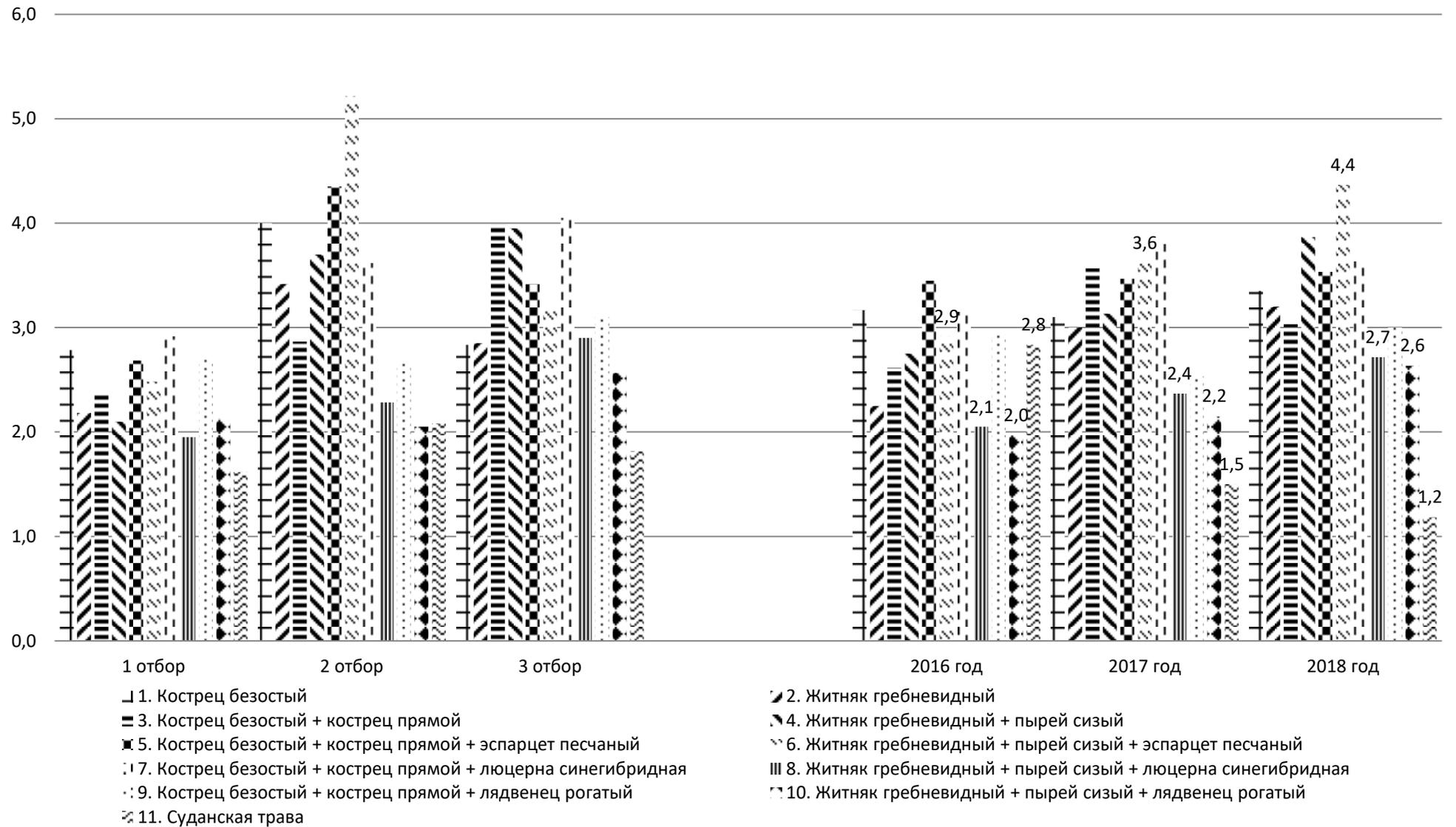


Рисунок 4.19. Коэффициент структурности за 2016–2018 гг. в слое почвы 0–40 см

по срокам и по годам исследований

В среднем за три года во всех вариантах с посевами многолетних трав произошло существенное улучшение структурного состояния, и только в варианте однолетние травы коэффициент структурности с 2,8 упал до 1,2. Это объясняется, скорее всего, проведением механической обработки, что стало фактором разрушения структуры и обуславливает наибольшие объемные изменения, ведущие к образованию крупных структурных отдельностей, поэтому значения коэффициента структурности характеризуют почву поля с посевами суданской травы минимальными величинами в сравнении с делянками, занятыми многолетними травами. Создание почвенных агрегатов под воздействием многолетних трав различно и зависит от развития корневой системы. Проникая в почву, корни дробят ее на отдельности, сдавливают частицы вокруг себя, сближают их, что ведет к образованию почвенных агрегатов различного размера.

Анализ структурного состояния почвы по срокам показал, что в начале вегетационного периода в сравнении с остальным периодом отмечаются низкие показатели коэффициента структурности, по-видимому в весенний период значительные колебания температур способствовали разрушению поверхностной почвенной корки, повышению аэрируемости и потере некоторого количества влаги почвой на испарение, где влажность способствует снижению трения между частицами. В середине вегетации в вариантах отмечается повышение коэффициента структурности. К концу вегетационного сезона отмечалось некоторое снижение коэффициента структурности почвы

На агрофизические свойства почвы в значительной степени влияет влажность, определяя ее плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов. Проведя корреляционный анализ между показателями влажности почвы и коэффициента структурности (рисунок 4.20) выяснилось, что формирование агрегатов находилось в зависимости от степени увлажнения. Корреляционная зависимость образования почвенных макроагрегатов от влажности показывает высокий показатель ( $r=0,78$ ).

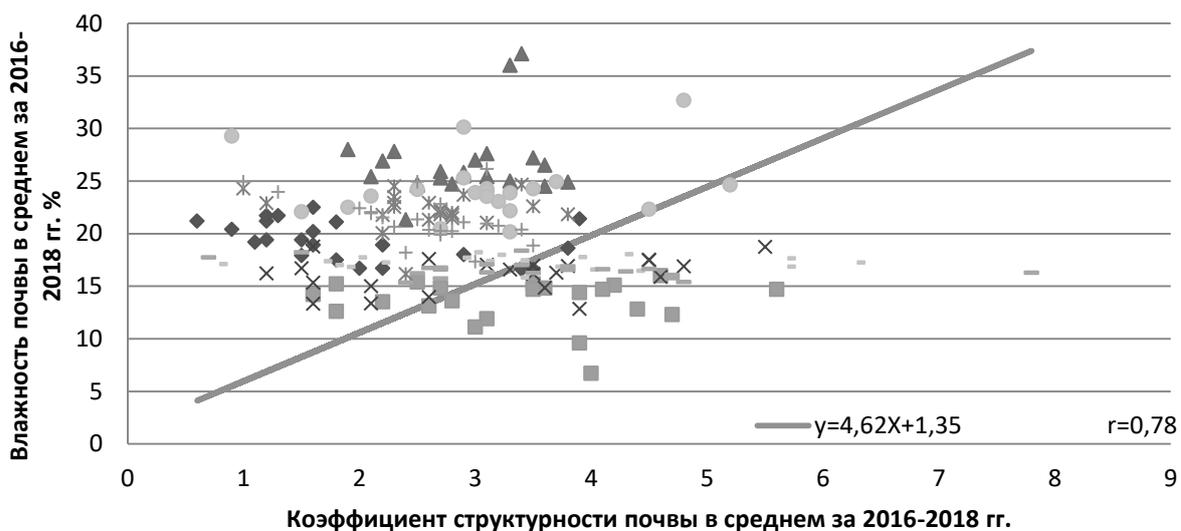


Рисунок 4.20. Корреляционная связь между коэффициентом структурности и влажностью почвы по срокам за 2016-2018 гг.

Таким образом, устойчивость структурного состояния почвы реализуется за счет взаимодействия различных специфических почвенных механизмов, и в большей степени за счет способности почвы к переагрегации в результате многократно повторяющихся в природе циклов набухания и усадки при увлажнении и высыхании, промораживании и оттаивании.

Анализ структурности почвы показал, что использование многолетних трав способствует существенному росту структурности, следовательно, и улучшению водопрочности структуры, разуплотнению пахотного слоя почвы, значительному увеличению водопроницаемости, повышая запасы продуктивной влаги и резко снижая процессы эрозии и дефляции.

Положительная роль многолетних культур в формировании структуры почвы объясняется тем, что корневая система при жизни растений расчленяет почву на агрегаты, скрепляя их сетью корешков, способствует сближению и сцеплению пылеватых частиц вокруг корней при их росте и утолщении. Кроме этого корневая система многолетних трав повышает прочность структуры за счет органических продуктов разложения и гумификации прижизненно отмирающих корешков, а также выделений корневой системы. Чем

больше по массе корневая система, тем сильнее ее оструктурирующее действие на почву.

#### **4.5. Целлюлозолитическая активность почвы**

Биологическая активность почвы может определяться не только по численности отдельных групп микроорганизмов, но и по интенсивности некоторых процессов, вызываемых ими. Целлюлозоразлагающая способность почвы – это один из показателей общей активности ее микроорганизмов и плодородия. Разложение клетчатки осуществляется целлюлозоразрушающими микроорганизмами. Целлюлозолитическая активность может служить характеристикой трансформации органического вещества и определять уровень плодородия почв и продуктивность биоты [1].

Целлюлоза (клетчатка) – наиболее распространенный полисахарид растительного мира, высшие растения на 15 – 50% состоят из целлюлозы. В состав целлюлозы входит более 50% всего органического углерода биосферы, и расщепление ее имеет большое значение в круговороте углерода. Являясь очень устойчивой к действию физико-химических факторов, она легко разлагается микроорганизмами с выделением углерода, который в форме различных соединений участвует в создании почвенного плодородия. Целлюлозу разлагают аэробные микроорганизмы (бактерии и грибы) и анаэробные мезофильные и термофильные бактерии.

Скорость разложения клетчатки в почве зависит от наличия в ней легкодоступного азота, поэтому данный показатель позволяет судить об энергии мобилизации почвенных процессов в целом.

Наиболее чувствительными к антропогенному влиянию групп микроорганизмов являются аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы, которые считаются одним из основных индикаторов плодородия почв.

Скорость разложения органики зависит от субстрата и климата. Для расщепления растительных остатков очень важно присутствие грибов, обра-

зующих фермент целлюлазу, который гидролизует клетчатку в клеточных стенках и таким образом размягчает мертвый субстрат, облегчая заселение его животными-детритофагами. Разложение идет быстрее всего в теплой влажной среде, а при низких температурах и влажности замедляется.

Таблица 4.14. Оценка целлюлозолитической способности почвы, в баллах

1 балл	До 20 %	
2 балла	20-40%	
3 балла	40-60%	
4 балла	60-80%	
5 баллов	Больше 80 %	

Целый ряд микроорганизмов, грибов и растений содержит фермент целлюлазу, гидролизующий клетчатку. Ферменты целлюлозолитического

действия расщепляют оболочки растительных клеток и этим способствуют более полному использованию внутриклеточных питательных компонентов, в частности, протеинов.

Изучение интенсивности разложения целлюлозы проводилось в динамике путем инкубации полосок фильтровальной бумаги на поверхности почвенных пластинок при постоянной влажности. Интенсивность целлюлозоразлагающей активности оценивали визуальным способом в процентах от потери целлюлозы при разложении (таблица 4.14).

За три года исследований активная деятельность аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов наблюдалась в вариантах с посевами житняка гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная, + лядвенец рогатый, и в вариантах кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная, + лядвенец рогатый (рисунок 4.21).



Рисунок 4.21. Целлюлозолитическая активность почвы в слое 0–20 см в вариантах травосмесей с бобовым компонентом

В вариантах с бобовыми культурами целлюлозоразлагающая активность проходила более интенсивно, чем в вариантах с чистыми посевами злаковых трав. Так уже через неделю инкубации разложение целлюлозы в вариантах с посевами бобовых культур достигало 3–4 баллов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые почвы обладают до-

вольно высокой потенциальной способностью к разложению органических веществ.

В вариантах с чистыми посевами злаковых трав полосы фильтровальной бумаги визуально практически не разрушились после инкубации их в течение первой недели (рисунок 4.22).



Рисунок 4.22. Целлюлозолитическая активность почвы в слое 0–20 см в вариантах злаковых травосмесей

На поверхности целлюлозных фильтров в этих вариантах был отмечен слабый рост гиф грибов и микроколонии актиномицетов. Это подтверждает, что первыми в деструктивные процессы вступают микромицеты, а затем постепенно происходит их вытеснение бактериальной микрофлорой.

Анализ активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов показал, что наибольшая скорость разложения целлюлозы наблюдалась в слое почвы 0-20 см, это объясняется тем, что основная часть целлюлозоразлагающих микроорганизмов являются аэробами.

Данные указывают (рисунок 4.23), что в посевах злаковых культур в 2016 и 2017 году целлюлозолитическая деструкция происходила более интенсивно, чем в 2018 году, на что, скорее всего, оказали влияние неблагоприятные погодные условия 2018 года. Помимо этого в варианте житняк гребневидный + пырей сизый наблюдалось самое интенсивное разложение целлюлозы.

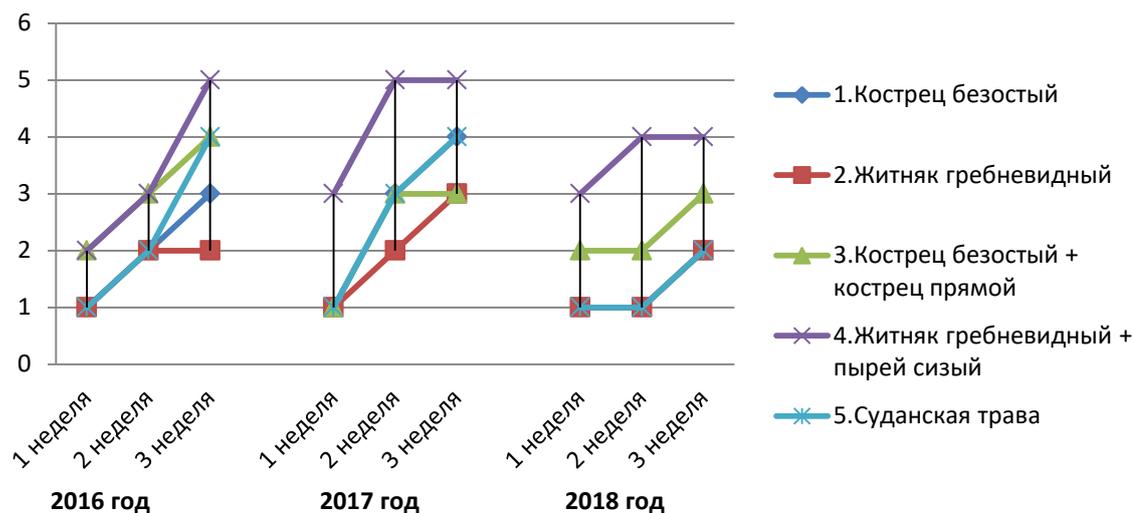


Рисунок 4.23. Динамика целлюлозолитической способности почвы в слое 0–20 см в посевах злаковых культур, в баллах

Анализ результатов в смешанных посевах злаковых трав с бобовыми культурами показал, что в 2018 году целлюлозолитическая способность почвы проходила менее интенсивно, чем в 2016–2017 годах (рисунок 4.24).

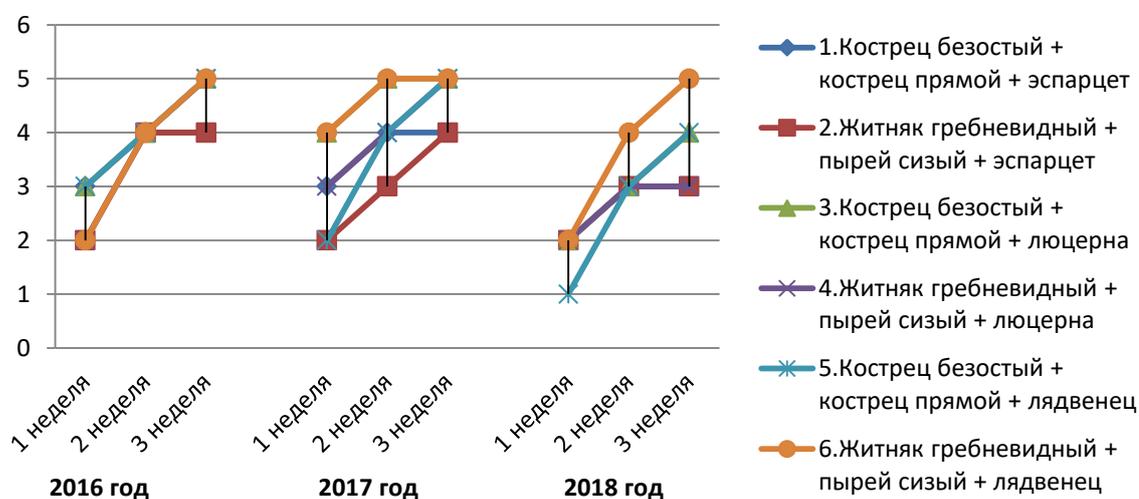


Рисунок 4.24. Динамика целлюлозолитической способности почвы в слое 0–20 см в смешанных посевах злаковых и бобовых культур, в баллах

В варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный процесс деструкции целлюлозы проходил медленнее, чем в других вариантах, а в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый наблюдалась высокая целлюлозолитическая активность почвы.

Под действием абиогенных факторов и благодаря активной деятельности микроорганизмов из органических веществ, образовавшихся при деградации лигнина, постепенно формирует гумусовый слой почв. Происходит процесс гумусообразования, обеспечивающий стабильное, устойчивое состояние почвы, показателем которого является почвенное микробное сообщество.

В целом за все время лабораторного исследования потенциальной целлюлозолитической способности почвы выявлено, что разложение клетчатки в чистых посевах злаковых трав проходит менее интенсивно, чем в смешанных посевах с бобовыми культурами. Это связано с тем, что целлюлозоразлагающие бактерии требуют достаточно высокого содержания минерального азота, а с введением бобовых культур в смешанные посева эта потребность удовлетворяется.

#### **4.6. Урожайность многолетних трав**

Конечным показателем оценки различных систем земледелия, как и других агротехнических приемов, является величина и качество урожая сельскохозяйственных культур, которые отражают действие на растение всех условий возделывания.

Использование травостоев на зеленый корм наиболее целесообразно начинать с фазы стеблевания злаковых и бутонизации бобовых компонентов. В травосмесях с кострцом безостым урожайность зеленой массы на зеленый корм варьировалась от 9,25 до 13,14 т/га. Наибольшая урожайность была отмечена в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный (рисунок 4.25). В травосмесях с житняком гребневидным урожайность колебалась от 4,23 до 8,51 т/га (рисунок 4.26).

Уборка на сено происходит в фазе колошения злаковых и цветения бобовых растений. На сено наибольшая урожайность зеленой массы была отмечена в травосмесях с добавлением кострца безостого. В варианте кострец

безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный урожайность достигала 18,71 т/га. В вариантах с житняком гребневидным хорошая урожайность зеленой массы наблюдалась с бобовыми культурами и варьировалась от 9,44 до 12,22 т/га.

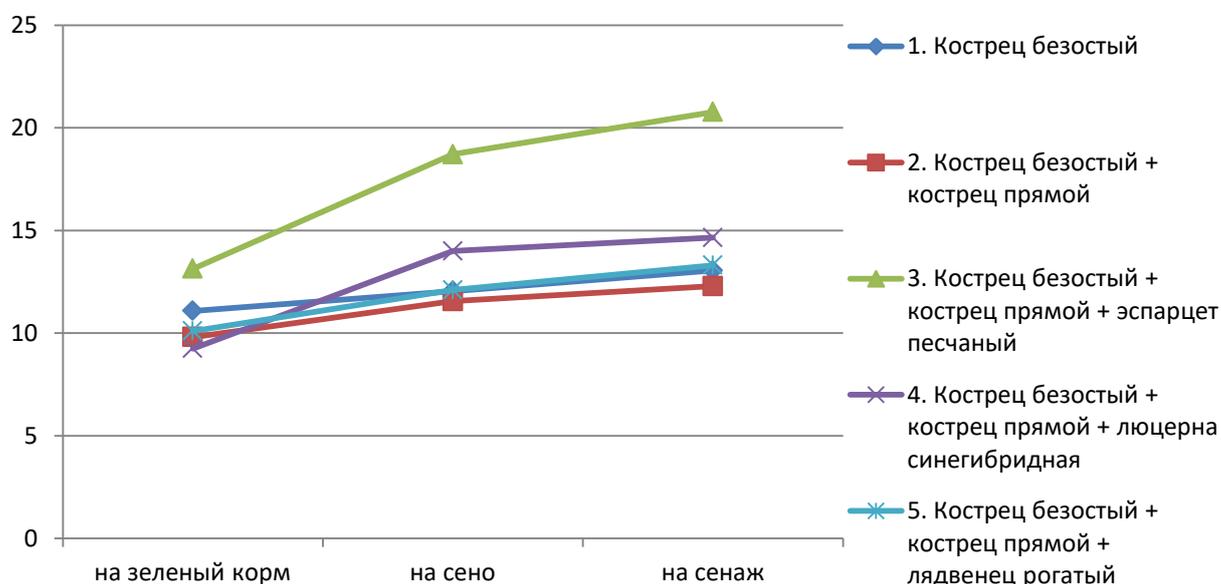


Рисунок 4.25. Урожайность зеленой массы травосмесей с кострцом безостым в среднем за 2016–2018 гг., т/га

На сенаж уборку проводят в фазе плодообразования. В вариантах с кострцом безостым в сравнении с посевами житняка гребневидного урожайность была выше в чистых посевах кострца безостого и кострец безостый + кострец прямой и составляла 13,05 и 12,29 т/га. В чистых посевах житняка гребневидного урожайность зеленой массы составила 10,25 т/га, а с пыреем сизым – 10,77 т/га. В посевах кострца безостого с бобовыми культурами урожайность несколько уступала травосмесям с житняком гребневидным. В вариантах житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный была отмечена самая высокая урожайность – 24,5 т/га (рисунок 4.26). В вариантах с люцерной синегибридной и лядвенцом рогатым урожайность также была выше в посевах с житняком гребневидным.

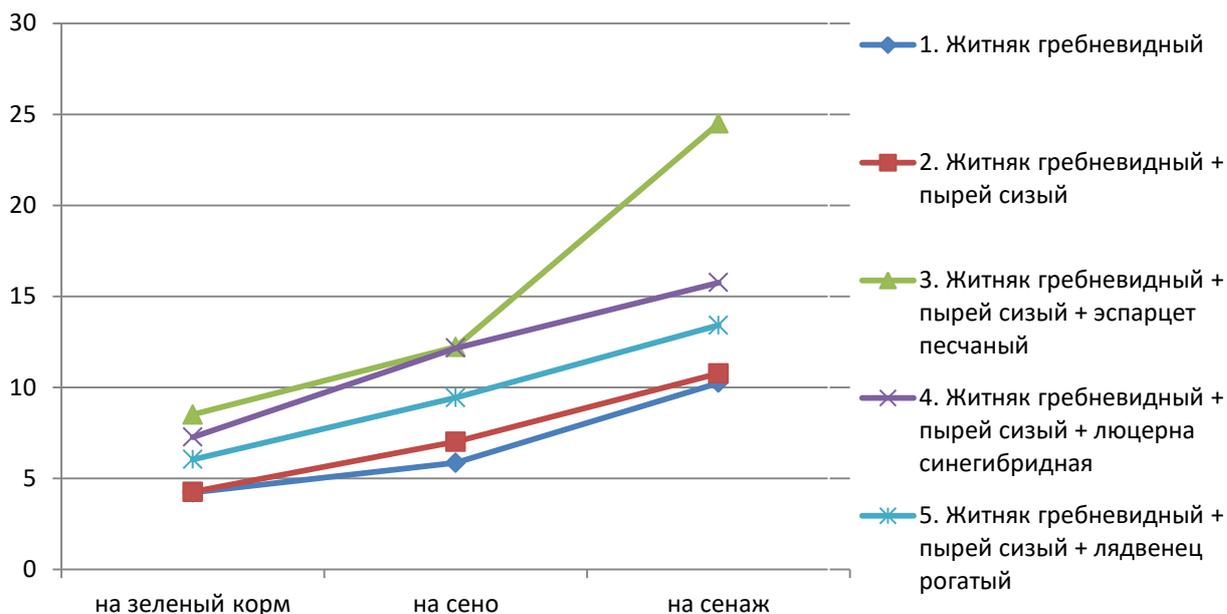


Рисунок 4.26. Урожайность зеленой массы травосмесей с житняком гребневидным в среднем за 2016–2018 гг., т/га

Анализ урожайности бобово-злаковых трав в среднем за три года исследований показывает, что в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный наблюдается самая высокая урожайность зеленой массы на зеленый корм и сено, а в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный отмечена высокая урожайность зеленой массы на сенаж. В варианте суданская трава были отмечены самые низкие показатели урожайности зеленой массы на зеленый корм и сено и составляли в среднем за три года исследований 2,96 т/га и 4,10 т/га соответственно (приложение 4.33).

В среднем за три года исследований установлено, что более урожайными травосмесями на зеленый корм, сено и сенаж оказались трехкомпонентные смеси. При скашивании все травосмеси с бобовыми компонентами превзошли злаковые варианты по урожайности, что объясняется биологическими особенностями видов. Таким образом, урожайность многолетних трав при использовании на зеленый корм, сено и сенаж зависела от видового состава травосмесей.

В процессе исследований была выявлена корреляция между общей биогенностью и урожайностью многолетних и однолетних трав. Так в среднем за три года исследований наблюдалась положительная корреляция ( $r=0,6$ ) между двумя этими показателями (рисунок 4.27).

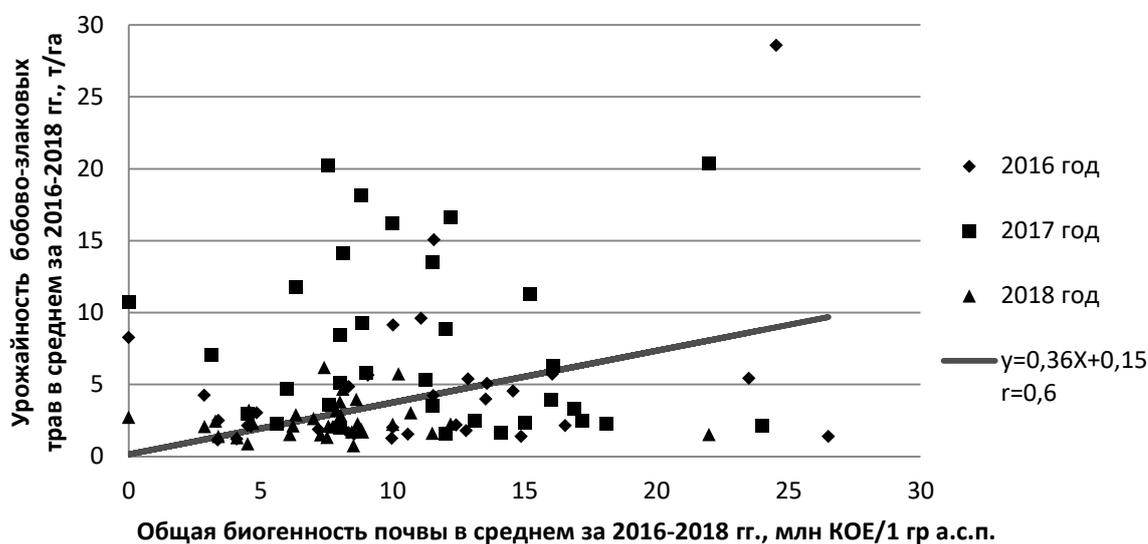


Рисунок 4.27. Корреляционная связь между урожайностью и общей биогенностью почвы

Это объясняется тем, что микробиологический пул почвы, вступая в процесс разложения органического вещества, в аэробных условиях осуществляет гидролиз органических и гумусовых веществ, а в анаэробных условиях вызывает процессы гниения и брожения, что приводит к образованию промежуточных продуктов, и количество элементов питания, доступных для растений, становится больше. Таким образом, происходит накопление доступных форм азота, фосфора и серы, что является одним из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

## 5 АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В сложившихся в последние годы условиях, наиболее приемлемым методом оценки и анализа сельскохозяйственного производства является агроэнергетическая оценка производства, где используется универсальный энергетический показатель – отношение аккумулированной продукции к затраченной на ее получение энергии. Это дает возможность в любых экономических условиях наиболее точно учесть и единообразно выразить не только прямые затраты энергии на технологию, но и энергию, которая воплощена в средствах производства и в произведенном продукте.

Важнейшим критерием, позволяющим достоверно определить затраты на производство сельскохозяйственной продукции, является ее энергоемкость.

Для проведения энергетической оценки рекомендуемых мероприятий необходима система энергетических эквивалентов всех составляющих таких расчетов, в том числе, конкретных технологических приемов, различных материальных ресурсов, используемых при применении конкретных технологий, а также видов получаемой продукции. При данном методе оценки учитываются как прямые затраты энергии, так и косвенные, используемые для производства конкретного вида продукции по данной (рекомендуемой) технологии, и ее содержание в конечном полученном продукте.

По результатам исследований выявлено, что самый высокий выход обменной энергии при уборке на зеленый корм был в варианте костреч безостый + костреч прямой + эспарцет песчаный – 39,42 ГДж/га (таблица 5.1).

Максимальные значения чистого энергетического дохода были отмечены в варианте костреч безостый + костреч прямой + эспарцет песчаный – 29,42 ГДж/га.

Таблица 5.1. Агроэнергетическая эффективность возделывания многолетних трав и суданской травы при использовании на зеленый корм, 2016–2018 гг.

Варианты	Затрачено энергии, ГДж/га	Урожайность зеленой массы, т/га	Получено энергии с основной и побочной продукции, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1.Кострец безостый	10,87	11,08	33,24	22,37	3,06
2.Житняк гребневидный	10,11	4,23	12,69	2,58	1,26
3.Кострец безостый + кострец прямой	11,07	9,81	29,43	18,36	2,66
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	11,13	4,26	12,78	1,65	1,15
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	10,00	13,14	39,42	29,42	3,94
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	10,02	8,51	25,53	15,51	2,55
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	11,87	9,25	27,75	15,88	2,34
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	11,68	7,27	21,81	10,13	1,87
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	10,24	10,10	30,30	20,06	2,96
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	10,35	6,04	18,12	7,77	1,75
11.Суданская трава	14,60	2,96	19,87	5,27	1,36

Затраты совокупной энергии были выше в вариантах кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная – 11,87 ГДж/га и житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 11,68 ГДж/га.

Одним из наиболее важных показателей агроэнергетической оценки является коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом обменной энергии на единицу совокупных энергетических затрат. Он находится на уровне 1,15 – 3,94. Наивысшее значение принадлежит варианту кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный.

По результатам исследований выявлено, что самый высокий выход обменной энергии при уборке на сено был в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный – 56,13 ГДж/га (таблица 5.2).

Таблица 5.2. Агроэнергетическая эффективность возделывания многолетних трав и суданской травы при использовании на сено, 2016–2018 гг.

Варианты	Загтрачено энергии, ГДж/га	Урожайность зеленой массы, т/га	Получено энергии с основной и побочной продукции, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1.Кострец безостый	13,37	12,05	36,15	22,78	2,70
2.Житняк гребневидный	13,15	5,86	17,58	4,43	1,34
3.Кострец безостый + кострец прямой	13,61	11,56	34,68	21,07	2,55
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	13,21	7,02	21,06	7,85	1,59
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	12,30	18,71	56,13	43,83	4,56
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	12,7	12,22	36,66	23,96	2,89
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	14,6	14,00	42,00	27,40	2,88
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	13,98	12,16	36,48	22,50	2,61
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	12,6	12,10	36,30	23,70	2,88
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	12,48	9,44	28,32	15,84	2,27
11.Суданская трава	14,98	4,10	21,49	6,51	1,43

Максимальные значения чистого энергетического дохода были отмечены в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный – 43,83 ГДж/га. Затраты совокупной энергии были выше в варианте суданская трава – 14,98 ГДж/га.

Коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом обменной энергии на единицу совокупных энергетических затрат, находился на уровне 1,34 – 4,56. Наивысшее значение принадлежит варианту кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный.

По результатам исследований выявлено, что самый высокий выход обменной энергии при уборке на сенаж был в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный – 73,50 ГДж/га (таблица 5.3).

Таблица 5.3. Агроэнергетическая эффективность возделывания многолетних трав и суданской травы при использовании на сенаж, 2016–2018 гг.

Варианты	Затрачено энергии, ГДж/га	Урожайность зеленой массы, т/га	Получено энергии с основной и побочной продукцией, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1. Кострец безостый	14,71	13,05	39,15	24,44	2,66
2. Житняк гребневидный	14,58	10,25	30,75	16,17	2,11
3. Кострец безостый + кострец прямой	14,98	12,29	36,87	21,89	2,46
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	15,01	10,77	32,31	17,30	2,15
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	13,53	20,77	62,31	48,78	4,61
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	13,74	24,5	73,50	59,76	5,35
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	16,06	14,65	43,95	27,89	2,74
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	16,23	15,76	47,28	31,05	2,91
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	13,86	13,31	39,93	26,07	2,88
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	14,1	13,42	40,26	26,16	2,86
11. Суданская трава	-	-	-	-	-

Максимальные значения чистого энергетического дохода были отмечены в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный – 59,76 ГДж/га. Затраты совокупной энергии были выше в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная – 16,23 ГДж/га.

Коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом обменной энергии на единицу совокупных энергетических затрат, находился на уровне 2,11 – 5,35. Наивысшее значение принадлежит варианту житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный.

Таким образом, использование посевов кострец безостый + кострец прямой + эспарцет и житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный энергетически наиболее оправданы.

При изучении влияния посевов однолетних и многолетних бобовых, злаковых трав и их смесей на микробиологические процессы и плодородие почвы в рыночных условиях необходимо определить экономическую эффективность их возделывания в целом путем сопоставления полученного эффекта (результата) с использованными для их получения ресурсами или затратами. Для анализа эффективности возделывания кормовых культур используются следующие показатели: урожайность, выход продукции в кормопротеиновых единицах, постоянные и переменные затраты, прибыль, уровень рентабельности.

Анализируют экономическую эффективность с помощью натуральных и стоимостных показателей. Натуральными являются урожайность, количество валовой продукции, затраты труда. Стоимостные показатели имеют денежное выражение – это, прежде всего, производственные затраты, цена реализации, экономический эффект.

Стоимость нетоварной продукции рассчитывается по выходу кормопротеиновых единиц (КПЕ). Стоимость кормопротеиновой единицы (КПЕ) определяется исходя из овсяного эквивалента. Одна тонна овса содержит 0,925 тонны КПЕ.

Составление технологических карт по каждому варианту позволяет рассчитать производственные затраты с учетом изучаемых элементов технологии возделывания однолетних и многолетних бобово-злаковых трав.

Экономический эффект представляет собой разницу стоимости валовой продукции и постоянными и переменными затратами на ее производство.

Уровень рентабельности рассчитывают как процентное отношение экономического эффекта к полным затратам на производство продукции.

Исходные данные для расчета представлены в таблицах 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4. Материально-технические ресурсы (семена)

Наименование культур	Норма высева, кг/га			Цена семян, руб./кг			Стоимость семян, руб./га			Итого
	1 культура	2 культура	3 культура	1 культура	2 культура	3 культура	1 культура	2 культура	3 культура	
1.Кострец безостый	32,8	-	-	160	-	-	5248	-	-	5248
2.Кострец безостый + кострец прямой	16,7	17,6	-	160	110	-	2672	1936	-	4608
3.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	12	17,6	77,2	160	110	40	1920	1936	3088	6944
4.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегрибридная	12	17,6	16,2	160	110	190	1920	1936	3078	6934
5.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	12	17,6	7,79	160	110	230	1920	1936	1791,7	5647,7
6.Житняк гребневидный	22	-	-	110	-	-	2420	-	-	2420
7.Житняк гребневидный + пырей сизый	11,2	16,6	-	110	180	-	1232	2988	-	4220
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	11,2	16,6	77,2	110	180	40	1232	2988	3088	7308
9.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегрибридная	11,2	16,6	16,2	110	180	190	1232	2988	3078	7298
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	11,2	16,6	7,79	110	180	230	1232	2988	1791,7	6011,7
11.Суданская трава	30	-	-	25	-	-	750	-	-	750

Таблица 5.5. Материально-технические ресурсы (гербициды)

Препарат	Норма расхода, л/га	Цена, руб./л	Стоимость, руб./га
Глифор	4,0	250	1000

Для определения экономической эффективности различных вариантов возделывания суданской травы и многолетних бобово-злаковых трав на зеленый корм, сено и сенаж были рассчитаны затраты с помощью технологических карт в растениеводстве.

Затраты 1 года (обработка гербицидами, основная обработка почвы (вспашка), двукратное боронование, посев, прикатывание) имеют характер постоянных, поэтому распределяются равными частями между годами производственного использования (в данном случае 3 года).

Переменные затраты в данном случае – это производственные затраты каждого года хозяйственного использования посевов многолетних трав.

Для расчетов взята стоимость 1 т овса на сентябрь 2018 г. по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, что составляет 5500 руб./т. Тогда стоимость 1 т КПЕ равна 5087,5 руб.

В результате проведенных расчетов было установлено, что возделывание многолетних бобово-злаковых трав на зеленый корм, сено, сенаж рентабельно во всех вариантах.

При возделывании суданской травы и многолетних бобово-злаковых трав на зеленый корм в 2016-2018 гг. (таблица 5.6) наибольшая прибыль была получена в варианте кострец безостый и составила 16217,8 руб./га. Возделывание суданской травы на зеленый корм в данных рыночных условиях оказалось не эффективным (убыток 3529,7 руб./га).

Таблица 5.6. Экономическая эффективность возделывания суданской травы и многолетних бобово-злаковых трав при использовании на зеленый корм

Варианты	Продуктивность к.ед./га	Стоимость, руб./га	Постоянные затраты, руб./га		Переменные затраты всего, руб./га	Затраты всего, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
			всего	на 1 год				
1.Кострец безостый	3,97	23605,4	13339,76	4446,6	2941,01	7387,6	16217,8	219,5%
2.Кострец безостый + кострец прямой	3,41	20275,7	12667,76	4222,6	2407,63	6630,2	13645,5	205,8%
3.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	4,03	23962,2	15345,6	5115,2	2941,01	8056,2	15906,0	197,4%
4.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	3,03	18016,2	15335,6	5111,9	2407,63	7519,5	10496,7	139,6%
5.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	3,29	19562,2	13707,46	4569,2	2941,01	7510,2	12052,0	160,5%
6.Житняк гребневидный	1,6	9513,5	10479,76	3493,3	1953,11	5446,4	4067,2	74,7%
7.Житняк гребневидный + пырей сизый	2,04	12129,7	12279,76	4093,3	1953,11	6046,4	6083,4	100,6%
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	2,8	16648,6	15709,6	5236,5	2407,63	7644,2	9004,5	117,8%
9.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	2,51	14924,3	15699,6	5233,2	2407,63	7640,8	7283,5	95,3%
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	2,35	13973,0	14071,46	4690,5	2407,63	7098,1	6874,9	96,9%
11.Суданская трава	1,02	6064,9	-	-	9594,55	9594,6	-3529,7	-36,8%

Таблица 5.7. Экономическая эффективность возделывания суданской травы и многолетних бобово-злаковых трав при использовании на сено

Варианты	Продуктивность к.ед./га	Стоимость, руб./га	Постоянные затраты, руб./га		Переменные затраты всего, руб./га	Затраты всего, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
			всего	на 1 год				
1.Кострец безостый	3,36	19978,4	13339,76	4446,6	9289,98	13736,6	6241,8	45,4%
2.Кострец безостый + кострец прямой	3,32	19740,5	12667,76	4222,6	9289,98	13512,6	6228,0	46,1%
3.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	5,13	30502,7	15345,6	5115,2	13311,32	18426,5	12076,2	65,5%
4.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	4,01	23843,2	15335,6	5111,9	10090,44	15202,3	8640,9	56,8%
5.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	3,82	22713,5	13707,46	4569,2	9289,98	13859,1	8854,4	63,9%
6.Житняк гребневидный	3,07	18254,1	10479,76	3493,3	6728,97	10222,2	8031,8	78,6%
7.Житняк гребневидный + пырей сизый	3,09	18373,0	12279,76	4093,3	6728,97	10822,2	7550,7	69,8%
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	4,66	27708,1	15709,6	5236,5	9289,98	14526,5	13181,6	90,7%
9.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	2,8	16648,6	15699,6	5233,2	9289,98	14523,2	2125,5	14,6%
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	3,2	19027,0	14071,46	4690,5	9629,35	14319,8	4707,2	32,9%
11.Суданская трава	2,14	12724,3	-	-	10338,96	10339,0	2385,4	23,1%

Таблица 5.8. Экономическая эффективность возделывания многолетних бобово-злаковых трав при использовании на сенаж

Варианты	Продуктивность к.ед./га	Стоимость, руб./га	Постоянные затраты, руб./га		Переменные затраты всего, руб./га	Затраты всего, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
			всего	на 1 год				
1. Кострец безостый	5,35	31810,8	13339,76	4446,6	8352,86	12799,4	19011,4	148,5%
2. Кострец безостый + кострец прямой	4,73	28124,3	12667,76	4222,6	8352,86	12575,4	15548,9	123,6%
3. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	6,3	37459,5	15345,6	5115,2	13212,66	18327,9	19131,6	104,4%
4. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	5,32	31632,4	15335,6	5111,9	8352,86	13464,7	18167,7	134,9%
5. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	5,8	34486,5	13707,46	4569,2	8352,86	12922,0	21564,5	166,9%
6. Житняк гребневидный	4,44	26400,0	10479,76	3493,3	8352,86	11846,1	14553,9	122,9%
7. Житняк гребневидный + пырей сизый	4,69	27886,5	12279,76	4093,3	8352,86	12446,1	15440,4	124,1%
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	6,76	40194,6	15709,6	5236,5	13212,66	18449,2	21745,4	117,9%
9. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	6,28	37340,5	15699,6	5233,2	10705,85	15939,1	21401,5	134,3%
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	5,11	30383,8	14071,46	4690,5	8352,86	13043,3	17340,4	132,9%

При возделывании многолетних бобово-злаковых трав на сено в 2016–2018 гг. (таблица 5.7) наибольший экономический эффект был получен в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный и составил 13181,6 руб./га. Рентабельность составила 90,7%. Возделывание суданской травы на сено оказалось эффективным (прибыль – 2385,4 руб./га, рентабельность – 23,1%).

При возделывании многолетних бобово-злаковых трав на сенаж в 2016–2018 гг. (таблица 5.8) наибольший экономический эффект был получен в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный (прибыль составила 21745,4 руб./га).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наибольшая численность микромицетов отмечена в вариантах с чистыми посевами костреца безостого и житняка гребневидного. С 2016 по 2018 год численность микромицетов во всех вариантах выросла на 46 %. Основными представителями микромицетного состава являются роды *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и *Mucor*. Отмечено уменьшение с 2016 по 2018 год патогенных микромицетов рода *Fusarium*. Наибольшая численность бактерий отмечается в вариантах с посевами житняка гребневидного + пырей сизого с бобовыми культурами. Основная часть бактериальной микрофлоры почвы представлена палочковидными бактериями рода *Bacillus*. Численность актиномицетов с 2016 года по 2018 год во всех вариантах упала почти в 4 раза. Высокая биогенность почвы наблюдается в вариантах с посевами житняк гребневидный + пырей сизый с бобовыми травами.

2. Активность полифенолоксидазы с 2016 года по 2018 год повышается в травостоях с многолетними травами, в варианте суданская трава наблюдается спад данного показателя. Высокие показатели полифенолоксидазы отмечены в вариантах кострец безостый, житняк гребневидный + пырей сизый. Самые высокие показатели активности пероксидазы отмечены в вариантах кострец безостый + кострец прямой и житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный. Корреляционный анализ активности ферментов полифенолоксидаза и пероксидаза показал, что наблюдалась положительная корреляция ( $r=0,78$ ) между этими показателями. С 2016 по 2018 год в вариантах кострец безостый + кострец прямой, кострец безостый + кострец прямой + эспарцет, житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный и житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый наблюдался рост коэффициента гумификации. В середине лета гумификация органического вещества происходит интенсивнее.

3. Во всех вариантах с посевами многолетних трав произошло существенное улучшение структурного состояния, и только в варианте с посевом суданской травы коэффициент структурности с 2,8 упал до 1,2.

4. Исследования потенциальной целлюлозолитической способности почвы показали, что микробиологические процессы в чистых посевах злаковых трав проходят менее интенсивно, чем в смешанных посевах с бобовыми культурами. Введение в травостой бобового компонента удовлетворяет потребность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в минеральном азоте.

5. Урожайными травосмесями на зеленый корм, сено и сенаж оказались трехкомпонентные смеси. В варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный наблюдается самая высокая урожайность зеленой массы на зеленый корм и сено, а в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный высокая урожайность на сенаж. Была выявлена положительная корреляция ( $r=0,6$ ) между общей биогенностью почвы и урожайностью многолетних трав.

6. Оценка агроэнергетических показателей выявила, что выращивание травостоев на зеленый корм, сено и сенаж целесообразно. Самый высокий выход обменной энергии при уборке на зеленый корм был в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный – 39,42 ГДж/га. При уборке на сено самый высокий выход обменной энергии был в варианте кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный – 56,13 ГДж/га. Самый высокий выход обменной энергии при уборке на сенаж был в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный – 73,50 ГДж/га. Установлено, что возделывание многолетних бобово-злаковых трав на зеленый корм, сено, сенаж рентабельно во всех вариантах. При возделывании суданской травы и многолетних бобово-злаковых трав на зеленый корм наибольшая прибыль была получена в варианте кострец безостый и составила 16217,8 руб./га. При возделывании многолетних бобово-злаковых трав на сено в 2016–2018 гг. наибольшая прибыль была получена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный и составил 13181,6

руб./га. Рентабельность составила 90,7%. При возделывании многолетних бобово-злаковых трав на сенаж наибольшая прибыль была получена в варианте житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный (прибыль составила 21745,4 руб./га).

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Для улучшения агробиологических показателей почвенного плодородия в условиях лесостепи Среднего Поволжья рекомендуются выращивать травостой, состоящие из костреца безостого + костреца прямого + эспарцета песчаного или из житняка гребневидного + пырея сизого + эспарцета песчаного.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблаева, А.Р. Целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного под разными видами трав в условиях Зауралья республики Башкортостан / А.Р. Аблаева, Р.Р. Сафиуллина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 13-15.
2. Аваев, М.Г. Основы земледелия с почвоведением [Текст] / Учеб. пособие для сел. проф.-техн. училищ плодоовощеводов / М.Г. Аваев. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1967. – 255 с. : ил, карты. – Б. ц.
3. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 208 с.
4. Ананьева, Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв / Н.Д. Ананьева. – М.: Наука. 2003. – 223 с.
5. Андреюк, Е.И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование [Текст] / Е.И. Андреюк, Г.А. Иутинская, А.Н. Дульгеров. – АНУССР, Ин-т микробиология и вирусология им. Д.К. Заболотного. – Киев: 1988. – 192 с. : ил. 20 с.
6. Андриянова, Н.А. Интродукционная оценка морфобиологических признаков лядвенца коллекции ВИР / Н.А. Андриянова // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр. Ставроп. СХИ. Ставрополь. – 1993. – С. 64-67.
7. Андронов, Е.Е. Изучение структуры микробного сообщества почв разной степени засоления с использованием T-RFLP и ПЦР с детекцией в реальном времени / Е.Е. Андронов, С.Н. Петрова, А.Г. Пинаев, Е.В. Першина, С.Ж. Рахимгалиева, К.М. Ахмеденов, А.В. Горобец, Н.Х. Сергалиев. // Почвоведение. – 2012. – № 2. – С. 173.
8. Абрамян, С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. – 1992. – №7. – С. 70-82.

9. Аристовская, Т.В. Микробиология процессов почвообразования [Текст] / Т.В. Аристовская. АН СССР, Всесоюз. микробиол. о-во. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1980. – 187 с, 4 л. ил. : граф. – Библиогр.: С. 164-185.
10. Бабьева, И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова // Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Из-во МГУ, 1989. – 336 с.
11. Байбеков, Р.Ф. Биологическая активность почвы в агроценозах многолетних трав / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, Э.Н. Аканов // Природообустройство. – 2012. – №1. – С. 13-18.
12. Балабанов, С.С. Изменение биологической активности почвы в зависимости от основной обработки и системы удобрения в зернотравяном севообороте / С.С. Балабанов, Н.В. Беседин, Н.И. Картамышев, Н.М. Тимофеева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №5.
13. Безкоровайная, И.Н. Биологическая активность почв после несплошных рубок в сосняках Красноярской лесостепи / И.Н. Безкоровайная, Г.И. Антонов, В.В. Иванов, Д. А. Семенякин // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – № 3-4. С. 238-242.
14. Белозерова, А.Г. Природа Куйбышевской области / Белозерова А.Г., Федорова И.П. – Куйбышев, 1951. – 392 с.
15. Белюченко, И.С. К вопросу о сопряженном развитии разноуровневых систем биосферы / И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17-50.
16. Белюченко, И.С. Создание совместных посевов – современная экологическая проблема / И.С. Белюченко // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 3-14.
17. Белюченко, И.С. Экологический основы симбиогенного развития растений в сложных травостоях / И.С. Белюченко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №107(03). – С. 21-23.

18. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика): монография / В.Б. Беляк. – Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2008. – 320 с.
19. Борисова, Е.Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №8 (51). – С. 12-19.
20. Борисова, Е.Е. Роль клевера лугового в экологизации и биологизации земледелия / Е.Е. Борисова // Символ науки. – 2016. – №4–4. – С. 56-61.
21. Боровкова, А.С. Почвенный покров Самарской области и его качественная оценка [Текст] / А.С. Боровкова, Н.И. Несмеянова, С.Н. Зудилин. – Самара. – 2007. – 124 с.
22. Варламов, В.А. Агрэкологические основы создания многолетних бобово-злаковых ценозов с использованием козлятника восточного в лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Варламов // Нива Поволжья. – 2007. – № 4. – С. 6-12.
23. Васенев, И.И. Антропогенные сукцессии почв и деградация почвенного покрова / И.И. Васенев // Деградация почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия. Ставрополь. – 2001. – С. 114-115.
24. Васин, А.В. Многолетние поливидовые посеы в условиях степи / А.В. Васин, А.А. Брагин // Под общей редакцией Васина В.Г. – Самара. – 2004. – 155 с.
25. Васин, В.Г. Многолетние травы в чистом и смешанном посеве в системе зеленого конвейера / В.Г. Васин, А.В. Васин, Л.В. Киселева, А.А. Брагин // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 14-16.
26. Васин, В.Г. Растениеводство (биология и приемы возделывания на Юго-Востоке). / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинова, А.В. Васин и др. – Самара. – 2003. – 360 с.
27. Васин, В. Г. Технология возделывания полевых культур в Среднем Поволжье / В.Г. Васин, А.В. Васин. – Самара. – 2009.–78 с.

28. Васин, В.Г. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье. Учебное пособие / В.Г. Васин, А.А. Толпекин, С.Н. Зудилин. – Кинель. – 2005. – 124 с.
29. Вахрушев, Н.А. Биологизация земледелия – путь к воспроизводству плодородия черноземов / Н.А. Вахрушева, Л.В. Рудакова // В кн.: Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур Межвузовский сборник научных трудов. – Зерноград. – 2005. – С. 182-187.
30. Вахрушев, Н.А. Многолетние травы в адаптивно-ландшафтном земледелии и их влияние на агрофизические свойства обыкновенного мицеллярно-карбонатного чернозема / Н.А. Вахрушева, Л.В. Рудакова // В кн.: Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур Межвузовский сборник научных трудов. – Зерноград. – 2010. – С. 91-95.
31. Вернадский, В.И. Живое вещество и биосфера / В.И. Вернадский. М.: Наука. – 1994. – 672 с.
32. Верховцева, Н.В. Микробные консорциумы почв агроценозов разных природных зон России с учетом их сельскохозяйственного использования / Н.В. Верховцева, Г.Е. Ларина, Ю.Я. Спиридонов и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 2. – С. 37-43.
33. Войтович, И.В. Стратегия повышения плодородия почв и применение удобрений / И.В. Войтович, И.Н. Чумаченко // Вестник РАСХН. – 2002. – № 1. – С. 49-53.
34. Воробьев, Н.И. Граф-анализ генно-метаболических сетей почвенных микроорганизмов, трансформирующих растительные остатки в гумусовые вещества / Н.И. Воробьев, О.В. Свиридова, А.А. Попов, И.В. Русакова, В.Б. Петров // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – С. 88-93.
35. Вяль, Ю.А. Ферментативная активность и агрохимические свойства почв Пензенского ботанического сада / Ю.А. Вяль, А.В. Шиленко // Известия Пензенского государственного университета имени В.Г. Белинского. Естественные науки. – 2008. – №10(14). – С. 26-32.

36. Галимзянова, Н.Ф. Регулирование видового состава и содержания мицелия почвенных микромицетов с помощью агротехнических приемов как аспект почвенной биотехнологии / Н.Ф. Галимзянова, Р.К. Андресон // Актуальные вопросы биотехнологии. Уфа. – 1990. – С. 14–21.
37. Галимзянова, Н.Ф. Оценка влияния интродукции грибов рода *Trichoderma* на комплекс микромицетов при традиционной и нулевой обработке почвы / Н.Ф. Галимзянова, Т.Ф. Бойко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. №3(4). – С. 1246–1249.
38. Галимзянова, Н.Ф. Грибы рода *Aspergillus* в основных типах почв / Н.Ф. Галимзянова, Н.А. Киреева, М.Д. Бакаева, А.С. Григориади, Г.Ф. Рафикова // Вестник Башкирского университета. – 2015. – Т. 20. №1. – С.115-118.
39. Галстян, А.Ш. Ферментативная активность почв Армении / А.Ш. Галстян. – Ереван: Айастан, 1974. – 275 с.
40. Гамидов, И.Р. Эспарцет песчаный – ценная кормовая культура для фитомелиорации аридных пастбищ / И.Р. Гамидов, М.Г. Муслинов // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – №27. – С. 27-29.
41. Горянин, О.И. Ферментативная активность чернозёмов при разных технологических системах обработки почвы и посева в степном Заволжье / О.И. Горянин // Известия ОГАУ. – 2017. – №4 – С. 196-199.
42. Горянин, О.И. Формирование почвенного плодородия под влиянием систем удобрений и технологий возделывания нового поколения в севооборотах степного Заволжья / О.И. Горянин, А.П. Чичкин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5-3. – С. 1058-1064.
43. Горянин, О.И. Влияние технологических систем на агрофизические свойства почвы в степи Заволжья / О.И. Горянин, Е.В. Щербинина, И.Ф. Медведев // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 3–9.
44. Голобородько, С.П. Эспарцет песчаный в южной степи Украины / С.П. Голобородько, Н.Н. Гальченко // Кормопроизводство. – 2012. – №10. – С. 32-33.

45. Головня, А.И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаками в экстремальных погодных условиях / А.И. Головня, Н.И. Разумейко // Кормопроизводство. – 2012. – № 4. – С. 10-12.
46. Гончарук, Е.И. Гигиеническое значение почвы в формировании здоровья населения / Е.И. Гончарук // Гиг. и сан. – 1990. – № 4. – С. 4-7.
47. Глушков, В.В. Козлятник восточный – восстановитель плодородия почвы / В.В. Глушков, В.И. Макаров, Г.С. Юнусов, Н.Ф. Маслова // Плодородие. – 2010. – № 4. – С. 35-36.
48. Глушков, В.В. Роль многолетних бобовых трав и сидеральных паров в земледелии Марий Эл / В.В. Глушков, Г.С. Юнусов, В.И. Макаров, Н.Ф. Маслова // Земледелие. – 2009. – №3. – С.12-15.
49. Гузев, В.С. Структура инициированного микробного сообщества как интегральный метод оценки микробиологического состояния почв / В.С. Гузев, Н.Г. Бондаренко, Б.А. Вызов // Микробиология. – 1980. – Т.49. № 1. – С. 134-140.
50. Гузев, В.С. Перспективы экологомикробиологической экспертизы состояния почв при антропогенных воздействиях / В.С. Гузев, С.В. Левин // Почвоведение. – 1991. – № 9. – С. 50-62.
51. Даденко, Е.В. Влияние различных сроков и способов хранения почвенных образцов на ферментативную активность чернозема / Е.В. Даденко, К.Ш. Казеев // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. Приложение. – 2004. – № 6. – С. 61-65.
52. Даденко, Е.В. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почв под сельскохозяйственными угодьями / Е.В. Даденко, М.А. Прудникова, К.Ш. Казеев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3 (4). – С. 1274-1277.
53. Дедов, А.В. Лабильное органическое вещество почв и приёмы его регулирования / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Известия ОГАУ. – 2017. – № 5 (67) – С. 8-10.

54. Денисов, Е.П. Перспективные бобовые кормовые культуры для сухостепной зоны / Е.П. Денисов, А.М. Косачев, А.М. Марс // Кормопроизводство. – 2011. – №2. – С. 14-16.
55. Денисов, Е.П. Влияние многолетних трав как фитомелиорантов на плодородие орошаемых тёмно-каштановых почв в Заволжье / Е.П. Денисов, И.В. Чепрасов, Н.П. Молчанова, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 9-11.
56. Денисова, Т.В. Влияние СВЧ-излучения на ферментативную активность и численность микроорганизмов почв Юга России / Т.В. Денисова, С.И. Колесников // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 479-483.
57. Дзюин, А.Г. Последствие сидератов и соломы в севообороте / А.Г. Дзюин, Г.П. Дзюин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 6 (49). – С. 38-42.
58. Дзюин, А.Г. Применение биоресурсов в севообороте / А.Г. Дзюин, Г.П. Дзюин // Инновационные технологии возделывания с.-х. культур в Нечерноземье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию образов. ГНУ Владимирский НИИСХ Россельхозакадемии 2-4 июля 2013 г. Т. 1. Суздаль. – 2013. – С. 151-154.
59. Дикарева, Т.В. Растительность северной части сухих степей Заволжья и её антропогенные производные на залежах и пастбищах / Т.В. Дикарева, М.Л. Опарин // Поволжский экологический журнал. 2002. – № 3. – С. 199-216.
60. Духанин, О.А. Влияние козлятника восточного на плодородие почвы / О.А. Духанин, А.Н. Кшниаткина, В.А. Варламова // Земледелие. – 2002. – № 4. – С. 26-27.
61. Елешев, Р.Е. Современная концепция развития отраслей земледелия / Р.Е. Елешев // Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях. Уральск. – 2001. – С. 15-18.

62. Емцев, В.Т. Микробы, почва, урожай [Текст] / В.Т. Емцев. – Москва : Колос, 1980. – 126 с., 8 л. ил. : ил. – (Научно-популярная литература).
63. Емцев, В.Т. Мир почвенных микробов [Текст] / В.Т. Емцев. – Москва : Колос, 1966. – 160 с. : ил. – Библиогр.: с. 158-159.
64. Задорин, А.Д. Средообразующая роль бобовых культур / А.Д. Задорин. – Орел, 2003. – 126 с.
65. Захаров, А.С. Рельеф Куйбышевской области / А.С. Захаров. – Куйбышев : Куйбышевское кн. изд-во, 1971. – 186 с.
66. Звягинцев, Д.Г. Развитие представлений о структуре микробных сообществ в почве / Д.Г. Звягинцев, Т.Г. Добровольская, И.П. Бабюева, И.П. Чернов // Почвоведение. – 1999. – № 1. – С. 134-144.
67. Звягинцев, Д.Г. Теоретические основы экологической оценки микробных ресурсов почв / Д.Г. Звягинцев, Т.Г. Добровольская, Н.М. Полянская, И.Ю. Чернов // Почвоведение. – 1994. – Вып. 4. – С. 65–73.
68. Звягинцев, Д.Г. Экология актиномицетов / Д.Г. Звягинцева, Г.М. Зенова. М : ГЕОС, – 2001. – 257 с.
69. Зеленёв, А.В. Биологизированные севообороты Нижнего Поволжья / А.В. Зеленёв // Аграрный вестник Урала. – 2007. – № 3. – С. 35-38.
70. Земледелие в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский и др. / Под ред. Г.И. Казакова — М.: Колос, 2008. – 308 с.
71. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
72. Зенова, Г.М. Методы определения структуры комплексов почвенных актиномицетов и грибов [Текст] / Г.М. Зенова, А.В. Кураков ; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 53 с. : ил. ; 22 см. – Библиогр.: С. 52-53.
73. Зенова, Г.М. Почвенные актиномицеты [Текст] : Спецкурс для студентов биол.-почв. фак. и фак. почвоведения ун-тов / Г.М. Зенова; МГУ им. М.В. Ломоносова, фак почвоведения. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 76 с. : ил. – Библиогр.: С. 75-77.

74. Зинченко, М.К. Влияние агротехнической нагрузки на ферментативную активность серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом / М.К. Зинченко, С.И. Зинченко // Достижения АПК. – 2018. – № 10. – С. 63-66.
75. Зинченко, М.К. Ферментативная активность агроландшафтов Владимирского ополья / М.К. Зинченко, С.И. Зинченко, И.М. Шукин // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: коллективная монография. Книга 2. Иваново: ПресСто. – 2015. – С. 89-100.
76. Зотиков, В.И. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем. Орёл: ООО ПФ «Картуш», 2007. – 197 с.
77. Иванов, Д.А. Почвенно-агроэкологическое исследование процессов трансформации агроэкосистем при различном использовании / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: мат. всерос. научн. конф., Москва. – 2008. – С. 299-303.
78. Иванов, Л.А. Научное земледелие России: итоги и перспективы / Л.А. Иванов // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 25-29.
79. Иванова, Е.П. Динамика структурного состава почвы под люцерной в многолетнем цикле / Е.П. Иванова // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 18-19.
80. Казаков, Г.И. Биологические показатели и плодородие чернозема обыкновенного при разных уровнях биологизации земледелия в условиях лесостепи Заволжья / Г.И. Казаков, Г.К. Марковская, М.В. Коваленко // Кафедра земледелия – наука и производство. – 2001. – С. 48.
81. Казаков, Г.И. Влияние различных приемов биологизации земледелия на микрофлору чернозема обыкновенного в условиях лесостепи Заволжья / Г.И. Казаков, Г.К. Марковская, М.В. Коваленко // Достижения и новейшие технологии в агрономии на рубеже веков. – 2002. – С. 194-197.
82. Казеев, К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на Дону: Изд-во ЦВВР. – 2003. – 350 с.
83. Карпей, О.Н. Продуктивность травосмесей с лядвенцем рогатым /

- О.Н. Карпей // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2009. – Вып. 45. – С. 260-268.
84. Качинский, Н.А. Структура почвы / Н.А. Качинский. – М.: МГУ, 1963. – 99 с.
85. Каштанов, А.Н. Адаптивно-ландшафтные системы. Основа экологизации и биологизации земледелия / А.Н. Каштанов // Проблемы экологизации и биологизации земледелия и пути их решения в современном сельскохозяйственном производстве России : мат. конф. – Орел, – 2013. – С.16-17.
86. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение/ В.И. Кирюшин. – М., 2010. – 687 с.
87. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 2011. – 443 с.
88. Клонов, И.Н. Сельскохозяйственное использование органического вещества / И.Н. Клонов // Вестник РАСХН. – 2007. – № 2. – С.18-26.
89. Коваленко, М.В. Биологические показатели и плодородие почвы / М.В. Коваленко // Актуальные вопросы агрономической науки в XXI веке. – 2004. – С. 424-436.
90. Когут, Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России / Б.М. Когут // Почвоведение. – 2012. – № 9. – С. 944-952.
91. Козлова, Л.М. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни / Л.М. Козлова, Т.С. Макарова, Ф.А. Попов, А.В. Денисова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 16-18.
92. Косолапов, В.М. Кормопроизводство – важный фактор роста продуктивности и устойчивости земледелия / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 20-22.
93. Коржов, С.И. Экологическая роль многолетних трав в накоплении гумуса и биологического азота / С.И. Коржов, Н.Н. Королев // Агрэкологический вестник. – 2000. – №. 3. – С. 116-121.

94. Королев, В.А. Изменение физических свойств черноземов обыкновенных при длительном сельскохозяйственном использовании / В.А.Королев // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 697-704.
95. Корчагин, В.А. Концепция воспроизводства плодородия черноземных почв степных районов Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, С.В. Обущенко, А.П. Чичкин А.П. // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5-3. – С. 1081-1085
96. Корчагин, В.А. Зональная ресурсосберегающая технология возделывания зерновых культур / В.А. Корчагин // Ресурсосберегающие технологии и приемы воспроизводства почвенного плодородия на черноземах Среднего Поволжья: Сб. науч. тр. Самарский НИИСХ. – Самара. – 1999. – 381 с.
97. Косолапов, В.М. Важнейший фактор биологизации земледелия – кормопроизводство / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимов, Е.П. Яковлева // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса», выпуск 5 (53) / Под редакцией чл.-кор. РАН В.М. Косолапова, Н.И. Георгиади. М.: Угрешская типография, – 2015. – С. 16-13.
98. Костычев, П.А. Почвы чернозёмной области России, их происхождение, состав и свойства / П.А. Костычев. М. – Л., Сельхозгиз, – 1937. – 239 с.
99. Котов, П.Ф. Смешанные посевы кормовых культур / П.Ф. Котов. – Воронеж, – 2001. – 110 с.
100. Курдюков, Ю.Ф. Роль многолетних трав в полевых севооборотах засушливой степи Поволжья / Ю.Ф. Курдюков, Л.П. Лощилина, Ж.П. Попова, Г.В. Шубитидзе, Ф.П. Кузьмичев, М.В. Третьяков // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – №2. – С. 38-42.
101. Кутузова, А.А. Средообразующие функции луговых экосистем / А.А. Кутузова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов, выпуск 1 (49). Всероссийский НИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М: Угрешская типография, – 2014. – С. 72-81

102. Кшникаткина, А.Н. Долголетие бобово-злаковых агрофитоценозов в зависимости от набора и соотношения компонентов / А.Н. Кшникаткина, В.А. Варламов С.А. Кшникаткин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 4. – С. 68-70.
103. Кшникаткина, А.Н. Опыт интродукции новых кормовых растений в лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, В.Н. Еськин // Вестник Саратовского ГАУ им. Вавилова. – Саратов, – 2007. – С. 60-62.
104. Литвинов, М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов [Текст] / М.А. Литвинов. – Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1969. – 121 с. : ил. – Библиогр.: С. 115-119.
105. Литвинов, М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов [Текст] / М.А. Литвинов: (порядок Moniliales, за исключением подсемейства Aspergilleae) / М.А. Литвинов. – Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1967. – 304 с., 3 л. ил. – Алф. указ. лат.
106. Лобов, Г.Г. Почвы Куйбышевской области / Г.Г. Лобов. – Куйбышев, 1985. – 392 с.
107. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: Изд. ВНИИА, – 2012. – 512 с.
108. Лошаков, В. Г. Севооборот как агроэкологическая основа систем земледелия / В.Г. Лошаков // Научные основы систем земледелия и их совершенствование. Н. Новгород, – 2007. – С. 10-14.
109. Лыков, А.М. Органическое вещество пахотных почв / А.М. Лыков, А.М. Еськов // 43 ВЕСТНИК Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии М.Н. Новиков. – М.: Россельхозакадемия, – 2004. – 630 с.
110. Макаров, В.И. Козлятник восточный в Марий Эл. Йошкар-Ола / В.И. Макаров: МарГУ, – 2007. – 167 с.
111. Марковская, Г.К. Влияние удобрений на микрофлору почвы / Г.К. Марковская // Актуальные вопросы агрономической науки в XXI веке. – 2004. – С. 386-392.

112. Марковская, Г.К. Ресурсосберегающая обработка почвы в полевых севооборотах лесостепи Самарской области и ее влияние на микробиоту чернозема обыкновенного / Г.К. Марковская, Ю.В. Степанова // Актуальные вопросы агрономии, агрохимии и агроэкологии: Материалы Международной научно-практической конференции – Ульяновская ГСХА, – 2012. – С. 124-131.
113. Марьина-Чермных, О.Г. Влияние приемов обработки в условиях мульчирования почвы на микромицетный состав при возделывании зерновых культур / О.Г. Марьина-Чермных, Г.С. Марьин, Н.Э. Прозоров // «Вестник Марийского государственного университета» Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки», – 2015. – С. 12-15.
114. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, – 1997. – 156 с.
115. Методы биодиагностики наземных экосистем / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Ю.В. Акименко и др. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, – 2016. – 356 с.
116. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы [Текст] / Е.Н. Мишустин. – Москва : Изд-во Академии наук СССР, – 1956. – 247 с. : ил. – (Научно-популярная серия. В помощь сельскому хозяйству). – Библиогр.: С. 243-244.
117. Морозов, В.И. Биологизация севооборотов и их синергетическая эффективность в управлении плодородием почвы в лесостепи Поволжья / В.И. Морозов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1. – С. 36.
118. Морозов, В.И. Средообразующие функции зернобобовых культур при биологизации севооборотов / В.И. Морозов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – №1 (11). – С. 3-15.
119. Мосина, Л.В. Микробиологическая диагностика состояния системы «почва – растение» на сенокосах при внесении компостов на основе осадков

сточных вод / Л.В. Мосина, Г.Е. Мерзлая // Известия ТСХА. – Вып. 1. – 2010. – С. 18-27.

120. Немцев, С.Н. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области / С.Н. Немцев, М.М. Сабитов, С.Н. Никитин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 12-13.

121. Нечаева, Е.Х. Плодородие почвы и симбиотическая активность гороха при биологизации его возделывания в лесостепи Заволжья / Е.Х. Нечаева // Актуальные вопросы агрономической науки в XXI веке. – 2004. – С. 392.

122. Нечаева, Е.Х. Параметры оценки биологической активности почвы / Е.Х. Нечаева, Г.К. Марковская, Н.А. Мельникова // Эпоха науки. – 2015. – № 4. – С. 92.

123. Никитина, З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем / З.И. Никитина. – Новосибирск: Наука, – 1991. – 222 с.

124. Новосёлов, Ю.К. Состояние и пути увеличения производства кормов и повышения их качества в полевом кормопроизводстве / Ю.К. Новоселов // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М.:ФГНУ «Росинформагротех», – 2002. – С. 105-111.

125. Новосёлов, Ю.К. Полевое кормопроизводство как фактор стабилизации кормовой базы и биологизации земледелия / Ю.К. Новоселов, А.С. Шпаков, Г.Д. Харьков // Кормопроизводство России: Сборник научных трудов (к 75-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса). М.: Типография ТОО «Корина», – 1997. – С. 30-41.

126. Общее земледелие с почвоведением [Текст] / П.П. Заев, А.А. Заева, А.А. Короткова. – 4-е изд., перераб. – Ленинград : Колос. – 1978.

127. Овчинникова, М.Ф. Влияние длительного осушения на содержание и состав гумуса в дерново-подзолистых почвах и их механических фракциях / М.Ф. Овчинникова // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2016. – № 4. – С. 24-32.

128. Овчинникова, М. Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях / М.Ф. Овчиннико-

ва // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2009. – № 1. – С. 12-18.

129. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: МГУ, – 1990. – 325 с.

130. Платунов, А.А. Продуктивность бобовых и бобово-злаковых травостоев и их влияние на агрофизические свойства почвы в условиях Кировской области / А.А. Платунов, С.Л. Коробицын, Е.В. Шабалина // Вестник АГАУ. – 2011. – №8. – С. 37-41.

131. Платунов, А.А. Развитие и урожайность лядвенца рогатого при подпопковом посеве в условиях Кировской области / А.А. Платунов, Д.Л. Старкова // Кормопроизводство. – 2008. – № 8. – С. 25-27.

132. Полонская, Д.Е. Комплекс почвенных микроорганизмов как возможный критерий для оценки состояния агроэкосистем / Д.Е. Полонская, И.В. Боер, Г.Е. Золотухин // Здоровье общества и безопасность жизнедеятельности: тез. докл. Междунар. симпоз. – Томск: Изд-во СО РАН, – 1998. – С. 121-122.

133. Поляков, В.Ю. Ферментативная активность верхних диагностических горизонтов городских антропогенных почв Биробиджана / В.Ю. Поляков, И.Л. Ревуцкая // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 1 (189). – С. 95-99.

134. Пономарева, Ю.В. Грибные консорты озимой пшеницы в степной зоне Краснодарского края / Ю.В. Пономарева, И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2.– С. 128-137.

135. Попов, В.П. Продуктивность пахотных угодий в системе лес-поле / В.П. Попов, О.С. Попова // Роль науки в развитии сельского хозяйства Приенисейской Сибири: мат-лы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию аграрного освоения Енисейской губернии. Красноярск, –2008. – С. 42-45.

136. Прокофьева-Бельговская, А.А. Строение и развитие актиномицетов [Текст] / Прокофьева-Бельговская Александра Алексеевна. – Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1963. – 276 с. : ил. – Библиогр.: с. 192-208.

137. Прудникова, М.А. Использование биологических показателей в мониторинге пост-агрогенных черноземов / М.А. Прудникова, Е.В. Даденко, О.Ю. Ермолаева, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Известия Самарского научного центра. – 2013. – Т.15. №3 (5). – С. 1406-1409.
138. Пупонин, А.И. Зональные системы земледелия (на ландшафтной основе). – М.: Колос, 1995. – 286 с.
139. Пуртова, Л.Н. Изменение показателей плодородия почв в агроагроэко-мах Приморья в условиях фитомелиоративного опыта / Л.Н. Пуртова, Л.Н. Щапова, А.Н. Емельянова, С.Н. Иншакова // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 11. – С. 63-66.
140. Рабочев, Г.И. Биоэнергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве : учеб. пособие / Г. И. Рабочев, В. Г. Кутилкин, А. Л. Рабочев. – Самара, 2005. – 112 с.
141. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов (отв. ред.). М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2011. – 273 с.
142. Рудаков, О.Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение / АН СССР. Ин-т микробиологии. М.: Наука, – 1981. – 159 с.
143. Рудаков, К.И. Микроорганизмы и структура почвы [Текст] / Рудаков Кирилл Иванович. – Москва : Сельхозгиз, 1951. – 48 с. – Библиогр.: с. 43-46.
144. Руссель, С. Микроорганизмы и жизнь почвы [Текст] / Руссель Стефан ; пер. с пол. Г.Н. Мирошниченко. – Москва : Колос, – 1977. – 233 с.
145. Санданова, И.Б. Влияние факторов окружающей среды на ферментативную активность микроорганизмов-деструкторов растительного опада / И.Б. Санданова, Л.Б. Буянтуева // Вестн. БГУ. – Вып. 9. – 2006. – С. 123–129.
146. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди. М.: Мир, – 2001. – 486 с.
147. Свистова, И.Д. Микромицеты чернозема – продуценты целлюлозолитических ферментов. Воронеж: Изд-во гос. ун-та. – 2003. – 152 с.

148. Семенов, С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов [Текст] : Справочник / С.М. Семенов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 239 с. – Библиогр.: с. 221-232. – Предм. указ.: с.233-235.
149. Симонова, Е.В. Микробиологический мониторинг антропогенно преобразованных почв / Е.В. Симонов, Е.Н. Максимова // СНВ. – 2016. – №1 (14) – С. 62-66.
150. Смелянский, И.Э. Биоразнообразие сельскохозяйственных земель России: Современное состояние и тенденции / И.Э. Смелянский. — М.: МСОП, – 2003. — 56 с.
151. Стахурлова, Л.Д. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в разных биоценозах / Л.Д. Стахурлова, И.Д. Свистова, Д.И. Щеглов // Почвоведение. – 2007. – № 6. – С. 769-774.
152. Терещенко, Н.Н. Микробиологические критерии экологической устойчивости почвы и эффективности почвозащитных технологий / Н.Н. Терещенко, А.Б. Бубина // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – № 3 (7). – С. 42-62.
153. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие / В.И. Титова, А.В. Козлов. Нижегородская с.-х. академия. – Нижний Новгород, – 2012. – 64 с.
154. Тихонович, И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Почвоведение. – 2006. – № 5 (32). – С. 9-12.
155. Тойгильдин, А.Л. Водно-тепловой режим и урожайность многолетних трав в севооборотах / А.Л. Тойгильдин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №3 (27). – С. 28-33.
156. Тойгильдин, А.Л. Средообразующие функции многолетних фитоценозов в севооборотах лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. – №4 (28). – С. 35-43.

157. Тойгильдин, А.Л. Урожайность и белковая продуктивность многолетних трав в севооборотах лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 33-36.
158. Уразаев, Н.А. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, А.В. Никитин и др. – М.: Колос, 2000. – 304 с.
159. Федотов, Г.Н. О неоднородности почвенных гелей / Г.Н. Федотов, О.Н. Быстрова, Е.А. Мартынкина, В.И. Путляев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 3. С. 66-73.
160. Федотов, Г.Н. Гумус как основа коллоидной составляющей почв / Г.Н. Федотов, Г.В. Добровольский // Доклады академии наук. – 2007. – Т. 415. – № 6. – С. 767–771.
161. Федотов, Г.Н. Коллоидные структуры в почвах / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, Г.В. Добровольский др. // Доклады академии наук. – 2005. – Т. 404. – № 3. – С. 352-354.
162. Федотов, Г.Н. Органо-минеральные образования в почвах и пути улучшения почвенных свойств / Г.Н. Федотов, В.С. Шалаев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 2 – С. 80-87.
163. Фомина, Н.В. Анализ изменения целлюлозоразлагающей способности антропогенно загрязненной почвы / Н.В. Фомина // Вестник К расГАУ. – 2014. – № 7. – С.101-117.
164. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 250 с.
165. Хазиев, Ф.Х. Почва и экология / Ф.Х. Хазиев // Вестник Академии наук РБ. – 2017. – Т. 24. № 3. – С. 29-38.
166. Хазиев, Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах / Ф.Х. Хазиев // Вестник Академии наук РБ. – 2015. – Т. 20. № 2 (78). С. 14-24.
167. Христенко, Д.А. Влияние многолетних трав на агрегатный состав чернозема выщелоченного / Д.А. Христенко // Земледелие. – 2007. – № 3. С. 15–16.

168. Чекалин, С.Г. Агроэкологическое значение полупокровного способа посева многолетних трав / С.Г. Чекалин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2 (26). С. 79–85.
169. Чекалин, С.Г. Плодородие почвы и основные пути его регулирования / С.Г. Чекалин, М.М. Фартушина // Известия ОГАУ. – 2014. – №3. – С. 14-17.
170. Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
171. Чибис, В.В. Формирование элементов плодородия почвы при плодосменном чередовании полевых культур в лесостепной зоне Западной Сибири / В.В. Чибис, С.П. Чибис // Земледелие. – 2016. – №1. – С. 20-22.
172. Чичкин, А.П. Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья / А.П. Чичкин. М.: РАСХН, – 2001. – 250 с.
173. Чупрова, В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири / В.В. Чупрова // Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 204-214.
174. Шапошников, А.И. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов / А.И. Шапошников, А.А. Белимов, Л.В. Кравченко, Д.М. Виванко // Сельскохозяйственная биология. – 2011, – № 3. – С. 16-22.
175. Шарипова, Р.Б. Агроклиматическая оценка атмосферных засух и урожайности на территории ГНУ Ульяновский НИИСХ / Р.Б. Шарипова, А.Г. Галиакберов, С.Н. Никитин, М.М. Сабитов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 35-39.
176. Шеин, Е.В. Курс физики почв: учебник для вузов / Е.В. Шеин. М.: Изд-во МГУ, –2005. – 432 с.
177. Шпаков, А.С. Средообразующая роль многолетних трав в системе ведения хозяйств в Нечернозёмной зоне / А.С. Шпаков // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса», выпуск 5 (53) / Под редакцией чл.-корр.

РАН В.М. Косолапова, Н.И. Георгиади. М.: Угрешская типография, – 2015. – С. 120-129.

178. Шульмейстер, К.Г. Повышение плодородия почвы в сухой и полупустынной степях Поволжья и Приуралья // К.Г. Шульмейстер, А.И. Беленков, И.И. Лисниченко / Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 4. – С. 95-101.

179. Щербаков, А.П. Антропогенная эволюция черноземов / Под ред. А.П. Щербакова, И.И. Васенева. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 412 с.

180. Экология микроорганизмов / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко, М.В. Иванов и др Под. Ред. Профессора А. И. Нетрусова. – М., 2004. – 272 с.

181. Яковлев, А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв / А.С. Яковлев // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 70-79.

182. Alef, K., and Kleiner, D. 1986. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potentials in soils. *Soil Biol. Biochem.* 18: 233–235.

183. Antonio Moretti, Antonia Susca. *Methods in Molecular Biology* ISBN 978-1-4939-6705-6 DOI 10.1007/978-1-4939-6707-0

184. Dupuis, E.M., and Whalen, J.K. Soil properties related to the spatial pattern of microbial biomass and respiration in agroecosystems. *Can. J. Soil Sci.* 87: 479–484.

185. Franzluebbers, A.J. Introduction to Symposium — Microbial Biomass: Measurement and Role in Soil Quality. *Can. J. Soil Sci.* 87: 505-506.

186. Gianfreda, L., Rao, M.A. The Influence of Pesticides on Soil Enzymes // *Soil Enzymology. Soil Biology.* 2011. Volume 22. P. 293–312

187. Grossman, J.M., Schipanski, M.E., Sooksanguan, T., Seehaver, S. Drinkwater LE. 2011. Diversity of rhizobia in soybean *Glycine max* (Vinton) nodules varies under organic and conventional management. *Appl. Soil Ecol.* 50: 14–20.

188. Hamel, C., and Strullu, D-G. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi in field crop production: Potential and new direction. *Can. J. Plant Sci.* 86: 941–950.

189. Klich, A.M. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter // *Mycologia*. Vol. 94. No. 1. 2002. Pp. 21–27.
190. *Microbes for Legume Improvement* / Khan M.S., Zaidi A., Musarat J. (Eds.). Wien: Springer-Verlag, 2010. – 554 p.
191. Minerdi, D., Bianciotto, V., and Bonfante, P. 2002. Endosymbiotic bacteria in mycorrhizal fungi: from their morphology to genomic sequences. *Plant Soil* 244: 211–219.
192. Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Ris, E. A., Boller, T. and Wiemken, A. 2005. Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. *New Phytol.* 165: 273–283.
193. Demyanyuk, O.S., Sherstoboeva, O.V., Bunas, A.A., Dmitrenko, O.V Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine // *Biosystems Diversity*. 2018. №4. 309 – 315.
194. Rousk J., Beeth E., Brookes P.C., Lauber C.L., Lozupone C., Caporaso J.G. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. *The ISME Journal*, 2010, 4: 1340 - 1351 (doi: 10.1038/ismej.2010.58).
195. Towards a rational strategy for monitoring of microbiological quality of ambient waters /H.R. Poma [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2012. – N 433. – P. 98 109.
196. Skujin, J.J. Extracellular enzymes in soil / J.J. Skujin // *CRS Crit. Rev. Microbiol.* – 1976. – Vol.4. – № 4. – P. 383–414.
197. Stockdale, E.A., Watson, C.A. Biological indicators of soil quality in organic farming systems // *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2009. Volume 24. P. 308–318.
198. Vestberg, M., Saari, K., Kukkonen, S. and Hurme, T. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. *Mycorrhiza* 15: 447–458.
199. Yarwood S., Wick A., Williams M., Daniels W.L. Parent material and vegetation influence soil microbial community structure following 30-years of rock

weathering and pedogenesis. *Microb. Ecol.*, 2015, 69(2): 383-394 (doi: 10.1007/s00248-014-0523-1).

200. Utobo, E.B., Tewari, L. Soil enzymes as bioindicators of soil ecosystem status // *Applied Ecology and Environmental Research*. 2015. Vol. 13. № 1. P. 147–169.

201. Zhu, Y.G. and Miller, R.M. 2003. Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil-plant systems. *Trends Plant Sci.* 8: 407–409.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 2.1. Температура воздуха и количество осадков за 2016–2018 гг.  
(по данным метеостанции Самарской ГАУ)

Месяцы	Декады	Температура, °С				Осадки, мм			
		средне- много- летнее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Норма	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Январь	среднее	-13,6	-11,8	-9,9	-10,2	24	74,2	48	21,7
Февраль	среднее	-13,5	-2,6	-8,2	-11,6	18	66	48,4	20,7
Март	среднее	-7,1	-0,1	-2,7	-9,2	24	32,4	24,9	55,9
Апрель	среднее	4,6	10	6,1	5,9	27	68,3	52	57,1
Май	1	12	14,6	14,9	15,7	10	5,1	1,9	4,5
	2	14,1	14,2	12,2	18,9	11	3,8	17,2	2,2
	3	15,9	20,3	14,2	15,5	12	19,4	51,3	13,5
	среднее	14,0	16,4	13,8	16,7	33	28,3	70,4	20,2
Июнь	1	17,7	15,9	13,8	13,9	13	9,4	45,8	6,1
	2	18,7	22,4	17,3	17,6	13	0,4	45,9	1,4
	3	19,7	21,5	18,7	23,9	13	3	38,1	11,2
	среднее	18,7	19,9	16,6	18,5	39	12,8	129,8	18,7
Июль	1	20,4	21,4	18,9	24,7	15	8,5	17,8	10,6
	2	20,8	23,8	21,3	23,5	16	22,1	3	31,3
	3	20,9	22,9	22,4	23,2	16	24,6	1,6	30,8
	среднее	20,7	22,7	20,9	23,8	47	55,2	22,4	72,7
Август	1	20,3	25,3	22,7	22,5	15	0,1	0,1	2,1
	2	19,1	26,9	20,4	20	15	0,1	0,1	1,7
	3	17,3	21,6	21,1	18,1	14	2,5	1,1	9,3
	среднее	18,9	24,6	21,4	20,2	44	2,7	1,3	13,1
Сентябрь	1	14,9	14,3	16,9	18,5	14	42	3,5	0,1
	2	12,3	10,5	16,6	15,7	15	17	55,1	7,6
	3	9,8	12,7	8,4	13	15	58,4	7,4	10,6
	среднее	12,3	12,5	14,0	15,7	44	117,4	66	18,3
Октябрь	среднее	4,1	4,8	5,5	7,5	41	46,4	82,5	23,2
Ноябрь	среднее	-4,3	-4	1,2	-3,4	38	82,6	32,8	13,4
Декабрь	среднее	-10,9	-11,3	-5,4	-6,5	31	42,6	65	41,2
За год	среднее	3,6	6,7	6,1	5,6	410	628,9	643,5	376,2

Приложение 4.1. Влажность почвы за 2016 год, %

Варианты	1 срок			2 срок			3 срок			В среднем за год
	0-20 см	20-40 см	0-40 см	0-20 см	20-40 см	0-40 см	0-20 см	20-40 см	0-40 см	
1.Кострец безостый	17,5	21,4	<b>19,5</b>	12,8	15,1	<b>14,0</b>	28,0	24,7	<b>26,4</b>	<b>19,9</b>
2.Житняк гребневидный	19,4	21,1	<b>20,3</b>	12,6	14,8	<b>13,7</b>	27,8	24,6	<b>26,2</b>	<b>20,1</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	18,9	22,5	<b>20,7</b>	6,7	14,8	<b>10,8</b>	27,6	25,9	<b>26,8</b>	<b>19,4</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	17,9	21,2	<b>19,6</b>	9,6	15,2	<b>12,4</b>	25,4	25,0	<b>25,2</b>	<b>19,1</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	18,6	21,7	<b>20,2</b>	14,7	14,7	<b>14,7</b>	25,5	24,5	<b>25,0</b>	<b>20,0</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	18,9	19,2	<b>19,1</b>	12,3	16,0	<b>14,2</b>	26,9	25,3	<b>26,1</b>	<b>19,8</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	16,6	20,2	<b>18,4</b>	11,9	14,4	<b>13,2</b>	27,2	36,0	<b>31,6</b>	<b>21,1</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	16,7	21,2	<b>19,0</b>	13,6	15,2	<b>14,4</b>	24,7	21,3	<b>23,0</b>	<b>18,8</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	16,6	19,4	<b>18,0</b>	11,1	13,1	<b>12,1</b>	26,5	24,9	<b>25,7</b>	<b>18,6</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	16,7	20,4	<b>18,6</b>	13,5	14,2	<b>13,9</b>	27,0	25,4	<b>26,2</b>	<b>19,5</b>
11.Суданская трава	18,0	21,7	<b>19,9</b>	14,7	15,4	<b>15,1</b>	37,1	25,8	<b>31,5</b>	<b>22,1</b>

Приложение 4.2. Влажность почвы за 2017 год, %

Варианты	1 срок			2 срок			3 срок			В среднем за год
	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	
1.Кострец безостый	22,5	21,0	<b>21,8</b>	16,6	16,9	<b>16,7</b>	30,1	23,0	<b>26,6</b>	<b>21,7</b>
2.Житняк гребневидный	21,3	20,0	<b>20,7</b>	14,0	16,9	<b>15,4</b>	24,2	23,9	<b>24,0</b>	<b>20,0</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	22,6	21,5	<b>22,0</b>	13,4	16,3	<b>14,8</b>	32,7	22,3	<b>27,5</b>	<b>21,4</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	22,9	16,1	<b>19,5</b>	12,8	16,9	<b>14,9</b>	24,1	22,2	<b>23,1</b>	<b>19,2</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	24,7	22,3	<b>23,5</b>	16,2	15,9	<b>16,0</b>	25,3	24,9	<b>25,1</b>	<b>21,5</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	23,7	21,8	<b>22,8</b>	17,5	18,7	<b>18,1</b>	24,2	23,9	<b>24,1</b>	<b>21,6</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	21,8	22,1	<b>22,0</b>	17,0	17,5	<b>17,3</b>	24,2	24,6	<b>24,4</b>	<b>21,2</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	22,0	22,9	<b>22,4</b>	17,6	18,8	<b>18,2</b>	20,1	20,5	<b>20,3</b>	<b>20,3</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	21,8	22,9	<b>22,3</b>	14,8	16,7	<b>15,8</b>	24,0	22,5	<b>23,3</b>	<b>20,5</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	23,5	21,8	<b>22,6</b>	13,3	15,3	<b>14,3</b>	23,6	23,5	<b>23,5</b>	<b>20,2</b>
11.Суданская трава	24,5	24,3	<b>24,4</b>	15,0	16,2	<b>15,6</b>	22,1	29,3	<b>25,7</b>	<b>21,9</b>

Приложение 4.3. Влажность почвы за 2018 год, %

Варианты	1 срок			2 срок			3 срок			В среднем за год
	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	0-20 см	20-40 см	<b>0-40 см</b>	
1.Кострец безостый	24,9	26,1	<b>25,5</b>	16,5	17,8	<b>17,1</b>	15,3	16,9	16,1	<b>19,6</b>
2.Житняк гребневидный	20,6	22,8	<b>21,7</b>	17,4	18,0	<b>17,7</b>	15,7	16,6	16,1	<b>18,5</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	20,3	22,0	<b>21,2</b>	17,4	18,2	<b>17,8</b>	16,4	16,6	16,5	<b>18,5</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	20,2	21,9	<b>21,1</b>	16,6	17,2	<b>16,9</b>	16,3	16,3	16,3	<b>18,1</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	21,1	22,4	<b>21,7</b>	16,9	17,6	<b>17,3</b>	16,1	16,6	16,3	<b>18,4</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	18,9	21,3	<b>20,1</b>	16,9	17,2	<b>17,1</b>	15,4	18,4	16,9	<b>18,0</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	20,2	20,7	<b>20,5</b>	15,8	16,9	<b>16,3</b>	15,8	16,6	16,2	<b>17,7</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	19,9	21,5	<b>20,7</b>	16,5	17,7	<b>17,1</b>	17,0	17,1	17,0	<b>18,3</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	20,4	20,9	<b>20,7</b>	15,9	16,8	<b>16,4</b>	16,2	16,8	16,5	<b>17,8</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	17,3	18,2	<b>17,8</b>	16,4	17,4	<b>16,9</b>	16,2	16,7	16,5	<b>17,0</b>
11.Суданская трава	24,0	24,9	<b>24,4</b>	16,8	17,1	<b>16,9</b>	18,2	17,7	18,0	<b>19,8</b>

## Приложение 4.4. Численность микромицетов за 2016 год (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	20,97	51,95	7,36	26,76
	20-40	11,07	42,40	3,98	19,15
	<b>0-40</b>	<b>16,02</b>	<b>47,18</b>	<b>5,67</b>	<b>22,96</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	6,20	105,26	3,74	38,40
	20-40	9,76	43,78	2,65	18,73
	<b>0-40</b>	<b>7,98</b>	<b>74,52</b>	<b>3,20</b>	<b>28,57</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	6,54	7,50	1,80	5,28
	20-40	24,90	33,69	3,10	20,56
	<b>0-40</b>	<b>15,72</b>	<b>20,59</b>	<b>2,45</b>	<b>12,92</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	20,71	36,50	4,02	20,41
	20-40	11,04	31,84	8,00	16,96
	<b>0-40</b>	<b>15,87</b>	<b>34,17</b>	<b>6,01</b>	<b>18,69</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	8,60	15,59	2,82	9,00
	20-40	11,88	54,75	5,30	23,97
	<b>0-40</b>	<b>10,24</b>	<b>35,17</b>	<b>4,06</b>	<b>16,49</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,56	45,95	7,25	19,25
	20-40	23,14	19,40	3,35	15,30
	<b>0-40</b>	<b>13,85</b>	<b>32,68</b>	<b>5,30</b>	<b>17,28</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	5,64	16,69	5,49	9,27
	20-40	4,14	42,64	5,16	17,31
	<b>0-40</b>	<b>4,89</b>	<b>29,66</b>	<b>5,33</b>	<b>13,29</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	12,85	10,07	4,38	9,10
	20-40	14,34	55,07	2,54	23,98
	<b>0-40</b>	<b>13,59</b>	<b>32,57</b>	<b>3,46</b>	<b>16,54</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	12,35	48,37	1,77	20,83
	20-40	15,76	76,75	3,99	32,17
	<b>0-40</b>	<b>14,05</b>	<b>62,56</b>	<b>2,88</b>	<b>26,50</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	8,76	80,12	7,26	32,05
	20-40	10,43	75,41	2,28	29,37
	<b>0-40</b>	<b>9,60</b>	<b>77,76</b>	<b>4,77</b>	<b>30,71</b>
11.Суданская трава	0-20	11,83	15,59	2,07	9,83
	20-40	12,39	18,09	3,37	11,28
	<b>0-40</b>	<b>12,11</b>	<b>16,84</b>	<b>2,72</b>	<b>10,56</b>

Приложение 4.5. Численность микромицетов за 2017 год (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	23,67	52,34	41,50	39,17
	20-40	15,62	59,38	27,29	34,09
	<b>0-40</b>	<b>19,64</b>	<b>55,86</b>	<b>34,39</b>	<b>36,63</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	13,56	46,88	21,99	27,47
	20-40	9,17	25,27	29,33	21,26
	<b>0-40</b>	<b>11,36</b>	<b>36,07</b>	<b>25,66</b>	<b>24,37</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	12,49	28,47	48,02	29,66
	20-40	10,19	48,18	57,92	38,76
	<b>0-40</b>	<b>11,34</b>	<b>38,33</b>	<b>52,97</b>	<b>34,21</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	15,14	35,18	25,02	25,11
	20-40	21,47	22,07	57,81	33,78
	<b>0-40</b>	<b>18,30</b>	<b>28,63</b>	<b>41,42</b>	<b>29,45</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	8,85	79,14	30,79	39,59
	20-40	18,02	40,81	42,18	33,67
	<b>0-40</b>	<b>13,43</b>	<b>59,98</b>	<b>36,48</b>	<b>36,63</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	16,59	27,87	25,52	23,33
	20-40	20,04	26,25	59,57	35,29
	<b>0-40</b>	<b>18,32</b>	<b>27,06</b>	<b>42,54</b>	<b>29,31</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	8,53	101,63	24,20	44,79
	20-40	15,41	42,84	22,11	26,79
	<b>0-40</b>	<b>11,97</b>	<b>72,24</b>	<b>23,16</b>	<b>35,79</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	7,69	43,68	17,53	22,97
	20-40	24,21	27,08	38,98	30,09
	<b>0-40</b>	<b>15,95</b>	<b>35,38</b>	<b>28,25</b>	<b>26,53</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	17,47	22,31	32,90	24,22
	20-40	16,87	7,20	66,25	30,10
	<b>0-40</b>	<b>17,17</b>	<b>14,76</b>	<b>49,57</b>	<b>27,16</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	19,16	14,23	11,34	14,91
	20-40	25,56	36,61	15,69	25,96
	<b>0-40</b>	<b>22,36</b>	<b>25,42</b>	<b>13,52</b>	<b>20,43</b>
11.Суданская трава	0-20	21,64	42,35	22,25	28,74
	20-40	16,73	24,27	20,73	20,58
	<b>0-40</b>	<b>19,18</b>	<b>33,31</b>	<b>21,49</b>	<b>24,66</b>

Приложение 4.6. Численность микромицетов за 2018 год (тыс КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	34,63	41,50	50,08	42,07
	20-40	14,89	41,75	36,81	31,15
	<b>0-40</b>	<b>24,76</b>	<b>41,63</b>	<b>43,45</b>	<b>36,61</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	35,28	29,88	40,90	35,35
	20-40	23,31	54,90	60,86	46,36
	<b>0-40</b>	<b>29,30</b>	<b>42,39</b>	<b>50,88</b>	<b>40,86</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	32,64	23,40	43,07	33,04
	20-40	26,94	28,53	39,90	31,79
	<b>0-40</b>	<b>29,79</b>	<b>25,97</b>	<b>41,48</b>	<b>32,41</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	13,37	57,15	53,99	41,50
	20-40	11,53	66,41	35,97	37,97
	<b>0-40</b>	<b>12,45</b>	<b>61,78</b>	<b>44,98</b>	<b>39,74</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	38,86	38,90	49,53	42,43
	20-40	15,89	24,28	39,96	26,71
	<b>0-40</b>	<b>27,37</b>	<b>31,59</b>	<b>44,74</b>	<b>34,57</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	20,54	36,88	81,84	46,42
	20-40	36,01	33,03	52,12	40,39
	<b>0-40</b>	<b>28,28</b>	<b>34,96</b>	<b>66,98</b>	<b>43,41</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	41,38	44,74	38,28	41,47
	20-40	18,50	30,47	42,90	30,62
	<b>0-40</b>	<b>29,94</b>	<b>37,60</b>	<b>40,59</b>	<b>36,04</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	18,72	39,50	47,59	35,27
	20-40	11,47	37,27	50,29	33,01
	<b>0-40</b>	<b>15,10</b>	<b>38,39</b>	<b>48,94</b>	<b>34,14</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	23,02	24,18	50,88	32,69
	20-40	19,82	24,84	41,30	28,65
	<b>0-40</b>	<b>21,42</b>	<b>24,51</b>	<b>46,09</b>	<b>30,67</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	16,53	39,47	42,30	32,77
	20-40	3,67	37,12	45,34	28,71
	<b>0-40</b>	<b>10,10</b>	<b>38,30</b>	<b>43,82</b>	<b>30,74</b>
11.Суданская трава	0-20	31,56	26,04	50,91	36,17
	20-40	34,63	49,45	44,29	42,79
	<b>0-40</b>	<b>33,10</b>	<b>37,75</b>	<b>47,60</b>	<b>39,48</b>

Приложение 4.7. Численность бактерий за 2016 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	1,33	3,44	2,92	2,56
	20-40	0,89	0,94	1,20	1,01
	<b>0-40</b>	<b>1,11</b>	<b>2,19</b>	<b>2,06</b>	<b>1,79</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,62	2,75	6,93	3,43
	20-40	1,27	0,82	4,11	2,07
	<b>0-40</b>	<b>0,94</b>	<b>1,78</b>	<b>5,52</b>	<b>2,75</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,97	25,72	1,38	9,69
	20-40	1,03	1,76	1,35	1,38
	<b>0-40</b>	<b>1,50</b>	<b>13,74</b>	<b>1,37</b>	<b>5,54</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,10	1,22	13,54	5,28
	20-40	0,51	0,71	4,53	1,92
	<b>0-40</b>	<b>0,80</b>	<b>0,96</b>	<b>9,04</b>	<b>3,60</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	1,23	3,17	1,88	2,09
	20-40	1,02	1,76	0,66	1,15
	<b>0-40</b>	<b>1,13</b>	<b>2,46</b>	<b>1,27</b>	<b>1,62</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,36	4,22	27,22	10,93
	20-40	1,98	2,02	29,59	11,20
	<b>0-40</b>	<b>1,67</b>	<b>3,12</b>	<b>28,40</b>	<b>11,06</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,08	1,36	2,61	1,68
	20-40	1,50	7,01	1,09	3,20
	<b>0-40</b>	<b>1,29</b>	<b>4,19</b>	<b>1,85</b>	<b>2,44</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,56	3,94	2,26	2,58
	20-40	1,27	12,74	0,89	4,96
	<b>0-40</b>	<b>1,41</b>	<b>8,34</b>	<b>1,57</b>	<b>3,77</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,72	3,60	6,67	3,66
	20-40	1,49	1,84	1,86	1,73
	<b>0-40</b>	<b>1,10</b>	<b>2,72</b>	<b>4,27</b>	<b>2,70</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,80	4,62	9,04	5,16
	20-40	2,01	2,21	0,80	1,68
	<b>0-40</b>	<b>1,91</b>	<b>3,42</b>	<b>4,92</b>	<b>3,42</b>
11.Суданская трава	0-20	7,07	1,41	0,95	3,14
	20-40	0,89	0,59	15,23	5,57
	<b>0-40</b>	<b>3,98</b>	<b>1,00</b>	<b>8,09</b>	<b>4,36</b>

Приложение 4.8. Численность бактерий за 2017 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	3,44	2,12	10,88	5,48
	20-40	4,22	2,61	27,20	11,34
	<b>0-40</b>	<b>3,83</b>	<b>2,36</b>	<b>19,04</b>	<b>8,41</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	3,09	1,28	13,72	6,03
	20-40	2,50	2,53	11,21	5,41
	<b>0-40</b>	<b>2,80</b>	<b>1,90</b>	<b>12,46</b>	<b>5,72</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,38	5,00	15,05	7,14
	20-40	2,72	1,43	5,83	3,33
	<b>0-40</b>	<b>2,05</b>	<b>3,22</b>	<b>10,44</b>	<b>5,24</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	4,80	1,80	16,33	7,64
	20-40	4,25	1,00	13,87	6,38
	<b>0-40</b>	<b>4,53</b>	<b>1,40</b>	<b>15,10</b>	<b>7,01</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,44	1,59	19,81	8,95
	20-40	6,69	2,46	14,21	7,79
	<b>0-40</b>	<b>6,07</b>	<b>2,02</b>	<b>17,01</b>	<b>8,37</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,98	2,58	20,77	9,44
	20-40	4,86	1,97	18,40	8,41
	<b>0-40</b>	<b>4,92</b>	<b>2,28</b>	<b>19,58</b>	<b>8,93</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,28	1,81	5,46	2,85
	20-40	4,88	2,22	9,02	5,37
	<b>0-40</b>	<b>3,08</b>	<b>2,02</b>	<b>7,24</b>	<b>4,11</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,01	20,47	18,20	13,56
	20-40	4,58	1,81	7,04	4,48
	<b>0-40</b>	<b>3,30</b>	<b>11,14</b>	<b>12,62</b>	<b>9,02</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	4,01	1,25	8,77	4,68
	20-40	5,84	1,92	8,60	5,45
	<b>0-40</b>	<b>4,92</b>	<b>1,59</b>	<b>8,69</b>	<b>5,07</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	4,75	1,88	20,58	9,07
	20-40	6,35	15,59	10,99	10,97
	<b>0-40</b>	<b>5,55</b>	<b>8,74</b>	<b>15,78</b>	<b>10,02</b>
11.Суданская трава	0-20	6,27	1,96	6,16	4,80
	20-40	7,49	2,11	13,38	7,66
	<b>0-40</b>	<b>6,88</b>	<b>2,03</b>	<b>9,77</b>	<b>6,23</b>

Приложение 4.9. Численность бактерий за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	1,47	5,39	3,00	3,29
	20-40	0,77	6,77	1,08	2,87
	<b>0-40</b>	<b>1,12</b>	<b>6,08</b>	<b>2,04</b>	<b>3,08</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,63	1,66	3,69	1,99
	20-40	1,64	2,64	5,52	3,27
	<b>0-40</b>	<b>1,14</b>	<b>2,15</b>	<b>4,61</b>	<b>2,63</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,17	2,38	2,18	1,91
	20-40	0,86	1,71	3,48	2,01
	<b>0-40</b>	<b>1,01</b>	<b>2,05</b>	<b>2,83</b>	<b>1,96</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,00	3,84	1,93	2,26
	20-40	1,32	2,25	2,40	1,99
	<b>0-40</b>	<b>1,16</b>	<b>3,05</b>	<b>2,16</b>	<b>2,12</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	1,77	2,73	1,83	2,11
	20-40	0,99	5,06	1,86	2,64
	<b>0-40</b>	<b>1,38</b>	<b>3,89</b>	<b>1,85</b>	<b>2,37</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,40	3,41	1,72	2,17
	20-40	0,42	2,09	1,18	1,23
	<b>0-40</b>	<b>0,91</b>	<b>2,75</b>	<b>1,45</b>	<b>1,70</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,84	4,32	1,41	2,52
	20-40	0,97	1,80	4,16	2,31
	<b>0-40</b>	<b>1,40</b>	<b>3,06</b>	<b>2,78</b>	<b>2,42</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,37	4,75	1,96	2,69
	20-40	2,59	6,28	1,13	3,33
	<b>0-40</b>	<b>1,98</b>	<b>5,51</b>	<b>1,55</b>	<b>3,01</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,21	2,93	1,58	1,57
	20-40	0,76	1,16	1,72	1,21
	<b>0-40</b>	<b>0,48</b>	<b>2,05</b>	<b>1,65</b>	<b>1,39</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,05	3,31	2,09	2,15
	20-40	0,37	3,71	2,31	2,13
	<b>0-40</b>	<b>0,71</b>	<b>3,51</b>	<b>2,20</b>	<b>2,14</b>
11.Суданская трава	0-20	1,75	1,52	1,24	1,51
	20-40	1,47	2,49	4,05	2,67
	<b>0-40</b>	<b>1,61</b>	<b>2,01</b>	<b>2,65</b>	<b>2,09</b>

Приложение 4.10. Численность актиномицетов  
за 2016 год (млн КОЕ\1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В сред- нем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,24	2,29	0,08	0,87
	20-40	0,00	1,65	0,13	0,59
	<b>0-40</b>	<b>0,12</b>	<b>1,97</b>	<b>0,11</b>	<b>0,73</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,12	1,03	0,12	0,43
	20-40	0,38	1,29	0,13	0,60
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>1,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,51</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,25	1,07	0,14	0,49
	20-40	0,00	1,53	0,27	0,60
	<b>0-40</b>	<b>0,12</b>	<b>1,30</b>	<b>0,20</b>	<b>0,54</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,24	1,33	0,12	0,56
	20-40	0,38	0,94	0,04	0,45
	<b>0-40</b>	<b>0,31</b>	<b>1,14</b>	<b>0,08</b>	<b>0,51</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,25	3,63	0,13	1,34
	20-40	0,26	2,23	0,08	0,85
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>2,93</b>	<b>0,11</b>	<b>1,10</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет пес- чаный	0-20	0,12	2,17	0,05	0,78
	20-40	0,50	2,26	0,27	1,01
	<b>0-40</b>	<b>0,31</b>	<b>2,21</b>	<b>0,16</b>	<b>0,89</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегри- бридная	0-20	0,24	1,70	0,41	0,78
	20-40	0,25	1,29	0,16	0,56
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>1,49</b>	<b>0,28</b>	<b>0,67</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна си- негибридная	0-20	0,24	1,50	0,13	0,63
	20-40	0,63	0,94	0,25	0,61
	<b>0-40</b>	<b>0,44</b>	<b>1,22</b>	<b>0,19</b>	<b>0,62</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,48	0,56	0,14	0,39
	20-40	0,37	1,84	0,40	0,87
	<b>0-40</b>	<b>0,43</b>	<b>1,20</b>	<b>0,27</b>	<b>0,63</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец ро- гатый	0-20	0,24	0,92	0,14	0,43
	20-40	0,13	1,75	0,12	0,66
	<b>0-40</b>	<b>0,18</b>	<b>1,34</b>	<b>0,13</b>	<b>0,55</b>
11.Суданская трава	0-20	0,24	0,94	0,05	0,41
	20-40	0,26	2,01	0,27	0,84
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>1,47</b>	<b>0,16</b>	<b>0,63</b>

Приложение 4.11. Численность актиномицетов  
за 2017 год (млн КОЕ\1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В сред- нем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,08	0,03	1,89	0,67
	20-40	0,02	0,03	0,37	0,14
	<b>0-40</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>1,13</b>	<b>0,40</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,24	0,04	1,13	0,47
	20-40	0,03	0,00	2,17	0,73
	<b>0-40</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>	<b>1,65</b>	<b>0,60</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,27	0,02	1,35	0,55
	20-40	0,20	0,01	1,22	0,48
	<b>0-40</b>	<b>0,24</b>	<b>0,02</b>	<b>1,28</b>	<b>0,51</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,13	0,05	1,14	0,44
	20-40	0,16	0,15	0,92	0,41
	<b>0-40</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>1,03</b>	<b>0,43</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,28	0,08	0,96	0,44
	20-40	0,16	0,03	1,17	0,45
	<b>0-40</b>	<b>0,22</b>	<b>0,05</b>	<b>1,07</b>	<b>0,45</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет пес- чаный	0-20	0,20	0,03	1,13	0,45
	20-40	0,19	0,25	0,39	0,28
	<b>0-40</b>	<b>0,19</b>	<b>0,14</b>	<b>0,76</b>	<b>0,36</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегри- бридная	0-20	0,69	0,18	1,72	0,87
	20-40	0,10	0,14	0,54	0,26
	<b>0-40</b>	<b>0,39</b>	<b>0,16</b>	<b>1,13</b>	<b>0,56</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна си- негибридная	0-20	0,41	0,16	0,41	0,33
	20-40	0,06	0,06	1,26	0,46
	<b>0-40</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,84</b>	<b>0,39</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,47	0,02	0,29	0,26
	20-40	0,21	0,02	0,77	0,33
	<b>0-40</b>	<b>0,34</b>	<b>0,02</b>	<b>0,53</b>	<b>0,30</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец ро- гатый	0-20	0,24	0,03	0,23	0,17
	20-40	0,25	0,13	1,45	0,61
	<b>0-40</b>	<b>0,25</b>	<b>0,08</b>	<b>0,84</b>	<b>0,39</b>
11.Суданская трава	0-20	0,06	0,29	1,06	0,47
	20-40	0,16	0,02	0,85	0,34
	<b>0-40</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,95</b>	<b>0,41</b>

Приложение 4.12. Численность актиномицетов  
за 2018 год (млн КОЕ/1гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В сред- нем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,62	0,03	0,00	0,22
	20-40	0,09	0,06	0,01	0,05
	<b>0-40</b>	<b>0,36</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,14</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,14	0,09	0,00	0,08
	20-40	0,13	0,09	0,00	0,07
	<b>0-40</b>	<b>0,13</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,57	0,01	0,01	0,20
	20-40	0,37	0,09	0,01	0,16
	<b>0-40</b>	<b>0,47</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,18</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,37	0,14	0,00	0,17
	20-40	0,06	0,03	0,02	0,03
	<b>0-40</b>	<b>0,21</b>	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	<b>0,10</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,37	0,03	0,00	0,13
	20-40	0,21	0,02	0,00	0,08
	<b>0-40</b>	<b>0,29</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет пес- чаный	0-20	0,52	0,18	0,00	0,23
	20-40	0,24	0,31	0,00	0,18
	<b>0-40</b>	<b>0,38</b>	<b>0,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,21</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегри- бридная	0-20	0,80	0,08	0,02	0,30
	20-40	0,41	0,08	0,01	0,16
	<b>0-40</b>	<b>0,61</b>	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	<b>0,23</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна си- негибридная	0-20	0,45	0,21	0,00	0,22
	20-40	0,82	0,13	0,00	0,31
	<b>0-40</b>	<b>0,63</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,27</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,30	0,26	0,00	0,19
	20-40	0,16	0,12	0,00	0,09
	<b>0-40</b>	<b>0,23</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец ро- гатый	0-20	0,27	0,36	0,01	0,21
	20-40	0,04	0,08	0,00	0,04
	<b>0-40</b>	<b>0,15</b>	<b>0,22</b>	<b>0,01</b>	<b>0,13</b>
11.Суданская трава	0-20	0,54	0,35	0,01	0,30
	20-40	0,30	0,43	0,00	0,24
	<b>0-40</b>	<b>0,42</b>	<b>0,39</b>	<b>0,01</b>	<b>0,27</b>

Приложение 4.13. Общая биогенность почвы  
за 2016 год (млн КОЕ/1 гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	1,60	5,79	3,01	3,46
	20-40	0,90	2,63	1,33	1,62
	<b>0-40</b>	<b>1,25</b>	<b>4,21</b>	<b>2,17</b>	<b>2,54</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,75	3,88	7,05	3,90
	20-40	1,66	2,16	4,25	2,69
	<b>0-40</b>	<b>1,20</b>	<b>3,02</b>	<b>5,65</b>	<b>3,29</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	2,23	26,80	1,52	10,18
	20-40	1,06	3,32	1,62	2,00
	<b>0-40</b>	<b>1,64</b>	<b>15,06</b>	<b>1,57</b>	<b>6,09</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,36	2,58	13,66	5,87
	20-40	0,90	1,68	4,58	2,39
	<b>0-40</b>	<b>1,13</b>	<b>2,13</b>	<b>9,12</b>	<b>4,13</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	1,48	6,82	2,02	3,44
	20-40	1,29	4,04	0,75	2,03
	<b>0-40</b>	<b>1,39</b>	<b>5,43</b>	<b>1,38</b>	<b>2,73</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,48	6,43	27,28	11,73
	20-40	2,50	4,31	29,86	12,22
	<b>0-40</b>	<b>1,99</b>	<b>5,37</b>	<b>28,57</b>	<b>11,98</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегрибридная	0-20	1,32	3,08	3,03	2,48
	20-40	1,76	8,34	1,26	3,78
	<b>0-40</b>	<b>1,54</b>	<b>5,71</b>	<b>2,14</b>	<b>3,13</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегрибридная	0-20	1,81	5,45	2,39	3,22
	20-40	1,92	13,73	1,15	5,60
	<b>0-40</b>	<b>1,87</b>	<b>9,59</b>	<b>1,77</b>	<b>4,41</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	1,21	4,21	6,80	4,08
	20-40	1,88	3,76	2,27	2,63
	<b>0-40</b>	<b>1,54</b>	<b>3,98</b>	<b>4,54</b>	<b>3,35</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,05	5,63	9,19	5,62
	20-40	2,15	4,04	0,93	2,37
	<b>0-40</b>	<b>2,10</b>	<b>4,83</b>	<b>5,06</b>	<b>4,00</b>
11.Суданская трава	0-20	7,33	2,36	1,00	3,56
	20-40	1,16	2,62	15,50	6,43
	<b>0-40</b>	<b>4,25</b>	<b>2,49</b>	<b>8,25</b>	<b>5,00</b>

Приложение 4.14. Общая биогенность почвы  
за 2017 год (млн КОЕ/1 гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	3,55	2,20	12,81	6,19
	20-40	4,25	2,70	27,60	11,52
	<b>0-40</b>	<b>3,90</b>	<b>2,45</b>	<b>20,20</b>	<b>8,85</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	3,35	1,37	14,87	6,53
	20-40	2,54	2,55	13,41	6,17
	<b>0-40</b>	<b>2,94</b>	<b>1,96</b>	<b>14,14</b>	<b>6,35</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,66	5,05	16,44	7,72
	20-40	2,93	1,49	7,11	3,84
	<b>0-40</b>	<b>2,29</b>	<b>3,27</b>	<b>11,78</b>	<b>5,78</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	4,95	1,88	17,49	8,11
	20-40	4,43	1,18	14,86	6,82
	<b>0-40</b>	<b>4,69</b>	<b>1,53</b>	<b>16,18</b>	<b>7,46</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,73	1,75	20,81	9,43
	20-40	6,87	2,53	15,42	8,27
	<b>0-40</b>	<b>6,30</b>	<b>2,14</b>	<b>18,11</b>	<b>8,85</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	5,19	2,64	21,92	9,92
	20-40	5,07	2,25	18,85	8,72
	<b>0-40</b>	<b>5,13</b>	<b>2,44</b>	<b>20,38</b>	<b>9,32</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	1,98	2,09	7,21	3,76
	20-40	4,99	2,40	9,58	5,66
	<b>0-40</b>	<b>3,49</b>	<b>2,25</b>	<b>8,39</b>	<b>4,71</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,43	20,67	18,63	13,91
	20-40	4,67	1,89	8,34	4,97
	<b>0-40</b>	<b>3,55</b>	<b>11,28</b>	<b>13,48</b>	<b>9,44</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	4,49	1,29	9,09	4,96
	20-40	6,07	1,94	9,44	5,82
	<b>0-40</b>	<b>5,28</b>	<b>1,62</b>	<b>9,27</b>	<b>5,39</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	5,01	1,93	20,82	9,25
	20-40	6,63	15,75	12,45	11,61
	<b>0-40</b>	<b>5,82</b>	<b>8,84</b>	<b>16,64</b>	<b>10,43</b>
11.Суданская трава	0-20	6,35	2,30	7,24	5,30
	20-40	7,67	2,16	14,25	8,02
	<b>0-40</b>	<b>7,01</b>	<b>2,23</b>	<b>10,75</b>	<b>6,66</b>

Приложение 4.15. Общая биогенность почвы  
за 2018 год (млн КОЕ/1 гр а.с.п.)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,12	5,46	3,06	3,55
	20-40	0,88	6,87	1,13	2,96
	<b>0-40</b>	<b>1,50</b>	<b>6,17</b>	<b>2,09</b>	<b>3,25</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,81	1,77	3,73	2,11
	20-40	1,79	2,79	5,58	3,39
	<b>0-40</b>	<b>1,30</b>	<b>2,28</b>	<b>4,66</b>	<b>2,75</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,77	2,41	2,24	2,14
	20-40	1,25	1,83	3,53	2,20
	<b>0-40</b>	<b>1,51</b>	<b>2,12</b>	<b>2,88</b>	<b>2,17</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,38	4,03	1,99	2,47
	20-40	1,39	2,35	2,45	2,06
	<b>0-40</b>	<b>1,39</b>	<b>3,19</b>	<b>2,22</b>	<b>2,27</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	2,18	2,80	1,88	2,29
	20-40	1,22	5,10	1,90	2,74
	<b>0-40</b>	<b>1,70</b>	<b>3,95</b>	<b>1,89</b>	<b>2,51</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,93	3,62	1,80	2,45
	20-40	0,70	2,43	1,23	1,46
	<b>0-40</b>	<b>1,32</b>	<b>3,03</b>	<b>1,52</b>	<b>1,95</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегрибридная	0-20	2,68	4,44	1,46	2,86
	20-40	1,39	1,91	4,21	2,50
	<b>0-40</b>	<b>2,04</b>	<b>3,17</b>	<b>2,84</b>	<b>2,68</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегрибридная	0-20	1,84	5,00	2,01	2,95
	20-40	3,42	6,44	1,18	3,68
	<b>0-40</b>	<b>2,63</b>	<b>5,72</b>	<b>1,60</b>	<b>3,32</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,53	3,22	1,63	1,79
	20-40	0,94	1,31	1,76	1,34
	<b>0-40</b>	<b>0,74</b>	<b>2,26</b>	<b>1,70</b>	<b>1,56</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,33	3,71	2,15	2,40
	20-40	0,41	3,83	2,36	2,20
	<b>0-40</b>	<b>0,87</b>	<b>3,77</b>	<b>2,25</b>	<b>2,30</b>
11.Суданская трава	0-20	2,32	1,90	1,30	1,84
	20-40	1,80	2,97	4,10	2,96
	<b>0-40</b>	<b>2,06</b>	<b>2,43</b>	<b>2,70</b>	<b>2,40</b>

Приложение 4.16. Активность полифенолоксидазы за 2016 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	3,000	2,760	2,880	2,880
	20-40	7,230	4,980	6,090	6,100
	<b>0-40</b>	<b>5,115</b>	<b>3,870</b>	<b>4,485</b>	<b>4,490</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	4,740	1,530	3,120	3,130
	20-40	3,510	1,530	2,520	2,520
	<b>0-40</b>	<b>4,125</b>	<b>1,530</b>	<b>2,820</b>	<b>2,825</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	3,390	2,880	3,120	3,130
	20-40	2,520	6,360	4,440	4,440
	<b>0-40</b>	<b>2,955</b>	<b>4,620</b>	<b>3,780</b>	<b>3,785</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	3,510	1,770	2,640	2,640
	20-40	4,230	3,120	3,690	3,680
	<b>0-40</b>	<b>3,870</b>	<b>2,445</b>	<b>3,165</b>	<b>3,160</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,990	0,750	2,400	2,380
	20-40	2,400	3,000	2,700	2,700
	<b>0-40</b>	<b>3,195</b>	<b>1,875</b>	<b>2,550</b>	<b>2,540</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,520	1,02	1,770	1,770
	20-40	2,010	4,980	3,510	3,500
	<b>0-40</b>	<b>2,265</b>	<b>3,000</b>	<b>2,640</b>	<b>2,635</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	4,620	0,54	2,580	2,580
	20-40	1,770	1,020	1,410	1,400
	<b>0-40</b>	<b>3,195</b>	<b>0,780</b>	<b>1,995</b>	<b>1,990</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	4,380	0,900	2,640	2,640
	20-40	1,530	1,650	1,620	1,600
	<b>0-40</b>	<b>2,955</b>	<b>1,275</b>	<b>2,130</b>	<b>2,120</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	6,090	0,900	3,510	3,500
	20-40	2,400	0,750	1,620	1,590
	<b>0-40</b>	<b>4,245</b>	<b>0,825</b>	<b>2,565</b>	<b>2,545</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	4,860	0,750	2,820	2,810
	20-40	4,860	1,140	3,000	3,000
	<b>0-40</b>	<b>4,860</b>	<b>0,945</b>	<b>2,910</b>	<b>2,905</b>
11.Суданская трава	0-20	3,750	16,470	10,170	10,130
	20-40	4,500	4,980	4,740	4,740
	<b>0-40</b>	<b>4,125</b>	<b>10,725</b>	<b>7,455</b>	<b>7,435</b>

Приложение 4.17. Активность полифенолоксидазы за 2017 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	0,660	1,770	2,400	1,610
	20-40	0,660	6,600	3,810	3,690
	<b>0-40</b>	<b>0,660</b>	<b>4,185</b>	<b>3,105</b>	<b>2,650</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	2,760	1,410	2,130	2,100
	20-40	4,230	4,620	2,220	3,690
	<b>0-40</b>	<b>3,495</b>	<b>3,015</b>	<b>2,175</b>	<b>2,895</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	3,000	6,870	2,820	4,230
	20-40	5,970	3,510	2,610	4,030
	<b>0-40</b>	<b>4,485</b>	<b>5,190</b>	<b>2,715</b>	<b>4,130</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	4,620	7,710	2,340	4,890
	20-40	3,120	5,130	7,140	5,130
	<b>0-40</b>	<b>3,870</b>	<b>6,420</b>	<b>4,740</b>	<b>5,010</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	2,130	7,110	1,770	3,670
	20-40	4,740	3,630	3,180	3,850
	<b>0-40</b>	<b>3,435</b>	<b>5,370</b>	<b>2,475</b>	<b>3,760</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	6,600	2,070	6,480	5,050
	20-40	3,000	2,520	3,300	2,940
	<b>0-40</b>	<b>4,800</b>	<b>2,295</b>	<b>4,890</b>	<b>3,995</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	3,630	3,510	7,440	4,860
	20-40	7,230	7,710	1,770	5,570
	<b>0-40</b>	<b>5,430</b>	<b>5,610</b>	<b>4,605</b>	<b>5,215</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	3,870	5,250	2,640	3,920
	20-40	7,830	6,870	4,020	6,240
	<b>0-40</b>	<b>5,850</b>	<b>6,060</b>	<b>3,330</b>	<b>5,080</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	6,600	3,120	3,600	4,440
	20-40	5,610	4,500	1,440	3,850
	<b>0-40</b>	<b>6,105</b>	<b>3,810</b>	<b>2,520</b>	<b>4,145</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	4,980	7,110	3,450	5,180
	20-40	5,490	4,380	3,150	4,340
	<b>0-40</b>	<b>5,235</b>	<b>5,745</b>	<b>3,300</b>	<b>4,760</b>
11. Суданская трава	0-20	1,650	3,510	5,790	3,650
	20-40	4,740	2,010	3,450	3,400
	<b>0-40</b>	<b>3,195</b>	<b>2,760</b>	<b>4,620</b>	<b>3,525</b>

Приложение 4.18. Активность полифенолоксидазы за 2018 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	7,350	2,640	2,400	4,130
	20-40	10,230	2,880	3,810	5,640
	<b>0-40</b>	<b>8,790</b>	<b>2,760</b>	<b>3,105</b>	<b>4,885</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	9,510	2,280	2,130	4,640
	20-40	11,310	2,130	2,190	5,210
	<b>0-40</b>	<b>10,410</b>	<b>2,205</b>	<b>2,160</b>	<b>4,925</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	6,720	2,520	2,850	4,030
	20-40	6,600	2,280	2,580	3,820
	<b>0-40</b>	<b>6,660</b>	<b>2,400</b>	<b>2,715</b>	<b>3,925</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	7,110	2,310	2,340	3,920
	20-40	5,100	2,760	7,170	5,010
	<b>0-40</b>	<b>6,105</b>	<b>2,535</b>	<b>4,755</b>	<b>4,465</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,610	3,120	1,770	3,500
	20-40	5,100	2,580	3,150	3,610
	<b>0-40</b>	<b>5,355</b>	<b>2,850</b>	<b>2,460</b>	<b>3,555</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,410	3,390	6,480	4,760
	20-40	6,960	2,520	3,780	4,420
	<b>0-40</b>	<b>5,685</b>	<b>2,955</b>	<b>5,130</b>	<b>4,590</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	6,480	2,760	7,410	5,550
	20-40	5,970	3,000	1,770	3,580
	<b>0-40</b>	<b>6,225</b>	<b>2,880</b>	<b>4,590</b>	<b>4,565</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	6,480	3,240	2,640	4,120
	20-40	7,470	3,000	4,020	4,830
	<b>0-40</b>	<b>6,975</b>	<b>3,120</b>	<b>3,330</b>	<b>4,475</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	5,850	2,010	3,570	3,810
	20-40	6,480	3,390	1,440	3,770
	<b>0-40</b>	<b>6,165</b>	<b>2,700</b>	<b>2,505</b>	<b>3,790</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	6,090	3,000	3,420	4,170
	20-40	6,090	4,500	3,180	4,590
	<b>0-40</b>	<b>6,090</b>	<b>3,750</b>	<b>3,300</b>	<b>4,380</b>
11.Суданская трава	0-20	5,970	3,120	7,530	5,540
	20-40	6,870	2,880	3,420	4,390
	<b>0-40</b>	<b>6,420</b>	<b>3,000</b>	<b>5,475</b>	<b>4,965</b>

Приложение 4.19. Активность полифенолоксидазы в среднем за 2016–2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	3,670	2,390	2,560	2,873
	20-40	6,040	4,820	4,570	5,143
	<b>0-40</b>	<b>4,855</b>	<b>3,605</b>	<b>3,565</b>	<b>4,008</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	5,670	1,740	2,460	3,290
	20-40	6,350	2,760	2,310	3,807
	<b>0-40</b>	<b>6,010</b>	<b>2,250</b>	<b>2,385</b>	<b>3,548</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	4,370	4,090	2,930	3,797
	20-40	5,030	4,050	3,210	4,097
	<b>0-40</b>	<b>4,700</b>	<b>4,070</b>	<b>3,070</b>	<b>3,947</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	5,080	3,930	2,440	3,817
	20-40	4,150	3,670	6,000	4,607
	<b>0-40</b>	<b>4,615</b>	<b>3,800</b>	<b>4,220</b>	<b>4,212</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,910	3,660	1,980	3,183
	20-40	4,080	3,070	3,010	3,387
	<b>0-40</b>	<b>3,995</b>	<b>3,365</b>	<b>2,495</b>	<b>3,285</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,510	2,160	4,910	3,860
	20-40	3,990	3,340	3,530	3,620
	<b>0-40</b>	<b>4,250</b>	<b>2,750</b>	<b>4,220</b>	<b>3,740</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	4,910	2,270	5,810	4,330
	20-40	4,990	3,910	1,650	3,517
	<b>0-40</b>	<b>4,950</b>	<b>3,090</b>	<b>3,730</b>	<b>3,923</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	4,910	3,130	2,640	3,560
	20-40	5,610	3,840	3,220	4,223
	<b>0-40</b>	<b>5,260</b>	<b>3,485</b>	<b>2,930</b>	<b>3,892</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	6,180	2,010	3,560	3,917
	20-40	4,830	2,880	1,500	3,070
	<b>0-40</b>	<b>5,505</b>	<b>2,445</b>	<b>2,530</b>	<b>3,493</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	5,310	3,620	3,230	4,053
	20-40	5,480	3,340	3,110	3,977
	<b>0-40</b>	<b>5,395</b>	<b>3,480</b>	<b>3,170</b>	<b>4,015</b>
11. Суданская трава	0-20	3,790	7,700	7,830	6,440
	20-40	5,370	3,290	3,870	4,177
	<b>0-40</b>	<b>4,580</b>	<b>5,495</b>	<b>5,850</b>	<b>5,308</b>

Приложение 4.20. Активность пероксидазы за 2016 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	5,250	2,880	4,050	4,060
	20-40	5,490	0,900	3,180	3,190
	<b>0-40</b>	<b>5,370</b>	<b>1,890</b>	<b>3,615</b>	<b>3,625</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	7,950	0,420	4,170	4,180
	20-40	4,860	2,760	3,810	3,810
	<b>0-40</b>	<b>6,405</b>	<b>1,590</b>	<b>3,990</b>	<b>3,995</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	6,870	9,750	8,310	8,310
	20-40	1,650	12,390	7,110	7,050
	<b>0-40</b>	<b>4,260</b>	<b>11,070</b>	<b>7,710</b>	<b>7,680</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	5,370	4,380	4,860	4,870
	20-40	3,750	8,670	6,240	6,220
	<b>0-40</b>	<b>4,560</b>	<b>6,525</b>	<b>5,550</b>	<b>5,545</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,250	3,120	4,170	4,180
	20-40	5,130	3,750	4,440	4,440
	<b>0-40</b>	<b>5,190</b>	<b>3,435</b>	<b>4,305</b>	<b>4,310</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,760	5,250	3,990	4,000
	20-40	3,750	9,270	6,540	6,520
	<b>0-40</b>	<b>3,255</b>	<b>7,260</b>	<b>5,265</b>	<b>5,260</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	8,910	6,870	7,890	7,890
	20-40	1,770	3,990	2,880	2,880
	<b>0-40</b>	<b>5,340</b>	<b>5,430</b>	<b>5,385</b>	<b>5,385</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	3,000	2,280	2,640	2,640
	20-40	3,630	7,710	5,610	5,650
	<b>0-40</b>	<b>3,315</b>	<b>4,995</b>	<b>4,125</b>	<b>4,145</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	4,380	1,140	2,760	2,760
	20-40	5,370	3,630	4,500	4,500
	<b>0-40</b>	<b>4,875</b>	<b>2,385</b>	<b>3,630</b>	<b>3,630</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	4,620	2,010	3,300	3,310
	20-40	4,980	2,130	3,570	3,560
	<b>0-40</b>	<b>4,800</b>	<b>2,070</b>	<b>3,435</b>	<b>3,435</b>
11.Суданская трава	0-20	4,740	1,890	3,300	3,310
	20-40	4,860	9,870	7,410	7,380
	<b>0-40</b>	<b>4,800</b>	<b>5,880</b>	<b>5,355</b>	<b>5,345</b>

Приложение 4.21. Активность пероксидазы за 2017 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	3,240	0,420	3,780	2,480
	20-40	1,020	3,990	5,160	3,390
	<b>0-40</b>	<b>2,130</b>	<b>2,205</b>	<b>4,470</b>	<b>2,935</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	3,120	3,750	4,020	3,630
	20-40	3,750	3,390	2,940	3,360
	<b>0-40</b>	<b>3,435</b>	<b>3,570</b>	<b>3,480</b>	<b>3,495</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	4,740	8,070	5,970	6,260
	20-40	4,380	1,650	7,410	4,480
	<b>0-40</b>	<b>4,560</b>	<b>4,860</b>	<b>6,690</b>	<b>5,370</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,640	5,970	4,680	4,430
	20-40	2,400	3,630	6,750	4,260
	<b>0-40</b>	<b>2,520</b>	<b>4,800</b>	<b>5,715</b>	<b>4,345</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	4,620	5,610	2,340	4,190
	20-40	7,350	2,760	3,300	4,470
	<b>0-40</b>	<b>5,985</b>	<b>4,185</b>	<b>2,820</b>	<b>4,330</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	4,380	5,250	7,230	5,620
	20-40	7,230	2,400	4,290	4,640
	<b>0-40</b>	<b>5,805</b>	<b>3,825</b>	<b>5,760</b>	<b>5,130</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	4,500	1,530	6,150	4,060
	20-40	4,500	3,390	2,580	3,490
	<b>0-40</b>	<b>4,500</b>	<b>2,460</b>	<b>4,365</b>	<b>3,775</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	3,000	2,880	5,670	3,850
	20-40	3,390	2,400	5,880	3,890
	<b>0-40</b>	<b>3,195</b>	<b>2,640</b>	<b>5,775</b>	<b>3,870</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	6,090	5,970	4,140	5,400
	20-40	4,230	3,000	5,520	4,250
	<b>0-40</b>	<b>5,160</b>	<b>4,485</b>	<b>4,830</b>	<b>4,825</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,130	2,520	3,780	2,810
	20-40	2,880	5,250	3,900	4,010
	<b>0-40</b>	<b>2,505</b>	<b>3,885</b>	<b>3,840</b>	<b>3,410</b>
11.Суданская трава	0-20	4,500	1,530	5,310	3,780
	20-40	5,130	1,890	5,400	4,140
	<b>0-40</b>	<b>4,815</b>	<b>1,710</b>	<b>5,355</b>	<b>3,960</b>

Приложение 4.22. Активность пероксидазы за 2018 год (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	6,360	1,530	3,780	3,890
	20-40	7,710	1,140	5,160	4,670
	<b>0-40</b>	<b>7,035</b>	<b>1,335</b>	<b>4,470</b>	<b>4,280</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	9,270	0,960	4,050	4,760
	20-40	8,790	1,170	2,910	4,290
	<b>0-40</b>	<b>9,030</b>	<b>1,065</b>	<b>3,480</b>	<b>4,525</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	8,070	1,020	5,970	5,020
	20-40	9,270	0,960	7,380	5,870
	<b>0-40</b>	<b>8,670</b>	<b>0,990</b>	<b>6,675</b>	<b>5,445</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	6,240	2,520	4,650	4,470
	20-40	8,430	1,650	6,750	5,610
	<b>0-40</b>	<b>7,335</b>	<b>2,085</b>	<b>5,700</b>	<b>5,040</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	6,600	2,010	2,310	3,640
	20-40	8,550	0,900	3,300	4,250
	<b>0-40</b>	<b>7,575</b>	<b>1,455</b>	<b>2,805</b>	<b>3,945</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	8,190	10,110	7,230	8,510
	20-40	8,070	3,120	4,290	5,160
	<b>0-40</b>	<b>8,130</b>	<b>6,615</b>	<b>5,760</b>	<b>6,835</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	7,230	4,740	6,120	6,030
	20-40	8,670	3,000	2,550	4,740
	<b>0-40</b>	<b>7,950</b>	<b>3,870</b>	<b>4,335</b>	<b>5,385</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	6,330	4,500	5,640	5,490
	20-40	8,070	3,630	5,880	5,860
	<b>0-40</b>	<b>7,200</b>	<b>4,065</b>	<b>5,760</b>	<b>5,675</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	8,550	1,770	4,140	4,820
	20-40	7,560	2,280	5,520	5,120
	<b>0-40</b>	<b>8,055</b>	<b>2,025</b>	<b>4,830</b>	<b>4,970</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	8,610	0,900	3,780	4,430
	20-40	8,790	2,520	3,060	4,790
	<b>0-40</b>	<b>8,700</b>	<b>1,710</b>	<b>3,420</b>	<b>4,610</b>
11.Суданская трава	0-20	7,560	6,240	5,310	6,370
	20-40	8,190	2,640	5,400	5,410
	<b>0-40</b>	<b>7,875</b>	<b>4,440</b>	<b>5,355</b>	<b>5,890</b>

Приложение 4.23. Активность пероксидазы в среднем за 2016-2018 гг. (мг пурпурогаллина/1 гр почвы)

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	4,950	1,610	3,870	3,477
	20-40	4,740	2,010	4,500	3,750
	<b>0-40</b>	<b>4,845</b>	<b>1,810</b>	<b>4,185</b>	<b>3,613</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	6,780	1,710	4,080	4,190
	20-40	5,800	2,440	3,220	3,820
	<b>0-40</b>	<b>6,290</b>	<b>2,075</b>	<b>3,650</b>	<b>4,005</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	6,560	6,280	6,750	6,530
	20-40	5,100	5,000	7,300	5,800
	<b>0-40</b>	<b>5,830</b>	<b>5,640</b>	<b>7,025</b>	<b>6,165</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	4,750	4,290	4,730	4,590
	20-40	4,860	4,650	6,580	5,363
	<b>0-40</b>	<b>4,805</b>	<b>4,470</b>	<b>5,655</b>	<b>4,977</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	5,490	3,580	2,940	4,003
	20-40	7,010	2,470	3,680	4,387
	<b>0-40</b>	<b>6,250</b>	<b>3,025</b>	<b>3,310</b>	<b>4,195</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	5,110	6,870	6,150	6,043
	20-40	6,350	4,930	5,040	5,440
	<b>0-40</b>	<b>5,730</b>	<b>5,900</b>	<b>5,595</b>	<b>5,742</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	6,880	4,380	6,720	5,993
	20-40	4,980	3,460	2,670	3,703
	<b>0-40</b>	<b>5,930</b>	<b>3,920</b>	<b>4,695</b>	<b>4,848</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	4,110	3,220	4,650	3,993
	20-40	5,030	4,580	5,790	5,133
	<b>0-40</b>	<b>4,570</b>	<b>3,900</b>	<b>5,220</b>	<b>4,563</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	6,340	2,960	3,680	4,327
	20-40	5,720	2,970	5,180	4,623
	<b>0-40</b>	<b>6,030</b>	<b>2,965</b>	<b>4,430</b>	<b>4,475</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	5,120	1,810	3,620	3,517
	20-40	5,550	3,300	3,510	4,120
	<b>0-40</b>	<b>5,335</b>	<b>2,555</b>	<b>3,565</b>	<b>3,818</b>
11.Суданская трава	0-20	5,600	3,220	4,640	4,487
	20-40	6,060	4,800	6,070	5,643
	<b>0-40</b>	<b>5,830</b>	<b>4,010</b>	<b>5,355</b>	<b>5,065</b>

## Приложение 4.24. Коэффициент гумификации за 2016 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	0,571	0,958	0,711	0,747
	20-40	1,317	5,533	1,915	2,922
	<b>0-40</b>	<b>0,944</b>	<b>3,246</b>	<b>1,313</b>	<b>1,834</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	0,596	3,643	0,748	1,662
	20-40	0,722	0,554	0,661	0,646
	<b>0-40</b>	<b>0,659</b>	<b>2,099</b>	<b>0,705</b>	<b>1,154</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,493	0,295	0,375	0,388
	20-40	1,527	0,513	0,624	0,888
	<b>0-40</b>	<b>1,010</b>	<b>0,404</b>	<b>0,500</b>	<b>0,638</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	0,654	0,404	0,543	0,534
	20-40	1,128	0,360	0,591	0,693
	<b>0-40</b>	<b>0,891</b>	<b>0,382</b>	<b>0,567</b>	<b>0,613</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,760	0,240	0,576	0,525
	20-40	0,468	0,800	0,608	0,625
	<b>0-40</b>	<b>0,614</b>	<b>0,520</b>	<b>0,592</b>	<b>0,575</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,913	0,194	0,444	0,517
	20-40	0,536	0,537	0,537	0,537
	<b>0-40</b>	<b>0,725</b>	<b>0,366</b>	<b>0,490</b>	<b>0,527</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,519	0,079	0,327	0,308
	20-40	1,000	0,256	0,490	0,582
	<b>0-40</b>	<b>0,759</b>	<b>0,167</b>	<b>0,408</b>	<b>0,445</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,460	0,395	1,000	0,952
	20-40	0,421	0,214	0,289	0,308
	<b>0-40</b>	<b>0,941</b>	<b>0,304</b>	<b>0,644</b>	<b>0,630</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	1,390	0,789	1,272	1,151
	20-40	0,447	0,207	0,360	0,338
	<b>0-40</b>	<b>0,919</b>	<b>0,498</b>	<b>0,816</b>	<b>0,744</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,052	0,373	0,855	0,760
	20-40	0,976	0,535	0,840	0,784
	<b>0-40</b>	<b>1,014</b>	<b>0,454</b>	<b>0,847</b>	<b>0,772</b>
11.Суданская трава	0-20	0,791	8,714	3,082	4,196
	20-40	0,926	0,505	0,640	0,690
	<b>0-40</b>	<b>0,859</b>	<b>4,609</b>	<b>1,861</b>	<b>2,443</b>

## Приложение 4.25. Коэффициент гумификации за 2017 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	0,204	4,214	0,635	1,684
	20-40	0,647	1,654	0,738	1,013
	<b>0-40</b>	<b>0,425</b>	<b>2,934</b>	<b>0,687</b>	<b>1,349</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	0,885	0,376	0,530	0,597
	20-40	1,128	1,363	0,755	1,082
	<b>0-40</b>	<b>1,006</b>	<b>0,869</b>	<b>0,642</b>	<b>0,839</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,633	0,851	0,472	0,652
	20-40	1,363	2,127	0,352	1,281
	<b>0-40</b>	<b>0,998</b>	<b>1,489</b>	<b>0,412</b>	<b>0,967</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,750	1,291	0,500	1,180
	20-40	1,300	1,413	1,058	1,257
	<b>0-40</b>	<b>1,525</b>	<b>1,352</b>	<b>0,779</b>	<b>1,219</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,461	1,267	0,756	0,828
	20-40	0,645	1,315	0,964	0,975
	<b>0-40</b>	<b>0,553</b>	<b>1,291</b>	<b>0,860</b>	<b>0,901</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	1,507	0,394	0,896	0,932
	20-40	0,415	1,050	0,769	0,745
	<b>0-40</b>	<b>0,961</b>	<b>0,722</b>	<b>0,833</b>	<b>0,839</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,807	2,294	1,210	1,437
	20-40	1,607	2,274	0,686	1,522
	<b>0-40</b>	<b>1,207</b>	<b>2,284</b>	<b>0,948</b>	<b>1,480</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,290	1,823	0,466	1,193
	20-40	2,310	2,863	0,684	1,952
	<b>0-40</b>	<b>1,800</b>	<b>2,343</b>	<b>0,575</b>	<b>1,572</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	1,084	0,523	0,870	0,825
	20-40	1,326	1,500	0,261	1,029
	<b>0-40</b>	<b>1,205</b>	<b>1,011</b>	<b>0,565</b>	<b>0,927</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,338	2,821	0,913	2,024
	20-40	1,906	0,834	0,808	1,183
	<b>0-40</b>	<b>2,122</b>	<b>1,828</b>	<b>0,860</b>	<b>1,603</b>
11. Суданская трава	0-20	0,367	2,294	1,090	1,250
	20-40	0,924	1,063	0,639	0,875
	<b>0-40</b>	<b>0,645</b>	<b>1,679</b>	<b>0,865</b>	<b>1,063</b>

## Приложение 4.26. Коэффициент гумификации за 2018 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	1,156	1,725	0,635	1,172
	20-40	1,327	2,526	0,738	1,531
	<b>0-40</b>	<b>1,241</b>	<b>2,126</b>	<b>0,687</b>	<b>1,351</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	1,026	2,375	0,526	1,309
	20-40	1,287	1,821	0,753	1,287
	<b>0-40</b>	<b>1,156</b>	<b>2,098</b>	<b>0,639</b>	<b>1,298</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,833	2,471	0,477	1,260
	20-40	0,712	2,375	0,350	1,146
	<b>0-40</b>	<b>0,772</b>	<b>2,423</b>	<b>0,413</b>	<b>1,203</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,139	0,917	0,503	0,853
	20-40	0,605	1,673	1,062	1,113
	<b>0-40</b>	<b>0,872</b>	<b>1,295</b>	<b>0,783</b>	<b>0,983</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,850	1,552	0,766	1,056
	20-40	0,596	2,867	0,955	1,473
	<b>0-40</b>	<b>0,723</b>	<b>2,209</b>	<b>0,860</b>	<b>1,264</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,538	0,335	0,896	0,590
	20-40	0,862	0,808	0,881	0,850
	<b>0-40</b>	<b>0,700</b>	<b>0,572</b>	<b>0,889</b>	<b>0,720</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	0,896	0,582	1,211	0,896
	20-40	0,689	1,000	0,694	0,794
	<b>0-40</b>	<b>0,792</b>	<b>0,791</b>	<b>0,952</b>	<b>0,845</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	1,024	0,720	0,468	0,737
	20-40	0,926	0,826	0,684	0,812
	<b>0-40</b>	<b>0,975</b>	<b>0,773</b>	<b>0,576</b>	<b>0,775</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	0,684	1,136	0,862	0,894
	20-40	0,857	1,487	0,261	0,868
	<b>0-40</b>	<b>0,771</b>	<b>1,311</b>	<b>0,562</b>	<b>0,881</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	0,707	3,333	0,905	1,648
	20-40	0,693	1,786	1,039	1,173
	<b>0-40</b>	<b>0,700</b>	<b>2,560</b>	<b>0,972</b>	<b>1,411</b>
11. Суданская трава	0-20	0,790	0,500	1,418	0,903
	20-40	0,839	1,091	0,633	0,854
	<b>0-40</b>	<b>0,814</b>	<b>0,795</b>	<b>1,026</b>	<b>0,878</b>

Приложение 4.27. Коэффициент гумификации в среднем за 2016–2018 гг.

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	0,644	2,299	0,660	1,201
	20-40	1,097	3,238	1,131	1,822
	<b>0-40</b>	<b>0,870</b>	<b>2,769</b>	<b>0,895</b>	<b>1,511</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	0,836	2,131	0,601	1,189
	20-40	1,046	1,246	0,723	1,005
	<b>0-40</b>	<b>0,941</b>	<b>1,689</b>	<b>0,662</b>	<b>1,097</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	0,653	1,206	0,442	0,767
	20-40	1,201	1,672	0,442	1,105
	<b>0-40</b>	<b>0,927</b>	<b>1,439</b>	<b>0,442</b>	<b>0,936</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,181	0,871	0,515	0,856
	20-40	1,011	1,149	0,904	1,021
	<b>0-40</b>	<b>1,096</b>	<b>1,010</b>	<b>0,710</b>	<b>0,938</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	0,690	1,020	0,699	0,803
	20-40	0,570	1,661	0,842	1,024
	<b>0-40</b>	<b>0,630</b>	<b>1,340</b>	<b>0,771</b>	<b>0,914</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	0,986	0,308	0,745	0,680
	20-40	0,604	0,798	0,729	0,711
	<b>0-40</b>	<b>0,795</b>	<b>0,553</b>	<b>0,737</b>	<b>0,695</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегрибридная	0-20	0,740	0,985	0,916	0,880
	20-40	1,098	1,177	0,623	0,966
	<b>0-40</b>	<b>0,919</b>	<b>1,081</b>	<b>0,770</b>	<b>0,923</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегрибридная	0-20	1,258	0,979	0,645	0,961
	20-40	1,219	1,301	0,552	1,024
	<b>0-40</b>	<b>1,238</b>	<b>1,140</b>	<b>0,598</b>	<b>0,992</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	1,053	0,816	1,001	0,957
	20-40	0,877	1,064	0,294	0,745
	<b>0-40</b>	<b>0,965</b>	<b>0,940</b>	<b>0,648</b>	<b>0,851</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	1,366	2,176	0,891	1,477
	20-40	1,192	1,052	0,896	1,046
	<b>0-40</b>	<b>1,279</b>	<b>1,614</b>	<b>0,893</b>	<b>1,262</b>
11. Суданская трава	0-20	0,649	3,836	1,863	2,116
	20-40	0,896	0,886	0,637	0,807
	<b>0-40</b>	<b>0,773</b>	<b>2,361</b>	<b>1,250</b>	<b>1,461</b>

Приложение 4.28. Коэффициент структурности за 2016 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	1,8	4,4	1,9	2,7
	20-40	3,9	4,2	2,8	3,6
	<b>0-40</b>	<b>2,9</b>	<b>4,3</b>	<b>2,4</b>	<b>3,2</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	1,5	1,8	2,3	1,9
	20-40	1,8	3,6	2,5	2,6
	<b>0-40</b>	<b>1,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	1,6	4,0	3,1	2,9
	20-40	1,6	2,7	2,7	2,3
	<b>0-40</b>	<b>1,6</b>	<b>3,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	1,5	3,9	3,1	2,8
	20-40	1,2	3,5	3,3	2,7
	<b>0-40</b>	<b>1,4</b>	<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>2,8</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,8	3,5	2,9	3,4
	20-40	1,3	5,6	3,6	3,5
	<b>0-40</b>	<b>2,6</b>	<b>4,6</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,2	4,7	2,2	3,0
	20-40	1,1	4,6	2,7	2,8
	<b>0-40</b>	<b>1,7</b>	<b>4,7</b>	<b>2,5</b>	<b>2,9</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	3,5	3,1	3,5	3,4
	20-40	1,6	3,9	3,3	2,9
	<b>0-40</b>	<b>2,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,2	2,8	2,5	2,5
	20-40	0,6	1,8	2,4	1,6
	<b>0-40</b>	<b>1,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	3,4	3,0	3,6	3,3
	20-40	1,2	2,6	3,8	2,5
	<b>0-40</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>	<b>3,7</b>	<b>2,9</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,0	2,2	3,0	2,4
	20-40	0,9	1,6	2,1	1,5
	<b>0-40</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>
11.Суданская трава	0-20	2,9	4,1	3,4	3,5
	20-40	1,2	2,5	2,9	2,2
	<b>0-40</b>	<b>2,1</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>2,8</b>

Приложение 4.29. Коэффициент структурности за 2017 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,3	3,3	2,9	2,8
	20-40	3,1	3,8	3,2	3,4
	<b>0-40</b>	<b>2,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	2,6	2,6	2,5	2,6
	20-40	2,2	4,8	3,3	3,4
	<b>0-40</b>	<b>2,4</b>	<b>3,7</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	3,5	2,1	4,8	3,5
	20-40	2,8	3,7	4,5	3,7
	<b>0-40</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>	<b>4,7</b>	<b>3,6</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,6	3,9	3,1	3,2
	20-40	2,4	3,5	3,3	3,1
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,4	3,5	2,9	3,3
	20-40	2,7	4,6	3,7	3,7
	<b>0-40</b>	<b>3,1</b>	<b>4,1</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,9	4,5	3,1	3,5
	20-40	2,7	5,5	3,0	3,7
	<b>0-40</b>	<b>2,8</b>	<b>5,0</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегрибридная	0-20	3,8	3,1	3,5	3,5
	20-40	2,7	4,5	5,2	4,1
	<b>0-40</b>	<b>3,3</b>	<b>3,8</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегрибридная	0-20	2,8	2,6	3,3	2,9
	20-40	1,2	1,6	2,7	1,8
	<b>0-40</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	<b>2,4</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	2,8	3,6	3,1	3,2
	20-40	2,3	1,5	1,9	1,9
	<b>0-40</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,3	1,6	2,1	2,0
	20-40	2,2	1,6	3,1	2,3
	<b>0-40</b>	<b>2,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2,6</b>	<b>2,2</b>
11.Суданская трава	0-20	2,3	2,1	1,5	2,0
	20-40	1,0	1,2	0,9	1,0
	<b>0-40</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>

Приложение 4.30. Коэффициент структурности за 2018 год

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1.Кострец безостый	0-20	2,5	4,4	2,4	3,1
	20-40	3,1	3,9	3,8	3,6
	<b>0-40</b>	<b>2,8</b>	<b>4,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,4</b>
2.Житняк гребневидный	0-20	2,3	3,4	2,7	2,8
	20-40	2,7	4,3	3,8	3,6
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>3,9</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>
3.Кострец безостый + кострец прямой	0-20	2,6	1,7	4,3	2,9
	20-40	2,1	3,0	4,5	3,2
	<b>0-40</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>4,4</b>	<b>3,0</b>
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,8	4,0	3,1	3,3
	20-40	2,1	3,4	7,8	4,4
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>3,7</b>	<b>5,5</b>	<b>3,9</b>
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	2,9	3,2	4,7	3,6
	20-40	2,0	5,7	2,7	3,5
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>4,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,5</b>
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	3,5	5,7	4,8	4,7
	20-40	2,5	6,3	3,4	4,1
	<b>0-40</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	2,7	3,4	4,7	3,6
	20-40	3,2	3,7	4,1	3,7
	<b>0-40</b>	<b>3,0</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>	<b>3,6</b>
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,7	2,9	3,4	3,0
	20-40	2,2	2,0	3,1	2,4
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	3,4	3,4	3,5	3,4
	20-40	3,1	1,9	2,7	2,6
	<b>0-40</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>	<b>3,1</b>	<b>3,0</b>
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	3,0	2,2	2,5	2,6
	20-40	2,4	3,1	2,6	2,7
	<b>0-40</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>
11.Суданская трава	0-20	1,3	1,8	1,5	1,5
	20-40	1,0	0,8	0,7	0,8
	<b>0-40</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>

Приложение 4.31. Коэффициент структурности в среднем за 2016–2018 гг.

Варианты	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем
		1	2	3	
1. Кострец безостый	0-20	2,2	4,0	2,4	2,9
	20-40	3,4	4,0	3,3	3,5
	<b>0-40</b>	<b>2,8</b>	<b>4,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>
2. Житняк гребневидный	0-20	2,1	2,6	2,5	2,4
	20-40	2,2	4,2	3,2	3,2
	<b>0-40</b>	<b>2,2</b>	<b>3,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>
3. Кострец безостый + кострец прямой	0-20	2,6	2,6	4,1	3,1
	20-40	2,2	3,1	3,9	3,1
	<b>0-40</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>4,0</b>	<b>3,1</b>
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0-20	2,3	3,9	3,1	3,1
	20-40	1,9	3,5	4,8	3,4
	<b>0-40</b>	<b>2,1</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,3</b>
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	0-20	3,4	3,4	3,5	3,4
	20-40	2,0	5,3	3,3	3,5
	<b>0-40</b>	<b>2,7</b>	<b>4,4</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	0-20	2,9	5,0	3,4	3,7
	20-40	2,1	5,5	3,0	3,5
	<b>0-40</b>	<b>2,5</b>	<b>5,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>
7. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	0-20	3,3	3,2	3,9	3,5
	20-40	2,5	4,0	4,2	3,6
	<b>0-40</b>	<b>2,9</b>	<b>3,6</b>	<b>4,1</b>	<b>3,5</b>
8. Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	0-20	2,6	2,8	3,1	2,8
	20-40	1,3	1,8	2,7	2,0
	<b>0-40</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>
9. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	0-20	3,2	3,3	3,4	3,3
	20-40	2,2	2,0	2,8	2,3
	<b>0-40</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>
10. Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	0-20	2,4	2,0	2,5	2,3
	20-40	1,8	2,1	2,6	2,2
	<b>0-40</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,6</b>	<b>2,3</b>
11. Суданская трава	0-20	2,2	2,7	2,1	2,3
	20-40	1,1	1,5	1,5	1,4
	<b>0-40</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>

Приложение 4.32. Целлюлозолитическая активность почв за 2016–2018 гг. в баллах

Варианты	2016						2017						2018					
	0-20 см			20-40 см			0-20 см			20-40 см			0-20 см			20-40 см		
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя
1.Кострец безостый	1	2	3	1	1	2	1	3	4	1	2	2	1	1	2	1	1	1
2.Житняк гребневидный	1	2	2	1	1	3	1	2	3	1	2	4	1	1	2	1	1	2
3.Кострец безостый + кострец прямой	2	3	4	2	2	3	1	3	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	2	3	5	2	2	3	3	5	5	3	3	3	3	4	4	1	2	2
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	2	3	3	1	2	2
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	2	4	4	2	3	3	2	3	4	1	2	3	2	3	3	1	1	2
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	3	4	5	2	4	5	4	5	5	2	4	5	2	3	4	2	2	3
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	2	4	5	2	3	3	3	4	5	1	2	3	2	3	3	1	1	1
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	3	4	5	4	5	5	2	4	5	2	3	4	1	3	4	1	2	3
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	2	4	5	1	4	5	4	5	5	2	4	5	2	4	5	1	3	4
11.Суданская трава	1	2	4	1	3	4	1	3	4	1	2	4	1	1	2	1	2	2

Приложение 4.33. Урожайность зеленой массы многолетних бобово-злаковых трав и суданской травы в среднем за 2016–2018 гг., т/га

Варианты	на зеленый корм	на сено	на сенаж
1.Кострец безостый	11,08	12,05	13,05
2.Житняк гребневидный	4,23	5,86	10,25
3.Кострец безостый + кострец прямой	9,81	11,56	12,29
4.Житняк гребневидный + пырей сизый	4,26	7,02	10,77
5.Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	13,14	18,71	20,77
6.Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	8,51	12,22	24,50
7.Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная	9,25	14,00	14,65
8.Житняк гребневидный + пырей сизый + люцерна синегибридная	7,27	12,16	15,76
9.Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый	10,10	12,10	13,31
10.Житняк гребневидный + пырей сизый + лядвенец рогатый	6,04	9,44	13,42
11.Суданская трава	2,96	4,10	-