

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL  
В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Монография*

Ответственный редактор  
доктор географических наук К. Ш. Казеев

Ростов-на-Дону – Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2018

УДК 631.4:[502+574](470.61)(035.3)

ББК 40.3(235.7)я73

Э40

*Исследования выполнены при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-3464.2018.11)*

**Рецензенты:**

*Т. В. Вардуни, д.п.н., директор Ботанического сада ЮФУ*

*Р. В. Кузнецов, к.б.н., ведущий специалист ООО «Лимаген РУ»*

**Экологическая оценка применения технологии No-Till в Ростовской области** : монография / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко, М. А. Мясникова, С. И. Колесников ; Южный федеральный университет ; отв. ред. К. Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 332 с.

**ISBN 978-5-9275-2862-2**

В работе приведены результаты исследований воздействия технологии No-Till на плодородие черноземов Ростовской области и их экологическое состояние в сезонной динамике с использованием комплекса показателей эколого-биологического состояния почв. Выявлено, что длительное применение прямого посева с накоплением растительных остатков на поверхности почв привело к увеличению биогенности и биологической активности, способствуя повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Книга адресована специалистам в области экологии, почвоведения, биологии, охраны окружающей среды и природопользования, а также студентам и аспирантам.

**УДК 631.4:[502+574](470.61)(035.3)**

**ББК 40.3(235.7)я73**

**ISBN 978-5-9275-2862-2**

© Южный федеральный университет, 2018

© Казеев К. Ш., Мокриков Г. В., Акименко Ю. В., Мясникова М. А., Колесников С. И., 2018

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. ТЕХНОЛОГИЯ БИОДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ПОЧВ ИП МОКРИКОВ В. И.</b> .....	9
<b>2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	19
<i>Объекты исследований в Октябрьском районе Ростовской области</i> .....	19
<i>Чернозем обыкновенный</i> .....	21
<i>Объекты исследований в Сальском районе Ростовской области</i> .....	44
<i>Чернозем южный</i> .....	45
<b>3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	55
<b>4. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ИП МОКРИКОВ В. И.</b> .....	61
<i>Влияние технологии прямого посева на сопротивление пенетрации черноземов Ростовской области</i> .....	80
<i>Влияние технологии прямого посева на интенсивность выделения почвой углекислого газа</i> .....	90
<b>5. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ИП МОКРИКОВ В. И.</b> .....	97
<i>Введение</i> .....	97
<i>Обзор литературы</i> .....	99
<i>Результаты исследований и их обсуждение</i> .....	109
<i>Влияние No-Till и традиционной системы земледелия на численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов</i> .....	110
<i>Зимогенная экологическая ниша</i> .....	110
<i>Миксотрофно-синтетическая экологическая ниша</i> .....	116
<i>Актиномицеты</i> .....	137

Олиготрофная экологическая ниша .....	142
Олигонитрофилы .....	142
Влияние No-Till и традиционной системы земледелия на общую численность почвенных бактерий .....	164
Изменение ИПБА черноземов при применении различных систем земледелия (No-Till, традиционной) .....	182
Выводы .....	185
Заключение .....	189
<b>6. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА ПОЧВЕННУЮ ФАУНУ .....</b>	<b>191</b>
Герпетобионты .....	194
Геобионты .....	206
<b>7. МИКРОАРТРОПОДЫ .....</b>	<b>216</b>
<b>8. ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ФЕРМЕНТОВ АГРОЦЕНОЗОВ ИП МОКРИКОВ В. И. ....</b>	<b>218</b>
Введение .....	218
Результаты и их обсуждение .....	222
Заключение .....	232
<b>9. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА .....</b>	<b>233</b>
Литературный обзор .....	233
Результаты исследований .....	242
Общий гумус .....	242
Активный углерод .....	249
«Дыхание» почвы .....	257
Содержание карбонатов .....	263
Структурно-агрегатный состав почвы .....	265
Нитрифицирующая способность почвы .....	269
Целлюлозолитическая активность почвы .....	270
Выводы .....	271

<b>10. ДИНАМИКА ДОСТУПНЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В ПОЧВАХ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....</b>	<b>273</b>
<b>11. ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ САЛЬСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>279</b>
<i>Гидротермический режим.....</i>	<i>279</i>
<i>Плотность почв.....</i>	<i>281</i>
<i>Структурное состояние почв.....</i>	<i>281</i>
<i>Сопротивление пенетрации.....</i>	<i>283</i>
<i>Дыхание почв.....</i>	<i>285</i>
<i>Мезофауна почв.....</i>	<i>286</i>
<i>Валовой состав и содержание тяжелых металлов.....</i>	<i>287</i>
<i>Реакция почвенной среды и содержание легкорастворимых солей.....</i>	<i>290</i>
<i>Содержание свободных карбонатов.....</i>	<i>291</i>
<i>Содержание общего гумуса.....</i>	<i>292</i>
<i>Содержание подвижного органического вещества.....</i>	<i>293</i>
<i>Ферментативная активность.....</i>	<i>294</i>
<i>Общая численность почвенных бактерий.....</i>	<i>296</i>
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....</b>	<b>298</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>302</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Экологическое состояние агроландшафтов на значительной части территории России находится под угрозой нерационального использования. Эрозия, дефляция, дегумификация, аридизация, загрязнение способствуют деградации почв юга России. Традиционная обработка почв с отвальной вспашкой приводит к активизации этих процессов. Применение технологий с минимальной обработкой почвы и без ее обработки способствует, наряду с экономией ресурсов, повышению плодородия и снижению негативного воздействия на агроландшафты. Одним из методов минимального воздействия техники на почву является технология «нулевой» обработки, No-Till или прямого посева. Подобная технология применяется во всем мире, особенно в США, Бразилии, Аргентине, Австралии, где она используется на миллионах гектаров. Преимущества технологии прямого посева состоят, прежде всего, в экономической выгоде для сельскохозяйственного предприятия: экономии ресурсов и повышении рентабельности сельского хозяйства. Кроме того, почвозащитная технология снижает деградационное воздействие на почву (эрозию, дегумификацию, загрязнение и др.) и биосферу в целом (снижение выбросов парниковых газов, депонирование в почве органического углерода). В настоящее время технология No-Till применяется во многих регионах России. Однако простой перенос зарубежной технологии без учета местных особенностей зачастую не приводит к положительным результатам. Модернизация и адаптация данной технологии в условиях юга России позволят существенно повысить производство сельскохозяйственной продукции, снизить энергозатраты, оптимизировать экологическое состояние агроландшафтов, уменьшить риски эрозии и загрязнения почв. Особенно актуальны эти технологии для аридной южной зоны юга России, где лимитирующим фактором является почвенная влажность. Данная технология нивелирует негативные последствия дефицита влаги и засух, делающие рискованным богарное земледелие на территории Нижнего Дона, Поволжья и Предкавказья. В ходе адаптации технологии No-Till для разных климатических и почвенных условий юга России

будут оценены экологические функции почв, положительные и отрицательные стороны альтернативной агротехнологии.

Проведение сравнительных исследований разных агротехнологий позволит оценить почвозащитные и энергоэффективные технологии земледелия для последующего внедрения в массовое сельскохозяйственное производство. Только на юге России возможно применение этих технологий на миллионах гектаров, что повысит плодородие, урожайность, качество продукции, рентабельность производства. В конечном итоге широкое распространение технологии No-Till и другие инновации позволят значительно укрепить продовольственную безопасность страны при сохранении, и даже увеличении, плодородия почв. Применение альтернативных агротехнологий позволит снизить антропогенную нагрузку на агроландшафты и выбросы парниковых газов в атмосферу.

Исследование внесет значительный вклад в сельскохозяйственную науку вследствие дефицита научных работ по оценке влияния технологии прямого посева на биологические свойства и экологическое состояние почв. Определены возможности расширенного воспроизводства гумуса в почвах с почвозащитной технологией обработки земель, повышения биологической активности без ухудшения экологического состояния почв.

Цель работы – оценить влияние технологии прямого посева на плодородие и биологические свойства почв юга России на примере агроценозов ИП Мокриков В. И. Дополнительно проведено исследование влияния технологии прямого посева на экологическое состояние почв хозяйства Агро-Мичуринское Сальского района Ростовской области. В результате в различных климатических условиях и на разных подтипах черноземов установлено влияние почвозащитной технологии No-Till на биоту, биологическую активность, почвенные свойства, определяющие экологическое состояние и плодородие почв.

Особенностью исследований, осуществлявшихся в 2017 году, было проведение профилльно-генетических исследований (по всему почвенному профилю по разным глубинам: верхней части профиля

0–10 см, подпахотного горизонта 25–35 см, нижней части 55–65 см и подпочвы 90–100 см), расширение сроков наблюдений в сезонной динамике (5 сроков наблюдений), единообразие выращиваемых культур (озимой пшеницы на 10 полях), учет влияния культур севооборота (всего 28 полей с разными культурами), единовременный срок исследования в самый биологически благоприятный срок (май) и отбор образцов на разных полях в разных регионах (Октябрьский и Сальский районы).

Сезонную динамику изучали на площади 3,8 тыс. га на 28 полях ИП Мокриков В. И. (Октябрьский район Ростовской области) с использованием традиционных для почвоведения и экологии методов (Казеев и др., 2016). На этих полях в течение 8 лет применяли технологию прямого посева. Лабораторно-аналитические исследования проведены в лабораториях Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета.

Разделы, посвященные мезофауне и микроартроподам, написаны с участием коллег с кафедры зоологии Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского профессора, д. б. н. Е. И. Симонович и С. Н. Чиграй. Раздел «Динамика доступных форм элементов питания растений в почвах при разных технологиях обработки почвы» написан к. б. н., доцентом кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Н. Е. Кравцовой.

# 1

## **ТЕХНОЛОГИЯ БИОДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ПОЧВ ИП МОКРИКОВ В. И.**

Для проведения исследований на территории ИП Мокриков В. И. была разработана оригинальная технология биологической диагностики и мониторинга почв. Эта технология предназначена для конкретной цели – установления влияния новой технологии обработки почв (прямой посев, нулевая технология, или No-Till) на поля ИП Мокриков В. И. в сравнении с почвами соседних агроценозов с традиционной обработкой. Разработанная для этих целей технология базируется на методологии оценки биологического состояния почв, которая изложена в ряде работ (Казеев, 1996, 2003; Колесников и др., 2000, 2001; Казеев и др., 2003, 2016; Казеев, Колесников, 2012).

В основу методологии исследования и оценки биологического состояния на основе биологической активности почв был положен системный подход к изучению объектов или явлений природы, внедренный в естествознание В. В. Докучаевым. Кратко его идея заключается в следующем: любой объект или явление природы следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи и взаимообусловленности с окружающими его объектами и процессами.

Биологическая активность почв должна рассматриваться как свойство, производное совокупности абиотических, биотических и антропогенных факторов формирования почвы. В почве биота объединяется в целостную систему с продуктами жизнедеятельности (в первую очередь, с ферментами и гумусовым комплексом) и абиотическими компонентами почвенной среды (гранулометрическими и структурными элементами, физическими и водными свойствами, реакцией среды, поглотительной способностью и др.). Кроме того, на формирование и изменение биологической активности почв огромное влияние оказывает антропогенное воздействие (распашка целинных почв, внесение удобрений, известкование, загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами и др.). Биологическая активность почвы играет важную роль в процессе формирования, становления или деградации почвенного плодородия.

Основными составляющими предлагаемой методологии изучения и оценки биологической активности почв являются следующие:

- комплексный подход совместного и одновременного изучения биологических объектов, их почвенных производных и абиотической среды;
- определение ряда наиболее информативных экологических и биологических показателей и последующее нахождение интегрального показателя биологического состояния почвы;
- профилльно-генетический и сравнительно-географический подходы к оценке состояния почвы;
- учет пространственной и временной вариабельности свойств почвы;
- единообразии методик и методов исследования.

Комплексный подход совместного и одновременного изучения биологических объектов, их почвенных производных и абиотической среды подразумевает исследование биоты, ферментативной активности и гумусового состояния, основных генетических свойств почвы.

Комплексность исследований может соблюдаться в большей или в меньшей степени. В настоящее время нет какого-то одного универсального метода определения биологической активности почвы. Предлагается большое количество разнообразных методов. Однако все они далеко не равнозначны. Для оценки биологической активности почвы недостаточно какого-либо одного показателя, так как каждый из них отражает лишь какую-то одну сторону происходящих в почве биологических процессов. Так, например, о биологической активности почвы часто судят только по степени разложения в почве хлопчатобумажного полотна или только по результатам экспресс-метода определения биологической активности почвы по Аристовской, Чугуновой. Однако на самом деле с помощью первого метода можно судить лишь о целлюлозолитической способности почвы, а с помощью второго – о скорости разложения мочевины. Ограничиться каким-либо одним или двумя методами можно только при рекогносцировочных исследованиях, так как при высоких

значениях одного из показателей биологической активности другие биологические процессы в это же время могут быть подавлены.

Выбор показателей для мониторинга состояния окружающей среды, в частности для биомониторинга почв, должен основываться на следующих критериях:

- информативность показателя (тесная корреляция между показателем и антропогенным фактором);
- высокая чувствительность показателя;
- хорошая воспроизводимость результатов;
- незначительное варьирование показателя;
- небольшая ошибка опыта;
- простота, малая трудоемкость и высокая скорость метода определения;
- широкая распространенность метода в стране и за рубежом, соответствие принятым стандартам.

С другой стороны, нет смысла определять необоснованно большое количество разнообразных показателей биологического состояния почвы. Практика показала, что для объективной достоверной оценки биологической активности почвы достаточно определения набора наиболее информативных показателей, отражающих разные параметры биологического состояния.

Выбор показателей для мониторинга и диагностики биологического состояния почв должен проводиться в зависимости от целей и задач исследования, вида антропогенного воздействия на почву, имеющейся лабораторно-аналитической базы, подготовки персонала и других критериев.

Авторами дана оценка наиболее широко применяемым показателям биологического состояния почв. В основу анализа показателей положено сравнение вариабельности полученных данных и чувствительности методов к выявлению разных уровней загрязнения почвы.

Несмотря на то, что микробиологические показатели первыми реагируют на антропогенное воздействие, их реакция хуже коррелирует (или вовсе не коррелирует) со степенью этого воздействия, чем реакция биохимических показателей. Кроме того, микробиоло-

гические показатели отличаются намного более значительным варьированием, по сравнению с биохимическими показателями. И, наконец, микробиологические показатели являются существенно более трудоемкими и дорогостоящими в определении, а также требуют исполнения высококвалифицированным персоналом. Поэтому при проведении мониторинга и диагностики состояния почв в первую очередь следует определять биохимические показатели как более чувствительные, менее варьирующие, менее трудоемкие и менее дорогостоящие по сравнению с микробиологическими показателями.

Показатели общей численности основных групп почвенных микроорганизмов, определенные как методами прямой микроскопии, так и методом посева, являются малопригодными для биомониторинга, поскольку характеризуют только потенциальный запас микроорганизмов в почве. По ним нельзя достоверно судить, какая часть микроорганизмов находится в активном, а какая часть в покоящемся состоянии. Кроме того, общая численность основных групп почвенных микроорганизмов отличается настолько значительным пространственным и временным варьированием, что оно часто перекрывает эффект воздействия антропогенного фактора.

В то же время хорошие результаты дает использование отношения общей численности бактерий по данным микроскопии к численности по посеву ( $k = M/P$ ) как показателя сукцессионных процессов в почве. Уменьшение значений  $k$  свидетельствует об омоложении микробной системы почвы. Например, нами зафиксирована высокая обратная корреляция между содержанием в почве тяжелых металлов и этим показателем ( $r = -0,83-0,95$ ).

По сравнению с показателями общей численности основных групп почвенных микроорганизмов более целесообразным является определение видового состава и/или структуры комплекса почвенных микроорганизмов, например, методом иницированного микробного сообщества. Однако эти методы очень трудоемки, требуют длительного времени проведения анализа, специального оборудования, высокой квалификации персонала, и поэтому не могут быть широко использованы на практике.

Из биохимических показателей, в первую очередь, рекомендуются показатели изменения ферментативной активности: каталазы, инвертазы, уреазы, фосфатазы и ряда других почвенных ферментов. Именно активность ферментов наилучшим образом коррелирует со степенью антропогенного пресса ( $r = -0,5-1,0$ ). Так, изменение ферментативной активности, на наш взгляд, является ведущим показателем влияния на свойства почвы загрязнения тяжелыми металлами. Показатели микробиологической активности, фитотоксичности почвы, состояния растений и почвообитающей фауны являются вторичными, опосредованными через ингибирование тяжелыми металлами ферментов живых организмов.

При биомониторинге можно использовать и такие показатели как изменение скорости разложения мочевины, целлюлозоразрушающей активности, интенсивности накопления свободных аминокислот. Следует иметь в виду, что указанные показатели по своей сути аналогичны определению активности уреазы, целлюлазы и протеазы соответственно. Однако если ферментативная активность отражает потенциальную биологическую активность почвы, то аппликационные методы определения степени разложения полотна и интенсивности накопления в почве свободных аминокислот регистрируют актуальную (полевую) биологическую активность. Поэтому эти методы должны разумно сочетаться. Нужно учитывать, что аппликационные методы отличаются значительной ошибкой опыта и могут использоваться только при условии большой повторности.

По значениям наиболее информативных показателей биологической активности почвы рекомендуется определять интегральный биологический показатель состояния почвы.

Для суждения о биологической активности и биологическом состоянии почвы недостаточно какого-либо одного показателя, так как каждый из них отражает лишь какую-то одну сторону биологических и биохимических процессов в почве. Поэтому необходимо использовать широкий набор показателей состояния почвы.

Для объединения большого количества показателей была разработана методика определения интегрального показателя биологиче-

ского состояния почвы (ИПБС) (Казеев, 1996, 2003; Колесников и др., 2000). Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей. Для этого в выборке максимальное значение каждого из показателей принимается за 100 % и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в остальных образцах.

$$B_1 = (B_x / B_{\max}) \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $B_1$  – относительный балл показателя,  $B_x$  – фактическое значение показателя,  $B_{\max}$  – максимальное значение показателя.

После этого рассчитывается средний оценочный балл изученных показателей (например, активность разных ферментов, дыхание, содержание гумуса и др.) для образца (варианта), абсолютные значения которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения (мг, % и т. д.). Интегральный показатель биологического состояния почвы рассчитывают аналогично формуле (1):

$$\text{ИПБС} = (B_{\text{ср.}} / B_{\text{ср. max}}) \times 100 \%, \quad (2)$$

где  $B_{\text{ср.}}$  – средний оценочный балл всех показателей,  $B_{\text{ср. max}}$  – максимальный оценочный балл всех показателей.

При антропогенном воздействии на почву среднее значение выбранных показателей в большинстве случаев снижается, в то время как отдельные показатели биологической активности почвы могут увеличиваться. Таким образом, снижение интегрального показателя биологического состояния почвы, как правило, находится в прямой зависимости от степени воздействия антропогенного фактора.

При расчете интегрального показателя биологического состояния почвы должны использоваться не любые показатели биологической активности почв, а наиболее информативные. Именно они должны составлять основу интегрального показателя.

Профильно-генетический метод предусматривает оценку биологической активности не только верхних горизонтов почв, как это до

сих пор, к сожалению, очень часто практикуется в биологических исследованиях, а всего генетического профиля до материнской породы. Биологи увлекаются исследованием поверхностных или пахотных горизонтов, оставляя без внимания большую часть почвенного профиля. Почва же отнюдь не ограничивается поверхностным горизонтом. Это сложный набор генетических горизонтов или слоев различного генезиса и свойств, безусловно, имеющих свои биологические особенности, не совпадающих со свойствами наиболее биологически активного поверхностного горизонта. Пахотные горизонты различных почв в разных природных зонах по своим характеристикам сравнительно уравниваются, приобретая свойства, необходимые для ведущих сельскохозяйственных культур. Поэтому профильное изучение биологии почв – актуальная задача, которая позволит раскрыть новые закономерности генезиса почв и формирования ее плодородия.

В нижних горизонтах почв биологическая активность резко падает, и ее снижение чаще всего зависит от содержания в генетических горизонтах органического вещества (коэффициент корреляции около 0,8). Значения биологической активности часто не коррелируют с такими важнейшими абиотическими показателями, как содержание ила, поглощенных оснований, рН (Казеев и др., 2003, 2004).

Хорошие результаты дает пересчет биологической активности на весь почвенный профиль. Для этого проводится расчет показателей биологической активности на 1 см<sup>2</sup> поверхности почвы вплоть до материнской породы (значение показателя биологической активности каждого из почвенных горизонтов умножается на его мощность и объемный вес). Затем полученные результаты для отдельных горизонтов суммируют и получают показатель биологической активности всего почвенного профиля.

Сравнительно-географический анализ позволяет сравнивать между собой биологическую активность различных почв и выявлять пространственные закономерности ее формирования в зависимости от географии факторов среды. Биологические параметры разных почв имеют географические особенности, отражающие ин-

дивидуальные особенности почв разных природных зон и фаций. Для географических исследований биологических свойств почв и при оценке антропогенного воздействия целесообразно использовать ИПБС, который является достаточно стабильным параметром и в одних и тех же почвах в разные сезоны и годы различается не более чем на 3–9 %, в то время как отдельные показатели в некоторых случаях варьируют очень сильно (более чем на 300 %). Авторами (Казеев и др., 2004) было выявлено, что значения ИПБС гумусовых горизонтов разных целинных (залежных) почв юга России различались более чем в 10 раз. При распашке или ином сельскохозяйственном использовании почв происходит нивелирование географических различий их биологических свойств. Амплитуда значений ИПБС пахотных почв не превышает трех раз. Географические закономерности биологических свойств в лучшей степени проявляются при учете мощности всего профиля почв. При этом максимальные различия значений ИПБС в географическом ряду почв юга России достигают 33 раз.

Биологические свойства почвы характеризуются очень высокой пространственной и временной вариабельностью (Звягинцев, 1978; Казеев и др., 2004; Стриганова, 2009; Демкина и др., 2010). Поэтому при их исследовании важен правильный пространственный отбор почвенных и других образцов для лабораторных исследований и обязательна одновременность их взятия. При определении различных показателей биологической активности почв необходимо соблюдение требуемого количества полевых и аналитических повторностей и обязательное проведение математического анализа на достоверность полученных результатов.

Статистическая обработка должна включать определение показателей вариации, проведение дисперсионного и корреляционного анализов, анализ пространственной структуры и др. (Доспехов, 1979; Лакин, 1980; Дмитриев, 1995; Джогман и др., 1999; Казеев, Колесников, 2012 и др.).

Дисперсионный анализ необходим для оценки достоверности влияния загрязнения на исследуемые показатели. В целях удобства

интерпретации результатов дисперсионного анализа по его данным рекомендуется вычислять наименьшую существенную разность (НСР) (Доспехов, 1979).

Корреляционный анализ применяется для изучения тесноты и формы связи между концентрацией в почве загрязняющего вещества и исследуемыми показателями, а также между различными показателями биологического состояния почвы.

Результаты дисперсионного и корреляционного анализов также используются при исследовании взаимосвязи и взаимообусловленности происходящих в почве процессов.

Для анализа пространственной структуры территории с целью оценки возможности распространения полученных результатов на всю исследуемую территорию используются геостатистические методы (Джогман и др., 1999).

Единообразие методики и методов исследования подразумевает необходимость выработки, по возможности, единой методики исследования биологических свойств почв, включая правила отбора образцов (в частности сроков отбора), выбор показателей и использование однотипных лабораторных методов определения показателей биологической активности.

Основные положения разработанной в 2017 году оригинальной технологии биодиагностики и мониторинга для почв территории ИП Мокриков В. И. включала:

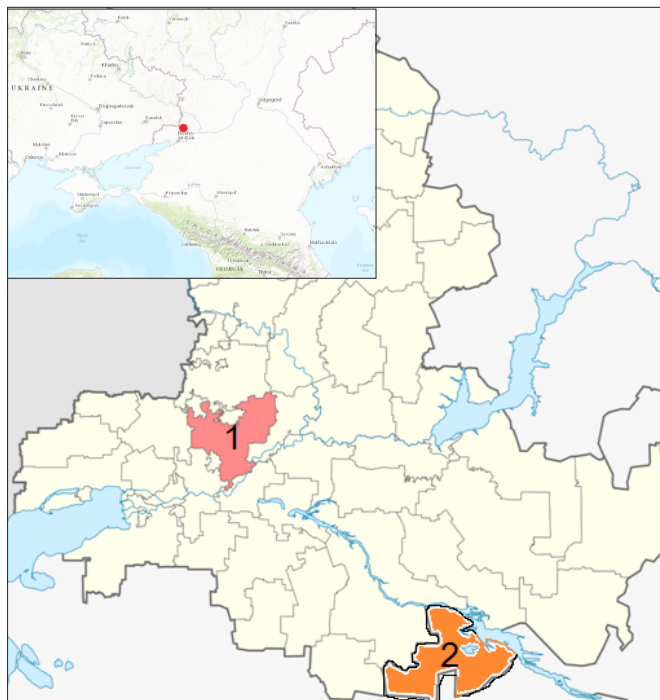
- сравнительно-географический подход с исследованием 28 полей агроценозов ИП Мокриков В. И.;
- проведение профилно-генетических исследований по всему почвенному профилю по разным глубинам: верхней части профиля 0–10 см, подпахотного горизонта 25–35 см, нижней части 55–65 см и подпочвы 90–100 см;
- динамические наблюдения в сезонной динамике (5 сроков наблюдений): 2 апреля, 20–21 мая, 25–26 июля, 12 сентября, 18 октября;
- единообразие выращиваемых культур (озимой пшеницы на 10 мониторинговых полях).

- определение влияния культур севооборота (всего 28 полей с разными культурами);
- учет предшествующих культур, выращиваемых в прошлом году;
- единовременный срок исследования в самый биологически благоприятный срок (май) и отбор образцов на разных полях в разных регионах (Октябрьский и Сальский районы);
- подбор информативных и чувствительных показателей, характеризующих экологическое состояние почв и их плодородие (микробиологические, зоологические, физические, физико-химические, химические и другие).

# 2

## ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованная территория включала Октябрьский и Сальский районы Ростовской области (рис. 1).



**Рис. 1.** Исследуемая территория в Ростовской области:  
1) Октябрьский район, 2) Сальский район

### **Объекты исследований в Октябрьском районе Ростовской области**

Октябрьский район расположен на Приазовской наклонной равнине, которая является продолжением Причерноморской низменности. Здесь четвертичные отложения представлены песками и

плиоценовыми глинами. Четвертичные отложения в пределах Нижнего Дона покрывают более древние осадки. Они подразделяются на древнечетвертичные и современные отделы, которые представлены континентальными покровными лёссовидными суглинками водораздельных возвышенностей и их склонов, морскими осадками, речными и эоловыми образованиями.

Приазовская наклонная равнина заключена между отрогами Донецкого кряжа, Азовским морем и долиной Дона. Общий уклон равнины – в сторону Азовского моря и Дона.

По схеме агроклиматического районирования Ростовской области, предложенной В. М. Батовой (1966), изучаемый район входит в подрайон ПБА с засушливым климатом, ГТК 0,7–0,8. Лето жаркое. За период активной вегетации сельскохозяйственных культур сумма температур составляет 3200–3400°, средняя температура июля 22–23°, продолжительность безморозного периода 180–190 дней. Сумма осадков за теплый период составляет 270–300 мм. Зима умеренно мягкая: средняя температура января – 5°, средний из абсолютных минимумов температуры за зиму составляет – 20–25°.

Эталонным участком для экологических исследований является ООПТ со статусом памятник природы «Персиановская степь», расположенный в 10 км севернее Новочеркасска. Памятник природы «Персиановская степь» представляет собой часть степной равнины с целинными почвами – черноземами обыкновенными южно-европейской фации. Почвообразующими породами на территории заповедника «Персиановская степь» служат лёссовидные средние суглинки. Их мощность здесь составляет более 20 м.

По растительности «Персиановская степь» относится к сухому варианту приазовских степей. Постоянные многолетние наблюдения флоры заповедника определили максимальную численность видов – 166 (Балаш, 1961). В целом в заповеднике сохраняется видовое разнообразие, характерное для целинной степной растительности, но в связи с олуговением – продолжающимся процессом мезофитизации растительности – происходят изменения в численности отдельных популяций (данные Новиковой, Николаевой, 2001). Наибо-

лее часто на всей территории заповедника встречаются следующие виды травянистых растений и кустарничков: среди злаков ковыль обыкновенный, типчак, пырей средний, житняк; среди разнотравья – донник желтый, эспарцет песчаный, вязель пестрый, подмаренник желтый, грудница мохнатая, подорожник средний; из кустарников – карагана и дикий миндаль.

В соответствии с Ландшафтной картой под ред. И. Г. Исаченко (1986) территория входит в контур: равнинные суббореальные типичные (семиаридные) восточно-европейские северные степные приморские с мощными лёссовидными суглинками ландшафты низменных платформенных равнин; с севера примыкает контур: равнинные суббореальные типичные (семиаридные восточно-европейские северные степные эрозионные лёссовые) ландшафты возвышенных платформенных равнин.

По Ландшафтной карте под ред. И. С. Гудилина (1987) территория относится к контуру: равнинные суббореальные умеренно-континентальные типично степные (настоящие степи) лёссовые аккумулятивно-денудационные восточно-европейские ландшафты: равнины волнистые и плоские, с уплощенными останцовыми междуречьями, сильно и умеренно, местами слабо расчлененными долинами рек с асимметричными склонами балок, с западинами, сложенными лёссовидными суглинками (LQ III), подстилаемыми терригенными (N2), интрузивными и метаморфическими (PR 1) породами, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых степей на черноземах обыкновенных.

### **Чернозем обыкновенный**

Описание черноземов приведено по Атласу почв (Казеев, Колесников, 2015).

Почва по Классификации почв СССР (1977) – чернозем обыкновенный южно-европейской фации, по Классификации почв России (2004) – чернозем миграционно-сегрегационный, по Классификации ФАО и WRB – chernozem (чернозем).

Черноземы обыкновенные карбонатные занимают обширные равнины Азово-Кубанской низменности в пределах Краснодарского края и южной части Ростовской области с количеством выпадающих осадков 400–500 мм. Черноземы обыкновенные карбонатные миграционно-мицелярные – уникальны и за пределами юга России могут наблюдаться только в Молдавии. Карбонатный профиль чернозема начинается с поверхности. В нижней части гор. А появляется карбонатный мицелий, сопровождающий возрастающие количества  $\text{CaCO}_3$  до горизонта  $\text{C}_{\text{Ca}}$ . Четкое иллювиальное накопление  $\text{CaCO}_3$  проявляется в горизонте  $\text{C}_{\text{Ca}}$ . Преобладают мощные и малогумусные виды. Мощность чернозема пропорциональна увеличению количества осадков. Менее мощные черноземы распространены в относительно сухих районах Ростовской области, где они имеют местное название черноземы североприазовские.

### ***ООПТ «Персиановская стена» Ростовская область***

Генетический профиль определяют следующие горизонты (рис. 2, 3):

А 0–45 см ( $\text{A}_{\text{пах}}$  0–25; А 25–45) – гумусово-аккумулятивный по фульватно-гуматному типу, темно-серый. Карбонатен.

АВ 55–85 (до 145 и более) см – переходный гумусово-аккумулятивный, буро-серый, карбонатный.

$\text{BC}_{\text{Ca}}$  85–100 см – иллювиально-десуктивный, желто-бурый, карбонатный с обилием новообразований  $\text{CaCO}_3$  типа белоглазки и прожилок.

$\text{C}_{\text{Ca}}$  >100–200 см – материнская порода, тяжелый лёссовидный суглинок.

Мощность гумусового профиля (А+АВ) – 70–145 см, мощность почвенного профиля в целом 200 см.

Для черноземов характерна зернисто-мелкокомковатая и комковатая структура гумусово-аккумулятивного горизонта. Сложение профиля рыхлое или слабоуплотненное оптимальное для растений. Плотность почвы в горизонте А – менее 1,35 г/см<sup>3</sup>, АВ – 1,35–1,45 г/см<sup>3</sup>.

Благоприятная порозность (45–60 %) и хорошая водопроницаемость обеспечивают отсутствие явлений избыточной увлажненно-

Полевые исследования были выполнены на опытных полях ИП Мокриков Василий Иванович в 2017 году в сезонной динамике. Первый срок – 2 апреля, второй срок – 20–21 мая, третий срок – 25–26 июля, четвертый срок – 12 сентября, пятый срок – 18 октября.

Географические координаты определены GPS-навигатором Garmin. Почву описывали и определяли ее таксономическую принадлежность согласно рекомендациям описания по морфологическим признакам (Гаврилюк, 1990; Казеев и др., 2003; Казеев, Колесников, 2012; Казеев и др., 2016).

Плотность почвы определяли объемно-весовым методом с помощью стальных колец объемом 135 см<sup>3</sup> в 3-кратной повторности.

Температуру воздуха и почв определяли электронным термометром HANNA CHEMTEMP.

Влажность (объемную) почвы определяли в полевых условиях влагомером Fieldscout TDR 100 компании Spectrum Technologies inc. в 10-кратной повторности на каждом участке. Для приведения полученных значений к общепринятой влажности (весовой) учитывали плотность почвы. При этом значения зависят от типа и свойств почв: структуры, гранулометрического и минералогического состава почвы.

Твердость почв (сопротивление пенетрации, прочность почвенной структуры) исследовали в полевых условиях с помощью пенетromетра EIJKELKAMP на глубину 45 см с интервалом 5 см в 10-кратной повторности. Пенетрометр является надежным прибором, измеряющим сопротивление почвы или усилие, необходимое для проникновения зонда в почву. Точность прибора  $\pm 0,01$  МПа. Этот показатель выявляет противодействие, которое испытывают корни растений при росте. Повышение твердости почвы отражает негативное влияние на продуктивность растений.

Учет численности и видового состава мезофауны (прежде всего дождевых червей) выполнен по общепринятой методике (Гиля-

ров, 1975) послойной ручной разборкой почвенных проб площадью 25×25 см на глубину 0–10 см. Количество проб составляло 3–4.

Для определения численности мелких членистоногих (микроартропод) проводили отбор почвенных образцов на глубину 0–10 см, послойно, через 5 см (объемом 125 см<sup>3</sup>). Экстракцию микроартропод проводили в воронках по методу Л. Балоба (1958) в течение 7 дней, без электрического обогрева. Разбивку на группы и подсчет проводили под биноклем МБС-1. В почвенных образцах учитывали численность клещей (панцирных и гамазовых) и ногохвосток, к прочим отнесены: окароидные, тарсонемонидные, простигматические, эндеостигматические клещи.

Определение обилия и биоразнообразия почвенной фауны проводили научные сотрудники И. А. Чиграй и С. Н. Чиграй (мезофауна) и профессор кафедры зоологии Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета М. И. Симонович (микроартроподы).

«Дыхание» почв определяли в полевых условиях по предложенной (Полевые методы ... 2001) и адаптированной методике (Казеев, Колесников, 2012). Для определения параметра очищенную от органических остатков и зеленых растений поверхность почвы изолировали от внешней атмосферы пластиковым контейнером размером 15×10 см и объемом 650 см<sup>3</sup>. Накопление углекислого газа определяли через 15 минут с помощью портативного газоанализатора Testo 535. Погрешность ±75 ppm CO<sub>2</sub>. Повторность опыта (количество контейнеров-изоляторов) – 5–8-кратная.

Целлюлозолитическую активность определяли весовым методом по убыли в весе закопанных в почву на глубину 0–10 см на длительный срок хлопчатобумажных полотен. Для максимального соприкосновения с почвой и удобства нахождения в полевых условиях полотнами обшивали пластиковые пластины шириной 5 см и высотой 25 см. Поверх полотна пластины обшивали синтетической сеткой для полноты извлечения из почвы разложившейся хлопчатобумажной ткани. В связи с разными условиями увлажнения время экспозиции полотен в почве была различной в разные сроки наблюдения:

45 суток в первом сроке, 50 и 37 во втором и третьем соответственно. Повторность 3-кратная.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в биологии и почвоведении методов) в лабораториях кафедр экологии и природопользования, почвоведения и оценки земельных ресурсов, зоологии Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета (Казеев и др., 2003, 2016). Данные представлены в пересчете на воздушно-сухую почву.

Численность основных эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов определяли методом посева и методом прямого люминесцентного микроскопирования. Сочетание этих методов позволяет охарактеризовать микробную сукцессию в почве (Звягинцев, 1987).

Выделение микроорганизмов из почвенных образцов и определение численности основных агрономически полезных групп (бактерии, актиномицеты, грибы) проводили методом посева разведенной почвенной суспензии на твердые стерильные питательные среды в чашки Петри. Для бактерий использовалась среда МПА (мясо-пептонный агар), для актиномицетов – агар Гаузе № 1 (АГ-1), для грибов – синтетическая среда Чапека – Докса (АЧД), для олигонитрофилов – агар Эшби (АЭ). Разведение составляло: для бактерий –  $10^{-5}$ , для актиномицетов и грибов –  $10^{-3}$ , для олигонитрофилов –  $10^{-3}$ . Количественный учет численности бактерий проводился на 3–5-й день после посева, актиномицетов, грибов и олигонитрофилов – на 7–10-й день.

Методом комочков обрастания на среде Эшби определяли обилие бактерий р. *Azotobacter* (Кураков, 2001).

Общую численность бактерий определяли методом люминесцентной микроскопии с окрашиванием проб акридиновым оранжевым. Следует отметить, что окрашивание красителем акридиновым оранжевым позволяет определить лишь общую численность бактерий в почвенном образце, но не физиологическое состояние клеток. Проводили подсчет светящихся зеленым цветом клеток бактерий на инвертированном микроскопе фирмы ZEISS модель AXIO Vert. A1

со светофильтром 450–490 нм. При подсчете клеток просматривали по 20 полей зрения для каждого предметного стекла.

Расчет количества клеток на 1 г почвы проводили по формуле:

$$N = S_1 * a * n / V * S_2 * c,$$

где N – число клеток на 1 г почвы;  $S_1$  – площадь препарата ( $\text{мкм}^2$ ); a – количество клеток в одном поле зрения (усреднение проводится по всем препаратам); n – показатель разведения почвенной суспензии (мл); V – объем капли, наносимой на стекло (мл);  $S_2$  – площадь поля зрения микроскопа ( $\text{мкм}^2$ ); c – навеска почвы (г).

Дыхание почв определяли по Макарову в модификации А. Ш. Галстяна (1961) с использованием в качестве поглотителя  $\text{CO}_2$  0,1 н. раствор NaOH, а также в полевых условиях по предложенной (Полевые методы ... 2001).

О ферментативной активности почв судили по активности разных классов ферментов: оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназа) и гидролаз – ( $\beta$ -фруктофуранозидаза (инвертаза), фосфатаза). Определение ферментативной активности почв основано на учете количества переработанного в процессе реакции субстрата или образования продукта реакции в оптимальных условиях температуры, pH среды, концентрации субстрата и навески почвы. По рекомендации А. Ш. Галстяна (1978), активность почвенных ферментов изучали при естественном pH почвы. Повторность 4–6-кратная. Активность каталазы и дегидрогеназы изучалась по методике А. Ш. Галстяна (1978), инвертазы и фосфатазы – по методу А. Ш. Галстяна в модификации Ф. Х. Хазиева (1990). Точность определения каталазы и дегидрогеназы – 5 %, инвертазы – 5–8 %. Повторность 4–6-кратная.

Определение валового состава в почвенных образцах проводили рентгенофлуоресцентным методом на приборе рентгеновском «Спектроскан МАКС-GV». Определялось содержание следующих элементов и соединений:  $\text{TiO}_2$ , V, Cr, MnO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, CaO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , MgO. Собственная аппаратная погрешность – 0,5 %. Пределы обнаружения Na –  $1 \times 10^{-1}$  %, Mg –  $1 \times 10^{-2}$  %, Al –  $1 \times 10^{-3}$  %, Si –  $5 \times 10^{-4}$  %, P –  $5 \times 10^{-4}$  %, Cd, Pb –  $5 \times 10^{-4}$  %, S, Ti, V, Cr –  $1 \times 10^{-4}$  %, Co, Ni –  $5 \times 10^{-5}$  %.

Нитрифицирующую способность определяли потенциометрически с предварительным компостированием в течение месяца с водой и сульфатом аммония. Агрегатный анализ почвы проводили методом сухого просеивания Н. И. Саввинова. Водопрочность агрегатов определяли по методу Андрианова. Содержание общего гумуса определяли методом И. В. Тюрина в модификации Б. А. Никитина (1972) по окисляемости хромовой смесью с фотоколориметрическим окончанием. Точность – 5–8 %. Повторность 3-кратная.

Подвижный (активный) гумус (углерод) определяли модифицированным методом Блейра (Blair et al., 1995; Weil et al., 2003; Comprehensive Assessment ... 2016). Принцип метода основан на окислении органического углерода почвы при взаимодействии с раствором перманганата калия. Точность – 5 %. Повторность 3-кратная.

О фитотоксичности почв судили по изменению показателей прорастания семян (всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания) и интенсивности начального роста проростков (длина корней, длина зеленых проростков, масса корней (воздушно-сухая), масса зеленых проростков (воздушно-сухая) (Красильников, 1958; Рыбакова, 1987; Бабьева, Зенова, 1989)). В качестве тест-объектов использовали озимую пшеницу. Повторность 4–6-кратная.

Реакцию почвенной среды (рН) и окислительно-восстановительный потенциал определяли потенциометрическим методом в почвенной суспензии с соотношением почва : вода 1:2,5 (Практикум по почвоведению, 1986). Точность измерений  $\pm 0,02$ . Повторность 3-кратная. Содержание легкорастворимых солей определяли кондуктометрически. Повторность опытов 3-кратная. Емкость катионного обмена определяли по методу Бобко – Аскинази в модификации ГОСТ 17.4.4.01-84 для карбонатных почв. Содержание карбонатов определено газометрическим способом в трехкратной повторности по методу Шейблера (Воробьева, 2006).

Биологические свойства почвы характеризуются высокой степенью варьирования. Поэтому для получения достоверных данных обязательна их тщательная статистическая обработка. В настоящих

исследованиях были определены показатели вариации, проведены дисперсионный и корреляционный анализы, анализ пространственной структуры и др. (Дмитриев, 1972, 1995; Доспехов, 1973; Лакин, 1980; Джогман и др., 1999).

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием статистического пакета Statistica 10.0 и Excel.

В работе использованы следующие статистические показатели:

$M$  – среднее арифметическое;

$m$  – стандартная ошибка среднего,

$s$  – стандартное отклонение,

$n$  – размер выборки,

$CV, \%$  – коэффициент вариации,

ошибка опыта,  $(\%) = m/M \times 100$ .

Дисперсионный анализ необходим для оценки достоверности влияния загрязнения на исследуемые показатели.

Корреляционный анализ применяется для изучения тесноты и формы связи между концентрацией в почве загрязняющего вещества и исследуемыми показателями, а также между различными показателями эколого-биологического состояния почвы.

Результаты дисперсионного и корреляционного анализов были использованы при исследовании взаимосвязи и взаимообусловленности происходящих в почве процессов.

Для анализа пространственной структуры территории с целью оценки возможности распространения прогноза экологических последствий загрязнения на всю исследуемую территорию использовали геостатистические методы.

При анализе данных в работе определены индексы и коэффициенты биологического разнообразия, кластерный анализ (Казеев, Колесников, 2012).

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Почвенные свойства, биота и биологическая активность почв позволяют охарактеризовать экологическое состояние опытных полей ИП Мокриков В. И. как устойчивое и благоприятное для сельского хозяйства.

2. Установлена зависимость показателя сопротивления пенетрации от влажности почв, которая определяется как сезонными факторами (атмосферными осадками), так и условиями агротехники. С одной стороны, регулярные обработки почвы контрольных участков способствуют разуплотнению поверхностных слоев. С другой стороны, влагосберегающая технология прямого посева способствует лучшему сохранению влаги в почве и способствует снижению твердости почвы даже в глубоких ее слоях.

3. Технология прямого посева в целом способствует повышению интенсивности выделения почвой углекислого газа, что свидетельствует о высокой биологической активности почв.

4. На полях, обрабатываемых по технологии No-Till, биологическое разнообразие наземной мезофауны (герпетобионтов) за весь период исследования было больше, а исследования их обилия не выявили закономерного влияния. Закономерностей влияния прямого посева на количество таксонов и обилие почвообитающих беспозвоночных (геобионтов) за весь период исследований не обнаружено.

5. В результате исследований была выявлена значительная динамичность активности исследуемых ферментов. Характер динамики различался для разных исследуемых ферментов. Вертикальное распределение дегидрогеназы, инвертазы, фосфатазы было типичным, убывающим вниз по профилю в разной степени для разных ферментов. Активность каталазы часто была повышена в средней и нижней частях почвенного профиля. Применение почвозащитной технологии прямого посева повысило активности инвертазы, фосфатазы и в меньшей степени каталазы.

6. Биоиндикация плодородия черноземов Ростовской области по численности и составу населяющих ее микроорганизмов показала,

что под влиянием разных систем земледелия (No-Till и традиционной) изменяются количество и соотношение основных эколого-трофических групп микроорганизмов в разные сроки исследований (от холодного и влажного (апрель 2017 г.) до холодного и сухого (октябрь 2017 г.)). Наименьшее варьирование микробиологических показателей и достоверная разница между ними на опытных и контрольных полях отмечены в апреле, июле и октябре.

7. Из всех исследованных микробиологических показателей – группа аммонифицирующих бактерий, микроскопических грибов, актиномицетов, а также общая численность бактерий были выше в 1,5–2 раза на большинстве опытных полей, чем контрольных, что связано не только с отсутствием механической обработки почвы, но и применением проработанной системы удобрений. Однако достоверной разницы в обилии олигонитрофильных бактерий и бактерий р. *Azotobacter* почв опытных и контрольных полей не обнаружено, наблюдающиеся вариации по вариантам опытных и контрольных полей, скорее всего, связаны с качеством поступающих растительных остатков предшествующей культуры.

8. Для большинства опытных полей характерно неравномерное распределение основных эколого-трофических групп микроорганизмов по почвенному профилю, в отличие от контрольных полей. Основная доля всех исследованных групп микроорганизмов (50–60 %) сосредоточена в верхнем пахотном слое (0–10 см). Это связано с тем, что механическая обработка почвы приводит к неодинаковому распределению растительных остатков по профилю. При «нулевой обработке» наибольшее количество корней растений и органических остатков сосредоточено в верхней части пахотного слоя. Поскольку органическое вещество служит для большинства микроорганизмов источником энергии и питательных веществ, то при «нулевой обработке» они концентрируются в верхних слоях, при глубокой – по всему корнеобитаемому слою.

9. Микробиологическая активность, как численность и структурное соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов, напрямую зависит от содержания и соотношения влаги и воздуха в почве, которые регулируются механической обработкой. Наиболь-

шая микробиологическая активность отмечена на большинстве опытных полей, чем контрольных (особенно в верхнем пахотном слое). Таким образом, по интегральному показателю биологической активности (ИПБА) более оптимальные условия функционирования микробного ценоза черноземов формируются при «нулевой обработке» почвы.

10. Содержание гумуса в исследуемых черноземах отвечает среднему уровню гумусированности. Амплитуда значений содержания гумуса в верхнем горизонте (0–10 см) очень высока для пахотных черноземов – 2,7–5,5 %. Также выявлена значительная динамичность показателя в течение всех сроков определения. В результате исследований не выявлено одной закономерности влияния прямого посева на содержания гумуса. Однако технология прямого посева препятствует эрозионным потерям гумуса. На участке № 1 на поле прямого посева было значительно больше содержание гумуса по всему профилю, чем на расположенном рядом поле с традиционной обработкой.

11. Содержание активного углерода сильно варьировало в верхнем горизонте от 128 до 879 мг С/кг. Все исследованные участки в разные сроки наблюдения можно отнести к группе с очень низким содержанием активного углерода. На большинстве участков максимальное значение данного показателя наблюдалось в мае, июле. В результате исследований не выявлено одной закономерности влияния прямого посева на содержания активного углерода. Технология прямого посева препятствует эрозионным потерям активного углерода, так же как и гумуса. На участке № 1 на поле прямого посева было значительно больше содержание активного углерода по всему профилю, чем на расположенном рядом поле с традиционной обработкой.

12. Влияние различных технологий возделывания культур на «дыхание» почвы показали достаточное варьирование данного показателя в течение исследуемого периода с апреля по октябрь (0,3 до 4,8 мг  $\text{CO}_2/100 \text{ г/сут.}$ ). Максимальные значения отмечены в среднем в апреле по всему профилю. Интенсивность «дыхания» почвы к октябрю уменьшается в верхнем горизонте в 2–6 раз. В результате про-

веденных сезонных исследований на исследуемых полях с разными системами обработки земель не выявлено какой-нибудь одной закономерности.

13. Исследованиями не выявлено высоких концентраций карбонатов кальция в поверхностных горизонтах почвы (от 0,2 до 5,7 %), что позволяет отнести данные участки к слабокарбонатным, малокарбонатным, среднекарбонатным почвам.

14. Структурный состав почв динамичен в течение вегетационного сезона. Происходит уменьшение содержания мелких глыб >10 мм, а количество пылеватой фракции <0,25 мм увеличивается на всех участках исследования. Независимо от обработки почвы коэффициент структурности превысил показатель 1,5, то есть агрегатное состояние почвы оценивается как отличное.

15. В исследованиях отмечено увеличение нитрифицирующей способности на всех опытных полях по сравнению с контролем в июле (на 34–203 %), исключение составляет участок № 4. На участке № 4 незначительны отличия между контрольными и опытными участками.

16. Как показали исследования, происходит как повышение целлюлозолитической активности по сравнению с контрольными участками, так и ее понижение. Достоверные отличия отмечены только для участков № 1 и № 9 ( $p < 0,01$  для июля 1 участок, май 9 участок; для остальных сроков исследования  $p < 0,001$ ). На данных участках происходит повышение активности в июле и сентябре (на 32–235 %).

17. Анализируя обеспеченность почв хозяйства ИП Мокриков В. И. основными элементами питания и учитывая их динамику, можно сделать вывод, что при существующем уровне ведения сельскохозяйственного производства почвы нуждаются в органических и минеральных удобрениях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов Г. Д., Матюшин М. С. Влияние обработки почв на изменение агрохимических показателей // Тез. докл. на юбилейной конференции ТатНИИСХ. Казань, 1980. С. 14–15.
2. Агроэкологические основы воспроизводства плодородия почв: учебное пособие. Ижевск: Удмуртия, 1999. 176 с.
3. Адерихин П. Г., Щербаков А. П. Азот в почвах Центрально-Черноземной полосы: учеб. пособие. Воронеж: ВГУ, 1974. 169 с.
4. Азаров В. Б. Баланс элементов питания в почве в зависимости от технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ // Политематический электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ. Краснодар: КубГАУ, 2012. № 03(77).
5. Акименко Ю. В. Влияние загрязнения антибиотиками на биологические свойства чернозема обыкновенного: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Ростов-на-Дону, 2015. 170 с.
6. Акименко Ю. В. Влияние фармацевтических антибиотиков на динамику численности почвенных микроорганизмов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2014. № 5 (183). С. 63–68.
7. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Влияние антибиотиков (бензилпенициллина, фармазина, нистатина) на биологические свойства чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1095–1101.
8. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Изменение биохимических свойств чернозема обыкновенного при загрязнении биоцидами // Агрехимия. 2015. № 3. С. 81–87.
9. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Устойчивость микробоценоза чернозема обыкновенного североприазовского к загрязнению антибиотиками // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2016. № 1 (189). С. 39–44.
10. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Козунь Ю. С., Мясникова М. А. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного

новенного североприазовского при загрязнении современными биоцидами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 18, №2 (2), 2016. С. 276–279.

11. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Козунь Ю. С., Мясникова М. А., Одабашьян М. Ю., Николаева К. Н., Тимошенко А. Н. Устойчивость микроорганизмов чернозема к загрязнению антибиотиками в условиях полевого модельного опыта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 135–148.

12. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Минникова Т. В. Оценка устойчивости экологических функций почв к загрязнению антибиотиками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2-2. С. 207–210.

13. Акименко Ю. В., Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Влияние технологии прямого посева на микробиологические свойства черноземов. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. 96 с.

14. Акулов П. Г. Методические подходы к воспроизводству плодородия и продуктивности черноземов ЦЧЗ // Совершенствование методологии агрохимических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1997. С. 16–26.

15. Андреев В. Л., Демшин С. Л., Нуризянов Р. Р. Ресурсосбережение при основной обработке почвы // Земледелие. 2008. № 1. С. 22–23.

16. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология. М.; Ленинград, 1959. 480 с.

17. Балезина Л. С. Влияние минеральных удобрений на развитие водорослей в дерново-подзолистой почве // Микробиология. 1975. Т. 44. № 2. С. 341–350.

18. Безкоровайная И. Н. Биологическая активность почв после несплошных рубок в сосняках Красноярской лесостепи // Хвойные бореальные зоны. 2010. XXVII, № 3. С. 238–242.

19. Безуглова О. С. Влияние качественного состава гумуса на урожай // Почвоведение. 1982. № 2. С. 134–137.

20. Безуглова О. С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. 28 с.
21. Безуглова О. С., Хырхырова М. М. Почвы Ростовской области. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. 352 с.
22. Берестецкий О. А., Возняковская Ю. М., Доросинский Ю. М. Биологические основы плодородия почв. М.: Колос, 1984. 287 с.
23. Богомазов С. В., Сысоев В. В. Выбор оптимальных систем яблечной обработки почвы под ячмень в замыкающем поле зернопаропропашного севооборота // Науч. тр. ПГСХА. Пенза: Пензенская ГСХА, 2005. С. 180–181.
24. Богомазов С. В., Ткачук О. А., Павликова Е. В., Кочмин А. Г. Роль агротехнических приемов в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях черноземных почв Среднего Поволжья. Пенза: Нива Поволжья, 2014. № 2(31). С. 2–8.
25. Бугачук М. А. Влияние длительности использования различных приемов основной обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в севообороте на её плодородие и урожайность овса, люпина и озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. М., 2001. 21 с.
26. Буренок В. П., Язева Л. А., Кукшенева Т. П. Прямой посев при нулевой обработке // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 9. С. 25–27.
27. Бурлакова Л. М., Пивоварова Е. Г., Соврикова Е. В. К оценке экологического состояния почв // Плодородие. 2005. № 5. С. 31–33.
28. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
29. Валько В. П., Щур А. В. Особенности биотехнологического земледелия. Минск: БГАТУ, 2011. 196 с.
30. Вальков В. Ф. Генезис почв Северного Кавказа. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1977. 159 с.
31. Вальков В. Ф., Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Кузнецов Р. В. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. 416 с.
32. Вальков В. Ф., Елисеева Н. В., Имгрунт И. И., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Справочник по оценке почв. Майкоп: ГУРИПП, «Адыгея», 2004. 236 с.

33. Вальков В. Ф., Казадаев А. А., Гайдамакина Л. Ф., Перемужева Л. А., Пелипенко О. Ф., Стаев А. А., Нечепуренко В. Э. Биологическая характеристика чернозема обыкновенного // Почвоведение. 1989. № 7. С. 67–74.

34. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Климатические изменения и почвы юга России // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2008. № 6. С. 88–92.

35. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвоведение: Учебник для вузов. Изд. 3-е. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2010. 496 с.

36. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвы Ростовской области. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2012. 492 с.

37. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвы Юга России. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.

38. Верзилин В. В., Трунова В. А. Влияние способов возделывания озимой пшеницы на формирование комплекса почвенных микроорганизмов // Воспроизводство плодородия черноземов в ЦЧЗ. Воронеж, 1992. С. 116–126.

39. Вильный Р. П. Влияние минимизации обработки чернозема типичного на его биологическое состояние // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 1(54). С. 104–114.

40. Владимирская А. А. На пути к ресурсосбережению и гектароотдачи // Аграрный консультант. 2012. № 1. С. 33–38.

41. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 16–19.

42. Власенко А. Н., Коротких Н. А., Власенко Н. Г. Особенности формирования сорного компонента в посевах яровой пшеницы при внедрении технологии No-Till // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 24–27.

43. Власенко Н. Г., Теплякова О. И., Коротких Н. А. Интенсивность разложения целлюлозы под влиянием технологии возделывания и предшественника // Плодородие. 2015. № 4. С. 1–4.

44. Воронцов В. Почвозащитные энергосберегающие технологии основной обработки черноземных почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия северо-восточной части ЦЧЗ // Главный агроном. 2012. № 10. С. 7–10.

45. Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Горобцова О. Н., Темботов Р. Х. Биологическая активность черноземных почв Центрального Кавказа (в пределах терского варианта поясности Кабардино-Балкарии) // Почвоведение. 2015. № 12. С. 1474–1482.

46. Гилязова С. М., Колоскова А. В. Физические свойства светло-серых лесных почв и содержание в них низко- и высокополимерных коллоидов // Вопросы изучения почв, повышения их плодородия и эффективности применения удобрений. Тез. докл. V регион, конф. почвоведов и агрохимиков Ср. Поволжья и Юж. Урала. Куйбышев, 1972. С. 87–88.

47. Гончарова Л. Ю., Безуглова О. С., Вальков В. Ф. Сезонная динамика содержания гумуса и ферментативной активности чернозёма обыкновенного карбонатного // Почвоведение. 1990. № 10. С. 86–93.

48. Гордеев М. М., Левкина Л. М. О влиянии минеральных удобрений на альгофлору верхового болота // Биогеохимические аспекты криптоиндикации. Тез. докл. Таллинн, 1982. С. 23–24.

49. Гордеева Т. Х. Разнообразии бактериальных комплексов в дерново-подзолистой почве агроценоза // Материалы Всерос. науч. конф. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». Йошкар-Ола, 2004. С. 80–81.

50. Горобцова О. Н., Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Темботов Р. Х. Сравнительная оценка биологических свойств почв культурных и естественных ценозов Центрального Кавказа (на примере территорий терского варианта поясности в пределах Кабардино-Балкарии) // Почвоведение. 2016. № 1. С. 100–106.

51. Гринченко А. М., Муха В. Д., Чешсек Г. Я. Трансформация гумуса при сельскохозяйственном использовании почв // Вестник с.-х. науки. 1979. № 1. С. 36–40.

52. Даденко Е. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Мясникова М. А. Влияние распашки на биохимические свойства черноземов Юга России. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2015. 116 с.

53. Даденко Е. В., Мясникова М. А., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724.

54. Даденко Е. В., Мясникова М. А., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724–733.

55. Даденко Е. В., Прудникова М., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почв под сельскохозяйственными угодьями // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3–4. С. 1274–1277.

56. Денисова Т.В., Казеев К.Ш. Влияние переменного и постоянного магнитных полей на биоту и биологическую активность чернозема обыкновенного // Радиационная биология. Радиоэкология. 2007. Т. 47. № 3. С. 345–348.

57. Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Влияние электромагнитных полей на биологические свойства почв. Ростов н/Д: Ростиздат, 2011. 286 с.

58. Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Интегральная оценка электромагнитных воздействий различной природы на биологические свойства почв юга России // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1386–1390.

59. Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Устойчивость ферментативной активности и численности микрофлоры разных почв Юга России к воздействию переменного магнитного поля промышленной частоты // Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. Т. 48. № 4. С. 481–486.

60. Денисова Т. В., Колесников С. И. Влияние СВЧ-излучения на ферментативную активность и численность микроорганизмов почв Юга России // Почвоведение. 2009. № 4. С. 479–483.

61. Долгов С. И., Модина С. А. Физические свойства дерново-подзолистых почв разной степени гумусированности // Вестник с.-х. науки. 1979. № 1. С. 27–33.

62. Дубовик Е. В. Влияние антропогенных факторов и местоположения в рельефе на агрофизические показатели чернозема типич-

ного в агроландшафте и особенности структурообразовательной функции органического вещества почвы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03. Курск, 2001. 207 с.

63. Ефремова Е. Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2013. № 2(30). С. 1–5.

64. Ефремова Е. Н. Закономерности водопотребления и эффективность орошения кукурузы при формировании урожая // Вестник АПК Ставрополя. 2011. № 3(3). С. 7–10.

65. Жуков А. И., Попов П. Д. Регулирование баланса гумуса в почве. М.: Росагропромиздат, 1988. 39 с.

66. Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2004. 348 с.

67. Захарченко А. Ф. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана // Почвоведение. 1961. № 2. С. 54–62.

68. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 256 с.

69. Звягинцев Д. Г. Успехи и современные проблемы почвенной микробиологии // Почвоведение. 1987. № 10. С. 44–52.

70. Зеленский Н. А. и др. Выращивание озимой пшеницы по технологии прямого посева в условиях Ростовской области // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 670.

71. Зеленский Н. А., Зеленская Г. М., Мокриков Г. М. Влияние покровных сидеральных культур на урожайность подсолнечника // Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве межд. нар. науч.-практ. конф. Нальчик: КБГАУ, 2014. С. 79–84.

72. Черкасов Г. Н. и др. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства чернозема типичного // Вестник Курской Госуд. сельскохозяйственной академии. 2011. Т. 5. № 5. С. 39–41.

73. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Под общ. ред. В. Н. Василенко. Ростов н/Д: ООО «Донской издательский дом», 2013. Ч. 1. 240 с.

74. Ильясов М. М., Яппаров А. Х., Дегтярева И. А. Биологическая активность при ресурсосберегающих системах основной обработки выщелоченного чернозема // Плодородие. 2010. № 1. С. 49–50.

75. Иутинская Г. А., Патыка В. П. Современное состояние и перспективы развития почвенной микробиологии в Украине // Бюл. Института с.-х. микробиологии. 2000. № 6. С. 7–14.

76. Кабиров Р. Р., Любина С. В. Способ оценки действия гербицидов на сообщества почвенных водорослей с помощью индикаторных видов // Агрохимия. 1988. № 3. С. 105–121.

77. Казеев К. Ш. Биология почв Юга России / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. Ростов н/Д: ЦВВР, 2004. 350 с.

78. Казеев К. Ш. Изменение биологической активности почв предгорий Северо-Западного Кавказа при антропогенном воздействии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 1996. 17 с.

79. Казеев К. Ш. К методике определения интегрального показателя биологического состояния почв // Экология и биология почв юга России. Вып. 2. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2003. С. 11–15.

80. Казеев К. Ш., Алехин С. Н., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Изменение гумусного состояния почв Предгорий Северо-Западного Кавказа при сельскохозяйственном использовании // Агрохимия. 1999. № 4. С. 18–23.

81. Казеев К. Ш., Козин В. К., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологические особенности почв влажных субтропиков // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1474–1478.

82. Казеев К. Ш., Козунь Ю. С., Колесников С. И. Использование интегрального показателя для оценки пространственной дифференциации биологических свойств почв юга России в градиенте аридности климата // Сибирский экологический журнал. 2015. Т. 22. № 1. С. 112–120.

83. Казеев К. Ш., Козунь Ю. С., Самохвалова Л. С., Колесников С. И. Влияние аридности и континентальности климата на биологические свойства почв в трансекте Ростов-на-Дону – Астрахань // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 5. С. 46–53.

84. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Атлас почв Азово-Черноморского бассейна. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2015. 80 с.

85. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2012. 380 с.
86. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Быхалова О. Н. Влияние рекреационной нагрузки на почвенный покров заповедника «Утриш» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 457–467.
87. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 2003. 204 с.
88. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биология почв Юга России. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
89. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Гумусовое состояние почв предгорий Северо-Западного Кавказа // Почвоведение. 1998. № 7. С. 848–853.
90. Казеев К. Ш., Кременица А. М., Колесников С. И., Казадаев А. А., Булышева Н. И., Утянская Н. И., Внукова Н. В., Вальков В. Ф. Биологические свойства почв каштаново-солонцовых комплексов // Почвоведение. 2005. № 4. С. 464–474.
91. Казеев К. Ш., Кузнецова Ю. С. Эколого-биологические особенности аридных почв Прикаспийской низменности // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2010. № 5. С. 83–85.
92. Казеев К. Ш., Кутровский М. А., Даденко Е. В., Везденева Л. С., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Влияние карбонатности пород на биологические свойства горных почв Северо-Западного Кавказа // Почвоведение. 2012. № 3. С. 327.
93. Казеев К. Ш., Лосева Е. С., Боровикова Л. Г., Колесников С. И. Влияние загрязнения современными пестицидами на биологическую активность чернозема обыкновенного // Агрохимия. 2010. № 11. С. 39–44.
94. Казеев К. Ш., Стрелкова В. И., Тищенко С. А. Влияние переувлажнения на биоту и свойства почв Юга России. Ростов н/Д: Ростиздат, 2006. 143 с.
95. Казеев К. Ш., Тащиев С. С. Изменение биологического состояния черноземов при внесении сверхвысоких доз удобрений. Эко-

логия и биология почв юга России. Вып. 2. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2003. С. 55–59.

96. Казеев К. Ш., Тер-Мисакянц Т. А., Ермолаева О. Ю., Козунь Ю. С., Прудникова М. А., Магомедов М. А., Бахарева Л. В., Чернокалова Е. В., Колесников С. И. Деградация экосистем известняковых массивов Западного Кавказа при вырубке леса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 91. С. 1900–1911.

97. Казеев К. Ш., Тер-Мисакянц Т. А., Колесников С. И., Козунь Ю. С. Биодиагностика экологического состояния почв Западного Кавказа после вырубки леса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3–4. С. 1299–1301.

98. Казеев К. Ш., Тер-Мисакянц Т. А., Кузнецова Ю. С., Поляков А. И., Кутузова И. В., Мазанко М. С., Прудникова М. А., Колесников С. И. Влияние вырубки леса на биологические свойства горных почв Западного Кавказа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82. С. 187–197.

99. Карамшук З. П. Обработка почвы, микроорганизмы и урожай. Алма-Ата: Кайнар, 1979. 104 с.

100. Карпец В. В. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании ячменя на черноземах южных Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Саратов, 2015. 21 с.

101. Картамышев Н. И. Почвозащитная обработка почвы в Центральном-Черноземном районе // Науч. тр. ВНИИЗХ. 1982. С. 116–122.

102. Качинский Н. А. Структура почвы (итоги и перспективы изучения вопроса). М.: МГУ, 1963. 100 с.

103. Кираев Р. С., Сираев М. Г. Система обработки почвы в Башкортостане // Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. М.: РГАУ-МСХА. 2010. С. 252–261.

104. Кирюшин В. И. Агрономическое почвоведение: учебник. СПб.: КВАДРО, 2013. 679 с.

105. Кирюшин, В. И., Ганжара Н. Ф., Кауричев И. С., Орлов Д. С., Титлянова А. А., Фокин А. Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах М.: Изд-во МСХА, 1993. 99 с.

106. Кирюшин В. И., Лебедева И. Н. Изменение содержания гумуса и азота в почвах черноземной зоны в результате их сельскохозяйственного использования // Особенности формирования и использования почв Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1982. С. 180–190.

107. Кислов А. В., Васильев И. В., Васильева А. С. Влияние минимизации обработки на плодородие почвы и урожайность овса в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. 2012. Т. 3. № 35-1. С. 59–62.

108. Ковда В. А., Розанов Б. Г. Почвоведение и почвообразование М.: Высш. шк., 1988. Ч. 1. 400 с.

109. Козунь Ю. С., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Влияние теневого эффекта Кавказа на биологическую активность почв // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 439–456.

110. Козунь Ю. С., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Мясникова М. А. Изменение биологической активности бурой лесной почвы при сельскохозяйственном использовании // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 718–728.

111. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2001. 65 с.

112. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 232 с.

113. Колесников С. И., Азнаурьян Д. К., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Устойчивость биологических свойств почв Юга России к нефтяному загрязнению // Экология. 2010. № 5. С. 357–364.

114. Колесников С. И., Гайворонский В. Г., Ротина Е. Н., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Оценка устойчивости почв Юга России к загрязнению

мазутом по биологическим показателям (в условиях модельного эксперимента) // Почвоведение. 2010. № 8. С. 995–1000.

115. Колесников С. И., Евреинова А. В., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Изменение эколого-биологических свойств чернозема при загрязнении тяжелыми металлами второго класса опасности (Mo, Co, Cr, Ni) // Почвоведение. 2009. № 8. С. 1007–1013.

116. Колесников С. И., Жаркова М. Г., Самохвалова Л. С., Кутузова И. В., Налета Е. В., Зубков Д. А., Казеев К. Ш. Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозема // Экология. 2014. № 3. С. 163–173.

117. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1509–1514.

118. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Ростиздат, 2006. 385 с.

119. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Татлок Р. К., Тлехас З. Р., Денисова Т. В., Даденко Е. В. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Западного Кавказа к загрязнению тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами // Сибирский экологический журнал. 2014. № 3. С. 493–500.

120. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Татосян М. Л., Вальков В. Ф. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2006. № 5. С. 616–620.

121. Колесников С. И., Попович А. А., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Влияние загрязнения фтором, бором, селеном, мышьяком на биологические свойства чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2008. № 4. С. 448–453.

122. Колесников С. И., Татлок Р. К., Тлехас З. Р., Казеев К. Ш., Денисова Т. В., Даденко Е. В. Биодиагностика устойчивости предгорных и горных почв Западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами // Доклады РАСХН. 2013. № 1. С. 30–34.

123. Колесников С. И., Ярославцев М. В., Спивакова Н. А., Казеев К. Ш. Сравнительная оценка устойчивости биологических свойств

разных подтипов черноземов юга России к загрязнению Cr, Cu, Ni, Pb (в модельном эксперименте) // Почвоведение. 2013. № 2. С. 195–200.

124. Коржов С.И. Биологическая активность черноземов // Агро XXI. 2003. № 1–6. С. 101–104.

125. Коржов С. И., Маслов В. А., Орехова Е. С. Изменение микробиологической активности почвы при различных способах ее обработки // АгроXXI. 2009. № 1–3.

126. Коржов С. И., Трофимова Т. А., Черников А. С. Изменение физических свойств чернозема выщелоченного при сельскохозяйственном использовании // Вестник РАСХН. 2009. № 3. С. 34–36.

127. Косолап М. П. Система землеробства No-till: навч. посібник / М. П. Косолап, О. П. Кротінов. К.: Логос, 2011. 352 с.

128. Кудеяров В. Н. Азотно-углеродный баланс в почве // Почвоведение. 1999а. № 1. С. 73–82.

129. Кудеяров В. Н. Азотный цикл и продуцирование закиси азота // Почвоведение. 1999б. № 8. С. 988–998.

130. Куликова А. Х., Карпов А. В., Вандышев И. А., Тигин В. П. Агроэкологическая оценка плодородия почв Среднего Поволжья и концепция его воспроизводства. Ульяновск, 2007. 158 с.

131. Курчевский С. М., Виноградов Д. В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органомине-ральных удобрений и бактериального препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестник УО БГСХА. 2013. № 4. С. 113–117.

132. Ларионова А. А., Розонова Л. Н. Влияние температуры и влажности почвы на эмиссию CO<sub>2</sub> // Дыхание почвы, под ред. Г. А. Заварзина и В. Н. Кудеярова. ОНТИ. Пущино, 1993. С. 68–75.

133. Лобков В. Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. М.: Колос, 1994. 112 с.

134. Лыков А. М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН, ВНИИТИОУ, 2004. 630 с.

135. Лыков А. М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. 143 с.

136. Мазанко М. С., Акименко Ю. В., Денисова Т. В., Колесников С. И. Устойчивость аммонифицирующих бактерий различных типов почв юга

России к сочетанному загрязнению свинцом и переменным магнитным полем // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3. С. 1359.

137. Мальцев Т. С. О методах обработки почвы и посевов, способствующих получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур: докл. на Всерос. совещании. М., 1954. 45 с.

138. Мареев В. Ф., Манюкова И. Г., Латыпов Ф. Х. Влияние минимализации основной обработки на свойства почвы и урожайность озимой ржи в условиях Предкамья республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2009. Т. 11. № 1. С. 110–114.

139. Марковская Г. К., Юдина Ю. В. Влияние различных способов основной обработки почвы на ее биологическую активность в условиях лесостепной зоны Самарской области // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 21–23.

140. Марковская Г. К., Степанова Ю. В. Сравнительное изучение различных способов основной обработки почвы и их влияние на микробиоту почвы на посевах озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Заволжья // Вестник Ульяновской ГСХА. 2011. № 4 (16). С. 32–37.

141. Марковская Г. К., Баймишева Е. Х. Биологическая активность почвы при различных системах основной обработки почвы под горох // Тезисы докладов научно-практической конференции. Самара, 1999. С. 47–48.

142. Марковская Г. К., Кирясова Н. А. Влияние минимализации обработки почвы на её биологическую активность // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 1. С. 16–17.

143. Матюк Н. С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения // Плодородие. 2008. № 1. С. 38–40.

144. Матюк Н. С., Полин В. Д., Николаев В. А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. Иваново: ИПК «ПресСто», 2015. №2 (72). С. 12–14.

145. Мельников А. Г. Шаги по земле: записки крестьянина. Волгоград: Издатель, 2006. 400 с.

146. Мельничук Т. Н., Алексеенко Н. В., Абдурашитов С. Ф., Абдурашитова Э. Р., Томашова О. Л. Влияние системы земледелия No-till на микробоценоз ризосферы пшеницы озимой // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. №3 (1). 2016. С. 152–156.

147. Минеев В. Г. Избранное: Сборник научных статей в 2-х частях. Агрохимия и качество пшеницы. Экологические проблем и функции агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2005. 610 с.

148. Минникова Т. В., Денисова Т. В., Колесников С. И., Акименко Ю. В. Оценка активности оксидоредуктаз нефтезагрязненного чернозема при мелиорации глауконитом, «DOP-UNI» и гуматом калия // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19. № 2-2. С. 307–311.

149. Минникова Т. В., Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Акименко Ю. В., Колесников С.И. Влияние технологии No-till на нитрификационную активность черноземов Ростовской области // Агрохимия. 2017. № 9. С. 33–38.

150. Минникова Т. В., Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Акименко Ю. В., Колесников С. И. Оценка зависимостей между гидро-термическими показателями и ферментативной активностью черноземов Ростовской области при использовании различных агротехнологий // Агрофизика. 2018. № 1. С. 9–17.

151. Минникова Т. В., Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Акименко Ю. В., Колесников С. И. Оценка ферментативной активности черноземов Ростовской области под бинарными посевами подсолнечника // Известия ТСХА, выпуск 6, 2017. С. 141–155.

152. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 343 с.

153. Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Акименко Ю. В., Колесников С. И. Влияние технологии прямого посева на эколого-биологические свойства черноземов // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 2017. № 2. С. 68–74.

154. Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Акименко Ю. В., Мясникова М. А., Колесников С. И. Влияние технологии No-Till на эколого-биологическое состояние почв. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. 140 с.

155. Мокриков Г. В., Казеев К. Ш., Борисенко Д. В., Акименко Ю. В., Колесников С. И. Экологическое состояние почв Ростовской области при использовании технологии прямого посева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2–3. С. 473–477.

156. Морецкая У. Ф., Демченко М. М. Формирование микробиоценозов в почве под озимой пшеницей // Земледелие. 2008. № 2. С. 12–13.

157. Мясникова М. А. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагрогенных черноземов Ростовской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Ростов н/Д, 2015. 142 с.

158. Мясникова М. А., Казеев К. Ш., Ермолаева О. Ю., Черникова М. П., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Козунь Ю. С. Биологические свойства разновозрастных постагрогенных черноземов Ростовской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2-2. С. 452–456.

159. Мясникова М. А., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагрогенных почв Ростовской области. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ. 2015. 130 с.

160. Назарько М. Д., Лобанов В. Г. Биологическая активность почв сельскохозяйственного использования в условиях Кубани // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 99–100.

161. Назарько М. Д., Лобанов В. Г., Щербаков В. Г. Биохимические и микробиологические аспекты окультуривания почв в зональных системах земледелия Краснодарского края. Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2006. 214 с.

162. Нечаева Е. Х. Плодородие почвы и симбиотическая активность гороха при биологизации его возделывания в Лесостепи Заповжья: дисс. канд. с.-х. наук. Кинель, 2003. 166 с.

163. Никифоренко Л. И. Безотвальная обработка и гумусовое состояние эродированного чернозема // Земледелие. 1989. № 3. С. 27–29.

164. Николаев В. А., Мазиров М. А., Зинченко С. И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. №5. С. 18–20.

165. Никончик П. И. Интенсивное использование пашни. Мн.: Ураджай, 1995. 192 с.

166. Нуриев С. Ш., Ишкаев Т. Х. Проблемы бездефицитного баланса гумуса в почвах Татарской АССР // Сб. «Научные основы и практические приемы повышения плодородия почв Урала и Поволжья». Уфа, 1988. С. 16–17.

167. Нурмухаметов Н. М., Хамидуллин М. Х., Нугманов Р. М. Влияние форм, доз и способов внесения удобрений на биологическую активность почвы // Агротехника и биология полевых культур. Уфа, 1998. С. 73–80.

168. Павлов С. А., Попов А. С. NO-TILL технологическая перспектива повышения продуктивности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 56–60.

169. Патика В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. И. и др. Агроэкологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. К.: Основа, 2005. 300 с.

170. Пегова Н. А. Повышение продуктивности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы за счет биологизации и противоэрозийной обработки почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Пермь, 2008. 23 с.

171. Поддымкина Л. М. Микробоценоз дерново-подзолистой почвы при бессменном выращивании культур и в севообороте. АГРО XXI. 2010. № 41699. С. 38–40.

172. Примак І. Д. Мікробіологічна активність чорнозему типового і продуктивність плодозмінної сівозміни за різних систем механічного обробітку ґрунту в Центральному Лісостепу України / І. Д. Примак, А. П. Боканча // Наук. Вісник Ужгород. ун-ту. (Сер. Біол.). 2009. Вип. 26.

173. Пуртова Л. Н. Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов юга Приморья // Фундаментальные исследования. 2013. № 1. С. 585–589.

174. Рассадин А. Я. Энергосберегающие приемы обработки почвы в севооборотах Нечерноземной зоны: учебное пособие. М.: ТСХА, 1985. 18 с.

175. Рудай И. Д. Агроэкономические проблемы повышения плодородия почв. М.: Россельхозиздат, 1985. 41 с.

176. Рыбалкина А. В., Кононенко Е. В. Микробиологическая характеристика почвы по некоторым полям севооборота Дмитровского госсортоучастка № 93 // Сб. Плодородие дерново-подзолистых почв. М.: Изд. АН СССР, 1958. С. 261–270.

177. Рюбензам Э., Рауэ К. Земледелие. М.: Колос, 1969. 520 с.

178. Савоськина О. А. Изменение структурного состояния дерново-подзолистой почвы под действием разноглубинных приемов обработки // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: сб. докл. Международ. науч.-практ. конф. Иваново: ИПК «ПресСто», 2015. С. 157–161.

179. Самофалова И. А., Каменских Н. Ю., Кизилкая Р., Ашкин Т. Влияние приемов основной обработки в южно-таежной подзоне на гумусное состояние дерново-подзолистой почвы // Пермский аграрный вестник. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. № 1 (9). С. 55–64.

180. Свистова И. Д., Стахурлова Л. Д., Щербаков А. П. Сукцессия микрофлоры чернозема в очаге локального внесения удобрений // Агрохимия. 2003. № 3. С. 45–51.

181. Селиверстова О. М., Верховцева Н. В., Степанов А. Л., Корчагин А. А. Изменение микробного сообщества серой лесной почвы под посевом злаковых культур при применении органических и минеральных удобрений // Агрохимия. 2008. № 8. С. 1–9.

182. Смагин А. В. Газовая фаза почв. М.: МГУ, 1999. 200 с.

183. Смагин А. В. Газовая фаза почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 301 с.

184. Ступаков А. Г. Влияние систем обработки почвы на дыхание почвенной биоты чернозёма типичного // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 7. С. 56–58.

185. Тарарико А. Г., Миронов Г. И., Заика В. В., Положай В. В., Корчевой И. А., Булгарова Н. В. Влияние обработки чернозема на его устойчивость к эрозии // Земледелие. 1983. №12. С. 16–18.

186. Тер-Мисакянц Т. А., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Деградация дерново-карбонатных почв Западного Кавказа в результате вырубки леса. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2013. 108 с.

187. Тен Хак Мун. Микробиологические процессы в почвах островов Притихоокеанской зоны. М.: Наука, 1977. 180 с.
188. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1993. 175 с.
189. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
190. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. СПб.: Изд-во С-Пб. ун-та, 2009. 210 с.
191. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 3–9.
192. Ушаков Р. Н., Виноградов Д. В., Головина Н. А. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы // Агрехимический вестник. 2013. №5. С. 12–13.
193. Хан Д. В. Органоминеральные соединения и структура почвы. М.: Наука. 1969. 142 с.
194. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Особенности обработки почвы под яровую пшеницу на черноземах лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2010. № 2. С. 26–28.
195. Холодов В. А. Способность почвенных частиц самопроизвольно образовывать макроагрегаты после цикла увлажнения и высушивания // Почвоведение. 2013. № 6. С. 698–700.
196. Чекмарев П. А., Лукин С. В., Сискевич Ю. И., Юмашев Н. П., Корчагин В. И., Хижняков А. Н. Мониторинг содержания органического вещества в пахотных почвах ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 23.
197. Чекмарев, П. А., Лукин С. В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2012. №12. С. 10–12.
198. Шакиров В. З. Изменение объемного веса и структурно-агрегатного состава серой лесной почвы под влиянием длительного применения удобрений и состава возделываемой в севообороте

культур // Тез. докл. респуб. научно-технической конф. молодых ученых и специалистов. Казань, 1974. С. 17–18.

199. Шакиров Р. С. Влияние систем удобрений и основной обработки почвы на пищевой режим и биологическую активность серых лесных почв в посевах яровой пшеницы / Р. С. Шакиров, И. Г. Гиляев // Вестник Казанского государственного университета. 2013. № 1(27). С. 139–143.

200. Шарков И. Н. Минимализация обработки и ее влияние на плодородие почвы // Земледелие. 2009. № 3. С. 24–25.

201. Шевцова Л. К. Моделирование трансформации и баланса гумуса дерново-подзолистых почв на основе информационной базы длительных опытов // Агрохимия. 2000. № 9. С. 5–10.

202. Шеин Е. В. Курс физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 432 с.

203. Шеин Е. В., Карпачевский Л. О. Толковый словарь по физике почв. М.: ГЕОС, 2003. 126 с.

204. Шикула М. К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / за заг. ред. М. К. Шикули. Оранта, 1998. 680 с.

205. Шикула Н. К. Почвозащитная бесплужная обработка полей. М.: Знание, 1990. 62 с.

206. Широких И. Г., Мерзаева О. В., Зенова Г. М. Изменение структуры ризосферного комплекса актиномицетов в онтогенезе озимой ржи // Почвоведение. 2006. № 6. С. 721–725.

207. Щербаков А. П., Свистова И. Д., Малыхина Н. В. Агроэкологический биомониторинг: влияние удобрений на структуру комплекса микромицетов чернозема // Вест. ВГУ. Сер. Химия, биология. 2001. № 2. С. 168–171.

208. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества в естественных и искусственных фитоценозах. Минск, 1983. 222 с.

209. Щур А. В., Виноградов Д. В., Валько В. П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник КрасГАУ. 2015. № 7. С. 45–49.

210. Щур А. В., Валько В. П., Валько О. В. Агроэкологические особенности применения биологически активных препаратов условиях

радиоактивно загрязненных территорий Республики Беларусь // Исследования, результаты. 2014. № 1. С. 205–212.

211. Юскин А. А., Макаров В. И., Венчиков А. И. Влияние систем обработки почвы и севооборотов на фракционный состав гумуса // Земледелие. 2009. № 1. С. 20–21.

212. Юшкевич Л. В., Аниськов Н. И. Яровой ячмень в Западной Сибири // Земледелие. 2010. № 6. С. 3–5.

213. Яников А. Д. Влияние ресурсосберегающих обработок почвы и удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы и плодородие черноземов южных: дис. ... канд. с/х наук. Саратов, 2014. 168 с.

214. Балаш А. П. Степи Донского Приазовья // Ботанический журнал. 19616. Т. 46, № 8. С. 1098–1115.

215. Батова В. М. Климат // Природные условия и естественные ресурсы. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1966. С. 79–117.

216. Ландшафтная карта СССР М 1:2 500 000 / под ред. И. С. Гудина. М.: ГУГК, 1987.

217. Ландшафтная карта СССР М 1:4 000 000 / под ред. А. Г. Исаченко. М.: ГУГК, 1988.

218. Akimenko Y. V., Kolesnikov S. I., Kazeev K. S. Influence of antibiotic pollution on the soil's microbial community // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2017. 17 (32). P. 311–316.

219. Akimenko Yu. V., Kazeev K. Sh., and Kolesnikov S. I. Impact Assessment of Soil Contamination with Antibiotics (for Example, an Ordinary Chernozem) // American Journal of Applied Sciences, 2015. V. 12. № 2. P. 80–88.

220. Akimenko Yu. V., Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I. Assessment of Chernozem Environmental and Agricultural Capabilities' Resistance to Antibiotic Contamination // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9(7). P. 1031–1034.

221. Akimenko Yu. V., Kolesnikov S. I., and Kazeev K. Sh. Environmental impact assessment of tylosin and nystatin on biological properties of chernozem // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, Book 3. Vol. 2. P. 131–138.

222. Akimenko Y. V., Kolesnikov S. I., Kazeev K. S. Change of soil's enzymatic activity at pollution by antibiotics // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2017. 17 (32). P. 63–68.

223. Akiyama H.  $N_2O$  and NO emissions from soils after the application of different chemical fertilizers // Chemosphere – Global Change Science. 2000. Vol. 2. P. 313–320.

224. Allison F. Crop residues management systems // ASA Special Publication, 1976. V. 31. P. 114–121.

225. Awale R., Chatterjee A., Franzen D. Tillage and N-fertilizer influences on selected organic carbon fractions in a North Dakota silty clay soil // Soil Tillage Res. 2013. № 134. P. 213–222.

226. Aziza I., Mahmoo T., Islam K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality // Soil and Tillage Research. 2013. V. 131. P. 28–53.

227. Bais H. P., Tiffany L. W., Laura G. P., Gilroy S., Vivanco J. M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms // Annual Review of Plant Biology. 2006. № 57. P. 233–266.

228. Balesdent J., Mariotti A., Boissongtier D. Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from  $^{13}C$  abundance in maize fields // Journal of Soil Science. 1990. Vol. 41, Issue 4, December. P. 587–596.

229. Bowden R. D. Carbon dioxide and methane fluxes by a forest soil under laboratory-controlled moisture and temperature conditions // Soil Biology & Biochemistry. 1998. Vol. 30. P. 1591–1597.

230. Bowden R. D. Chronic nitrogen additions reduce total soil respiration and microbial respiration in temperate forest soils at the Harvard Forest // Forest Ecology and Management. 2004. Vol. 196. P. 43–56.

231. Brookes P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals // Biology & Fertility of Soils. 1995. Vol. 19. P. 269–279.

232. Büchi L., Wendling M., Amossé C., Jeangros B., Sinaj S., Charles R. Long and short term changes in crop yield and soil properties induced by the reduction of soil tillage in a long term experiment in Switzerland // Soil and Tillage Research. V. 174. 2017. P. 120–129.

233. Calegari A., Hargrove W. L., Rheinheimer D. S., Ralish R., Tessier D., Tourdonnet S., Guimaraes M. F. Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol: A model for sustainability // *Agronomy Journal*, 2008. V.100 (4). P. 1013–1019.

234. Carson J. K. Altering the mineral composition of soil causes shift in microbial community structure / J. K. Carson, D. Booney, D. B. Cleeson, N. Clipson // *FEMS Microbiology Ecology*. 2007. Vol. 61. № 3. P. 414–423.

235. Chapin F. S., Van Cleeve K., Tieszen T. T. Seasonal nutrient dynamics of tundra vegetation at Barrow, Alaska // *Arctic and Alpine Research*., 1975. V. 73. P. 209–226.

236. Chen G.H., Weil R.R. Penetration of cover crop roots through compacted soils // *Plant Soil*, 2010. V. 331. P. 31–43.

237. Chen H., Hou R., Gong Y., Li H., Fan M., Kuzyakov Y. Effects of 11 years of conservation tillage on soil organic matter fractions in wheat monoculture in loess plateau of China // *Soil Tillage Res*. 2009. № 106. P. 85–94.

238. Christopher S.F., Lal R., Mishra U. Regional study on no-till effects on carbon sequestration in the Midwestern United States // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2009. V. 73. P. 207–216.

239. Comprehensive Assessment of Soil Health Training Manual. Edition 3.1 / Moebius-Clune B. N., Moebius-Clune D. J., Gugino B. K., Idowu O. J., Schindelbeck R. R., Ristow A. J., van Es H. M., Thies J. E., Shayler H. A., McBride M. B., Wolfe D. W., and G. S. Abawi. The Cornell Framework Manual. 2016. 140 p.

240. Culman S. W., Snapp S. S., Freeman M. A., Schipanski M. E., Beniston J., Lal R., Drinkwater L. E., Franzluebbers A. J., Glover D. J., Grandy A. S., Lee J., Six J., Maul J. E., Mirsky S. B., Spargo J. T., Wander M. M. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management // *Soil Science Society of America Journal*. 2012. V. 76. PP. 494–504.

241. DuPont S. T., Culman S. W., Ferris H., Buckley D. H., Glover J. D. No-tillage conversion of harvested perennial grassland to annual cropland reduces root biomass, decreases active carbon stocks, and impacts soil biota // *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. № 137. P. 25–32.

242. Efremova E. N., Petrov N. Y., Efremov A. V. Morphological supervision of the sugar beet depending on ways of processing of the soil

of the territory of Northern Prikaspy // XVI International Congress on Animal Hygiene «Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production» – 5–9 May 2013, Nanjing China. P. 517–519.

243. Elliott E. T. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1986. V. 50. P. 627–633.

244. Fernandes Cruvinel. Soil emissions of NO, N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> from croplands in the savanna region of central Brazil // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2011. Vol. 144, № 1. P. 29–40.

245. Fisk M. C. Microbial biomass and nitrogen cycling responses to fertilization and litter removal in young northern hardwood forests // Biogeochemistry. 2001. Vol. 53. P. 201–223.

246. Fontaine S., Barot S., Barre P., Bdioui N., Mary B., Rumpel C. Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply // Nature. 2007. V. 450. P. 277–281.

247. Fuchs J. G., Thueriga B., Brandhuber R., Brunsd C., Finckhd M. R., Fließbach A., Mädera P., Schmidte H., Vogt-Kautef W., Wilboisb K., Luciusa T. Evaluation of the causes of legume yield depression syndrome using an improved diagnostic tool // Applied Soil Ecology. 2014. № 79. P. 26–36.

248. Govaerts B., Verhulst N., Castellanos-Navarrete A., Sayre K. D., Dixon J., Dendooven L. Conservation Agriculture and Soil Carbon Sequestration: Between Myth and Farmer Reality // Critical Reviews in Plant Sciences. 2009. V. 28. P. 97–122.

249. Hall S. J. NO<sub>2</sub> emissions from soil: implications for air quality modeling in agricultural regions // Annual Review of Energy and the Environment. 1996. V. 21. P. 311–346.

250. Helms G. L. Government programs and adoption of conservation tillage practices on non-irrigated wheat farms / G. L. Helms, D. Bailey, T. F. Glover // American Journal of Agricultural Economics. 1987. Vol. 69. № 4. P. 786.

251. Hofmann B., Tischer S., Christen O. Einfl uss langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Humusgehalt und biologische Bodeneigenschaften. Mitt. Ges. Pfl anzenbauwiss. 15, 2003. S. 288–289.

252. Horst Eichhorn. Die Art der Bodenbearbeitung und ihre Folgen // Horst Eichhorn Spiegel der Forschung. 1990. № 1. P. 27–34.

253. Islam R., Reeder R. No-till and conservation agriculture in the United States: An example from the David Brandt farm, Carroll, Ohio // International Soil and Water Conservation Research. 2014. V. 2, Is.1. P. 97–107.

254. Janzen H. H. Management effects on soil C storage on the Canadian prairies // Soil & Tillage Research. 1998. Vol. 47. P. 181–195.

255. Janzen H. H. Carbon cycling in earth systems – a soil science perspective // Agric. Ecosyst. Environ., 2004. V. 104. P. 399–417.

256. Jefwa J. M., Sinclair R., Maghembe J. A. Diversity of glomale mycorrhizal fungi in maize/sesbania intercrops and maize monocrop systems in southern Malawi // Agroforestry Systems. 2006. № 67. P. 107–114.

257. Jones D. L., Yjdg A., Kuzyakov Y. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition // New Phytologist. 2004. Vol. 163. P. 459–480.

258. Kazeev K. S., Mokrikov G. V., Akimenko Y. V., Kolesnikov S. I. Effect of no-till on the physical properties of south Russia soil / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2017. 17 (32). P. 185–192.

259. Kolesnikov S. I., Samokhvalova L. S., Zharkova M. G., Kazeev K. Sh., Akimenko Yu. The Impact of Chernozem Contamination with Lead and Oil on the Abundance and Composition of Microarthropods // American Journal of Applied Sciences. 2015. Vol. 12. № 2. P. 89–91.

260. Kolesnikov S. I., Vernigorova N. A., Kuzina A. A., Kazeev K. Sh., Akimenko Yu. V., E. V. Dadenko, Tyshchenko S. A. Standardization of heavy metals and oil content by biological indicators in the southern chernozems of the Taman // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. Vol. 5, 2017. P. 706–712.

261. Kolesnikov S. I., Zharkova M. G., Kazeev K. Sh., Akimenko Yu. V., Minkina T. M. Comparison of the results of laboratory and field modeling of chemical soil contamination / 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, Book 3 Vol. 2. PP. 79-84.

262. Lee J., Six J., Van Kessel C., King A. P., Rolston D. E. Tillage and Field Scale Controls on Greenhouse Gas Emissions // J. Environ. Qual., 2006. V. 35. P. 714–725.

263. Lin S. N<sub>2</sub>O emissions from different land uses in mid-subtropical China // *Agriculture Ecosystems and Environment*. 2010. Vol. 136. P. 40-48.

264. Linn D. M. Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils // *Soil Science Society of America Journal*. 1984. Vol. 48. P. 1267-1272.

265. Liu A., Ma B. L., Bomke A. A. Effects of cover crop on soil aggregate stability, total carbon, and polysaccharides // *Soil Science Society of America Journal*, 2005. V. 69 (6). P. 2041-2048.

266. Lopez-Garrido R., Diaz-Espejo A., Madejon E., Murillo J. M., Moreno F. Carbon losses by tillage under semi-arid mediterranean rainfed agriculture (SW Spain) // *Span. J. Agric. Res.* 2009. V. 7. P. 706-716.

267. Luo L., Meng H., Gu J.-D. Microbial extracellular enzymes in biogeochemical cycling of ecosystems // *Journal of Environmental Management*, V. 197, July 2017, P. 539-549.

268. Ivaro-Fuentes A. J., Lopez M.V., Arrue J. L., Cantero-Martinez C. Management effects on soil carbon dioxide fluxes under semiarid Mediterranean conditions // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2007. V. 72. P. 194-200.

269. Ivaro-Fuentes A. J., Lopez M. V., Gracia R., Arrue J. L. Effect of tillage on shortterm CO<sub>2</sub> emissions from a loam soil in semi-arid Aragon (NE Spain). *Opt. Mediterraneennes*. 2004. Serie A 60. P. 51-54.

270. Lynch J.M. *The Rhizosphere*. John Wiley and Sons Ltd, 1990.

271. Mangalassery S., Mooney S. J., Sparkes D. L., Fraser W. T., Sjogersten S. Impacts of zero tillage on soil enzyme activities, microbial characteristics and organic matter functional chemistry in temperate soils // *European Journal of Soil Biology*. 2015. V. 68. P. 9-17.

272. Mathimaran N., Ruh R., Vullioud P., Frossard E., Jansa J. *Glomus intraradices* dominates arbuscular mycorrhizal communities in a heavy textured agricultural soil // *Mycorrhiza*. 2005. №16. P. 61-66.

273. Maurer-Troxler C., Chervet A., Ramseier L., Stumy W. G., Hans-Rudolf Oberholzer *Bodenbiologie nach zehn Jahren Direktsaat und Pflug*. *AGRARForschung* 12 (10): 2005. P. 460-465.

274. Melero S., Lopez-Garrido R., Murillo J. M., Moreno F. Conservation tillage, short and long-term effects on soil carbon fractions

and enzymatic activities under Mediterranean conditions // *Soil Tillage Res.* 2009. № 104. P. 292–298.

275. Morrow J. G., Huggins D. R., Carpenter-Boggs L. A., Reganold J. P. Evaluating measures to assess soil health in long-term agroecosystem // *Soil Science Society of America Journal.* 2016. V. 80. P. 450–462.

276. Narwal S. S., Palaniraj R., Sati S. C. Role of allelopathy in crop production / S. S. Narwal, // *Herbologia.* 2005. Vol. 6. № 2. P. 1–66.

277. Nieminen J. K., Pohjola P. Labile carbon addition affects soil organisms and N availability but not cellulose decomposition in clear-cut Norway spruce forests // *Boreal Environment Research* 19: 2014. P. 257–266.

278. Ovchinnikov A. S., Zozulya G. G., Petrov N. Y. Autogenic and heterogene bio-receptive reflexes as a basis for self-regulation in animal and plant organisms // *European Journal of Natural History.* 2009. № 4. P. 56–57.

279. Paul E. A., Morris S. J., Conant R. T., Plante A. F. Does the acid hydrolysis-incubation method measure meaningful soil organic carbon pools? // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006. V. 70. P. 1023–1035.

280. Plaza-Bonilla D., Álvaro-Fuentes J., Cantero-Martínez C. Identifying soil organic carbon fractions sensitive to agricultural management practices // *Soil Tillage Res.* 2014. №139. P. 22.

281. Power J.F., Whilhelm W.W., Doran J.W. Crop residue effects on soil environment and dryland maize and soya bean production // *Soil & Tillage Research.* 1986. 8 P. 101–111.

282. Qi Y., Xu M. Separating the effects of moisture and temperature on soil CO<sub>2</sub> efflux in a coniferous forest in Siena Nevada mountains // *Plant and Soil.* 2001. Vol. 237. P. 15–23.

283. Raich J. W., Schlesinger W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus.* 44B. 1992. P. 81–99.

284. Reichstein M., Tenchunen J. D., Roupsard O. Ecosystem respiration in two Mediterranean evergreen Holm oak forests: drought effects and decomposition dynamic // *Funct. Ecol.* 2002. Vol. 10. P. 27–39.

285. Reicosky D. C., Forcella F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems // *J. Soil and Water Conservation,* 1998 V. 53 (3). P. 224–229.

286. Reicosky D. C., Kemper W. D., Langdale C. W., Douglas G. W., Rasmussen P. E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production // *J. Soil Water Conserv.* 1995. 50. P. 253–261.

287. Rosa S. M., Kraemer F. B., Soriad M. A., Guerrero L. D., Morrás H. J. M., Figuerola E. L. M., Erijman L. The influence of soil properties on denitrifying bacterial communities and denitrification potential in no-till production farms under contrasting management in the Argentinean Pampas // *Applied Soil Ecology.* 2014. 75. P. 172–180.

288. Sa J., Cerri C. C., Dick W. A., Lal R., Venske Filho S. P., Piccolo M. C., Feigl B. E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol // *Soil Science Society of America Journal.* 2001. 65. P. 1486–1499.

289. Sainju U. M., Singh B. P., Whitehead W. F., Wang S. Carbon supply and storage in tilled and nontilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization // *J Environ. Qual.* 2006. V.35 (4). P. 1507–1517.

290. Sainju U. M., Whitehead W. F., Singh B. P. Biculture legume-cereal cover crops for enhanced biomass yield and carbon and nitrogen // *Agron. J.* 2005. V. 97. P. 1403–1412.

291. Sitaula B. K. Effects of soil compaction on N<sub>2</sub>O emission in agricultural soil // *Chemosphere – Global Change Science.* 2000. Vol. 2. P. 367–371.

292. Soane B. D., Ball B. C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment // *Soil and Tillage Research.* 2012. V. 118. P. 66–87.

294. Spargo J. T., Cavigelli M. A., Mirsky S. B., Maul J. E., Meisinger J. J. Mineralizable soil nitrogen and labile soil organic matter in diverse long-term cropping systems // *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 2011. № 90. P. 253–266.

295. Stecker J. A., Buchholz D., Hanson R. G., Wollenhaupt N. C., McVey K. A. Application placement and timing of nitrogen solution for no-till corn // *Agronomy Journal.* 1993. Vol. 85. P. 645–650.

296. Stiles C. A., Hammer R. D., Johnson M. G., Ferguson R., Galbraith J., O'Geen T., Arriaga J., Shaw J., Falen A., McDaniel P., Miles R. Validation Testing of a Portable Kit for Measuring an Active Soil Carbon Fraction // *Soil Science Society of America Journal*. 2011. V. 75. P. 2330–2340.

297. Tonitto C., David M. B., Drinkwater L. E. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006. V. 112. P. 58–72.

298. Vestberg M. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. / M. Vestberg, K. Saari, S. Kukkonen, T. Hurme // *Mycorrhiza*. 2005. № 15. P. 447–458.

299. Veum K., Goynes K., Kremer R., Miles R., Sudduth K. Biological indicators of soil quality and soil organic matter characteristics in an agricultural management continuum // *Biogeochemistry*. 2014. №117. P. 81–99.

300. Wang W., Lai D. Y. F., Wang C., Pan T., Zeng C. Effects of rice straw incorporation on active soil organic carbon pools in a subtropical paddy field // *Soil & Tillage Research*. 2015. V. 152. P. 8–16.

301. Weil R., Islam K. R., Stine M. A., Gruver J. B., Samson-Liebig S. E. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simple method for laboratory and field use // *Amer. J. Alternative Agric.* 2003. V. 18(1). P. 3–17.

302. Weitz A.M. N<sub>2</sub>O emissions from humid tropical agricultural soils: effects of soil moisture, texture and nitrogen availability // *Soil Biology & Biochemistry*. 2001. Vol. 33. P. 1077–1093.

303. Zhang Z. Y., Chen H., Yang Y. H., Chen T., Lin R. Y., Chen X. J., Lin W. X. Effects of continuous cropping on bacterial community diversity in rhizosphere soil of *Rehmannia glutinosa* // *The Journal of Applied Ecology*. 2010. № 21(11). P. 2843–2848.

304. Zozulya G. G., Leonenko I. G., Malyshev S. G., Mozharov S. N., Ovchinnikov A.S., Petrov N.Y To question about the third alarm system // *European Journal of Natural History*. 2011. № 5. P. 40–41.

---

305. Zuber S. M., Villamil M. B. Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities // *Soil Biology and Biochemistry*. V. 97, June 2016. P. 176–187.

Научное издание

**КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович  
МОКРИКОВ Григорий Васильевич  
АКИМЕНКО Юлия Викторовна  
МЯСНИКОВА Маргарита Алексеевна  
КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL  
В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Редактор А. В. Стахеева  
Оригинал-макет А. В. Стахеева  
Дизайн обложки А. В. Киреев

Подписано в печать 14.12.2018  
Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 19,3. Уч.-изд. л. 14,0  
Тираж 50 экз. Заказ № 6794

Издательство Южного федерального университета

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной  
и сувенирной продукции Издательско-полиграфического  
комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ  
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. (863) 243-41-66