

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент образования, научно-технологической политики
и рыбохозяйственного комплекса
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»
Красноярское отделение МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева»

**ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ
И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных
наук, профессора Петра Семёновича Бугакова*

22 апреля 2022 года, г. Красноярск

Электронное издание

Красноярск 2022

ББК 65.281

П 65

Ответственный за выпуск

Н.Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор кафедры «Почвоведение и агрохимия» ИАЭТ

Редакционная коллегия:

*Н.Л. Кураченко (председатель), О.А. Власенко (зам. председателя),
А.А. Колесник*

П 65 Почвенные ресурсы и их рациональное использование [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Петра Семёновича Бугакова / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022. – 141 с.

Сборник статей подготовлен на основе докладов Всероссийской научно-практической конференции «Почвенные ресурсы и их рациональное использование», посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Петра Семёновича Бугакова, состоявшейся 22 апреля 2022 года. Конференция организована кафедрой почвоведения и агрохимии Института агроэкологических технологий Красноярского государственного аграрного университета. В сборнике представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных учёными вузов России, ведущих подготовку выпускников в области почвоведения, агрохимии, сельского хозяйства, растениеводства. В конференции приняли активное участие различные организации Российской Федерации: ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»; ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Национальный исследовательский Томский государственный университет, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, ФГБНУ «Росинформагротех», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Калмыцкий филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», ФГБОУ «Иркутский государственный университет».

Предназначено для научных работников, руководителей структурных подразделений, а также преподавателей, студентов, магистрантов, аспирантов и всех заинтересованных лиц.

ББК65.281

Статьи публикуются в авторской редакции, авторы несут полную ответственность за содержание и изложение информации: достоверность приведенных сведений, использование данных, не подлежащих публикации, использованные источники и качество перевода

© Авторы статей, 2022

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2022

*Основателю школы агропочвоведения
в Красноярском крае
П.С. Бугакову посвящается...*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Крупному ученому-почвоведу и педагогу, яркому представителю науки и высшей школы доктору сельскохозяйственных наук, профессору Петру Семёновичу Бугакову 5 января 2022 года исполнилось 100 лет со дня рождения.

Будущий исследователь сибирских почв родился в крестьянской семье в селе Старосолдатское Омской области. После окончания Тюкалинского сельскохозяйственного техникума в 1940 году он был направлен на работу в Красноярский край. Для молодого человека в возрасте 18 лет должность агронома Гляденьской МТС Назаровского района явилась серьезной и ответственной работой, которая была прервана армейской службой и Великой отечественной войной. В составе пограничного отряда Забайкальского фронта с осени 1940 по июнь 1946 года прошла служба Петра Семёновича.

После окончания войны П.С. Бугаков принял решение продолжить своё образование. Как отличник техникума и демобилизованный солдат он был принят вне конкурса на только что образованный факультет почвоведения и агрохимии Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева. По воспоминаниям супруги Алевтины Николаевны Бугаковой, студенческие годы Петра Семёновича были очень насыщенными. Он проводил большую общественную работу в группе, на факультете и в академии. Пётр Семёнович был постоянным членом профкома, избирался на партийные должности. За отличную учёбу и активную общественную работу ему была присуждена самая высокая в те годы Сталинская стипендия. Там же на кафедре почвоведения он прошел аспирантскую подготовку. Изучая в аспирантские годы почвы Московской, Калининградской области и Волгоградского Заволжья Пётр Семёнович приобрел хороший опыт полевой и экспедиционной работы.

После успешной защиты в 1955 году кандидатской диссертации П.С. Бугаков приезжает в Красноярск. В недавно открытом Красноярском сельскохозяйственном институте создавался агрономический факультет, и имелась острая необходимость в высококвалифицированных педагогических кадрах. С этого времени П.С. Бугаков начинает работать на кафедре почвоведения и агрохимии, с которой была связана вся его трудовая деятельность.

Приобретенный опыт научной и общественной работы пригодился Петру Семёновичу в его деятельности в Красноярском сельскохозяйственном институте. Ведь становление и формирование кафедры почвоведения и агрохимии происходило при его непосредственном участии и руководстве. Более 30 лет Пётр Семёнович Бугаков заведовал этой кафедрой. Проработав в атмосфере творчества столичной школы почвоведов, он устремил свои усилия на создание педагогического и научного коллектива кафедры. Потребовались годы напряженного труда, насыщенные поиском методических приёмов обучения студентов, подготовкой учебной и научной литературы, организацией полевых экспедиций и учебных практик, чтобы сформировался коллектив преподавателей-единомышленников.

С появлением кафедры почвоведения и агрохимии в Красноярском сельскохозяйственном институте начинается новый этап в истории изучения почв и

почвенного покрова Красноярского края. П.С. Бугаков организовал экспедиции по изучению почв земледельческой зоны Красноярского края, сбору почвенных монолитов и коллекций морфологических признаков почв. Всё это явилось основой для хорошей организации учебного процесса на кафедре.

В деятельности П.С. Бугакова 60-80-е годы были особенно продуктивными. Идея, заложенная им в тематику исследований кафедры, была основана на специфичности почвообразования в сибирском регионе. Он признавал ценность и значимость материалов, характеризующих режимы почвенных процессов в условиях глубокого и продолжительного промерзания. С появлением первых аспирантов на кафедре (Л.С. Шугалей, Э.П. Попова, Я.И. Лубите, А.А. Выручек, В.В. Чупрова) начинаются стационарные исследования водного режима, биологической активности почв, азотного, фосфорного и калийного питания растений, особенностей гумусного состояния и круговорота азота и зольных элементов в агрофитоценозах. Петра Семёновича волновали и другие проблемы почвоведения и агрохимии, что отразилось в научных трудах его аспирантов следующего поколения. Под его руководством стали обобщаться исследования в монографиях, статьях, в том числе и в центральных изданиях. В итоге он подготовил более 15 кандидатов наук и в 1972 году стал первым из красноярских почвоведов доктором наук, защитив диссертацию «Исследования режимов лесостепных почв Красноярского края».

Профессор П.С. Бугаков – признанный лидер почвенно-агрохимической науки. За 45 лет работы в Красноярском государственном аграрном университете Пётр Семёнович опубликовал более 80 работ, в том числе около 30 в центральной печати. Особую значимость и ценность до настоящего времени представляют научные сборники и монографии, вышедшие под его научной редакцией. Масштабы деятельности профессора П.С. Бугакова не ограничивались только педагогической и научной деятельностью. В 1956 году он был одним из организаторов Красноярского отделения Всесоюзного общества почвоведов (ныне общество почвоведов им. В.В. Докучаева), председателем которого он был до 1989 года. Пётр Семёнович являлся участником 8 съездов общества почвоведов, с 1977 по 1989 гг. – членом Центрального Совета Всесоюзного общества почвоведов, членом трёх диссертационных советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций.

Пётр Семёнович Бугаков выделялся организаторскими способностями, колоссальной работоспособностью, тактичностью, прогрессивными взглядами и принципиальностью. Его отличала интеллигентность и широкая образованность, что определило высочайший авторитет среди коллег, научной молодежи и студентов.

*Д.б.н., профессор кафедры почвоведения и агрохимии
Красноярского государственного аграрного университета, Председатель
Красноярского отделения общества почвоведов
Н.Л. Кураченко*

Литература:

1. Очерки о П.С. Бугакове: [статьи об основателе школы сибирского агропочвоведения Петре Семеновиче Бугакове] // Почвы Сибири: особенности функционирования и использования: сборник научных статей, посвященный памяти известного сибирского почвоведов, доктора сельскохозяйственных наук, профессора П. С. Бугакова / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Краснояр. гос. аграр. ун-т, Краснояр. отд-ние Докучаев. об-ва почвоведов РАН. - Красноярск: КрасГАУ, 2012. - Вып. 4. - С. 136-141.
2. Петр Семенович Бугаков: к 70-летию со дня рождения. - Текст: непосредственный // Почвоведение. - 1992. - № 7. - С. 170-171.



П.С. Бугаков, студент сельскохозяйственной академии, 1948 г.



С будущей женой, учхоз Дубки, 1949г.



Обсуждение почвенного разреза на практике со студентами
(П.С. Бугаков на первом плане)



П.С. Бугаков с аспирантами на съезде почвоведов, Минск, 1978г.



П.С. Бугаков на занятиях по минералогии, 1996 г.



П.С. Бугаков с сотрудниками кафедры почвоведения, 1994г.

**Секция 1. САМОБЫТНОСТЬ ПОЧВ СИБИРИ: ГЕНЕЗИС,
СВОЙСТВА, ОЦЕНКА ПОЧВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА.**

УДК 631.4(092)

О ПРОФЕССОРЕ П.С. БУГАКОВЕ, С БЛАГОДАРНОСТЬЮ

Шпедт Александр Артурович, д.с.-х.н., доцент
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный
центр Сибирского отделения Российской академии наук»,
Красноярск, Россия
shpedtaleksandr@rambler.ru

*В статье представлены воспоминания об ученом-почвовед-е, профессоре
Бугакове Петре Семеновиче – основателе школы агропочвоведения в
Красноярском крае. Приводится краткая характеристика ряда его работ.*

*Ключевые слова: почвоведение, история почвоведения, почвы
Красноярского края, преподавание почвоведения.*

ABOUT PROFESSOR BUGAKOV P.S., WITH GRATITUDE!

Shpedt Alexander Arturovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center of SB RAS»,
Krasnoyarsk, Russia
shpedtaleksandr@rambler.ru

*The article presents memories about a soil scientist, Professor Petr
Semenovich Bugakov, the founder of the school of agricultural soil science in the
Krasnoyarsk Territory. A brief description of a number of his works is given.*

*Keywords: soil science, history of soil science, soils of the Krasnoyarsk
Territory, teaching of soil science.*

Вспоминая Петра Семеновича всегда хочется использовать слова только в превосходной степени - интеллигентный, трудолюбивый, глубоко порядочный, принципиальный, внимательный, доброжелательный, скромный и еще целый ряд положительных характеристик можно к нему отнести. Но самые верные слова, которые могут его охарактеризовать это талантливый ученый и педагог. Здесь его талант раскрылся наиболее полно: создана красноярская школа агропочвоведов-агрохимиков; поддержал преподавателей – сотрудников Красноярского аграрного университета, стал для них непререкаемым авторитетом, а также для своих учеников, в том числе, и, для меня.

Под руководством Петра Семеновича мне посчастливилось участвовать в почвенном обследовании десяти реперных участков, заложенных в учхозе «Миндерлинское» по заказу краевого Комитета по земельным ресурсам и землеустройству, в рамках хоздоговорной тематики. Петр Семенович

прекрасно разбирался в почвенной классификации и диагностике почв, описании почвенных разрезов, причем он делал это методично, скрупулезно, заинтересованно. Описание и диагностика почв не были для него скучным, рутинным делом, наоборот это был важный, интересный и даже, захватывающий процесс, с описанием почвенных горизонтов, их диагностикой, отбором образцов и воспоминаниями, о предыдущих почвенных обследованиях, о почвоведех их выполнявших. Каждый, кто с ним работал в поле получал опыт почвоведческой работы, сведения по истории почвоведения, о людях, когда-то изучавших красноярские почвы, а также энциклопедические знания, и просто ряд интересных фактов.

После окончания университета в 1992 г. я стал работать на кафедре почвоведения, в должности стажера-исследователя, что предполагало и преподавание небольшого количества часов по дисциплине «почвоведение». Ранее, вернувшись в университет после службы в рядах СА, я слушал лекционный курс почвоведения, который читал Петр Семенович. Его строгая, методичная манера преподавания, стиль, презентация значительного объема материалов на самом современном уровне, сильно выделялись среди других преподавателей. Теперь довелось преподавать мне, а это, поначалу, было волнительно, требовало много времени на подготовку, так как никаких наработок, за исключением учебных лекционных конспектов, у меня не было. Моя задача заключалась в проведении лабораторно-практических занятий по почвоведению. Прежде всего я побывал на занятиях, которые вел Петр Семенович, Валентина Владимировна Чупрова, Эльвира Карловна Низких, теперь уже не ради знаний по дисциплине, а для приобретения педагогического опыта! Только после этого стал вести занятия сам! Петр Семенович несколько раз был на моих «практиках», причем каждый раз, от начала и до конца, внимательно наблюдал за происходящим, а после методично со мной обсуждал занятие: задавал вопросы, советовал, как лучше провести занятия. Общий смысл этого действия заключался в том, чтобы занятие прошло с максимальной пользой для студентов и для меня, как преподавателя, чтобы не одна минута не была потеряна зря. Он также обращал внимание на подготовку плана занятия, его обдумывание, заполнение журнала, проверку выполняемых студентами заданий, контроль записей в конспектах и еще много различных мелочей, которые кажутся малозначительными, но которые, как раз и обеспечивают качество учебного процесса, и в целом, образования.

Летом во время учебной полевой практики по почвоведению он также сопровождал меня и группу студентов в нескольких традиционных почвоведческих маршрутах, например, в Погорельский бор. Здесь также все организовывалось, привязывалось, описывалось, отбиралось, документировалось, контролировалось... Мне повезло! У меня была эта школа!

Петр Семенович читал и правил мои научные рукописи, причем делал это добросовестно, скрупулезно, не жалея сил и времени. Он редко вмешивался в содержательную часть работы, но редакторская правка, замечания к стилю написанного, оценка качества проработки материала были для меня важны и позже очень пригодились. Это была помощь, которую трудно переоценить.

После защиты мною кандидатской диссертации Петр Семенович в разговоре порекомендовал «не терять время», а сразу приступить к подготовке докторской и предложил несколько научных тематик. Например, он считал, что следует заняться определением скорости почвообразования или установлением причин, почему среди красноярских черноземов не выделяется подтип типичных черноземов, хотя в Европейской части России они выделяются. Он также считал нужным изучать мерзлотные процессы и определить границы вечной мерзлоты на территории Красноярского края. При этом он говорил, что «нельзя распыляться». Время было «перестроечное», а соблазны поменять сферу деятельности были почти у всех молодых людей, занимающихся научной работой. Многие, так и поступили. Предложенные Петром Семеновичем научные направления исследований мне были интересны, но как их реализовать в университете, где на первом месте находится учебный процесс, и довести эти исследования до уровня докторской диссертации, оставалось непонятным.

В 1997 г. в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН в Новосибирске, где Петр Семенович был членом диссертационного совета, защитил докторскую диссертацию по специальности «почвоведение» И.Н. Шарков. Иван Николаевич считал [5], что «за счет растительных остатков зерновых культур в длительно используемых в пашне выщелоченных черноземах возможно поддержание равновесного уровня содержания гумуса в пределах 5-6%, что значительно превышает критический уровень, составляющий меньше 4%» и далее «Без применения «мелиоративных» доз навоза или торфа потери гумуса в процессе освоения черноземных почв являются объективно неизбежными и невосполнимыми». В то время такой подход к оценке органического вещества почвы звучал новаторски, подталкивал по-новому оценить источники органики и почвенное плодородие. Профессор Бугаков П.С. присутствовал и голосовал на защите диссертации Ивана Николаевича, а затем, вернувшись в Красноярск, передал мне свой экземпляр автореферата докторской Шаркова Н.И. Автореферат «Минерализация и баланс органического вещества в почвах агроценозов Западной Сибири» стал, на несколько лет, для меня путеводителем в сложном мире органического вещества почв, определившем направление моей дальнейшей научной работы.

Результатом работы в этом направлении стали градации по органическому веществу и степени выпахивания красноярских агрочерноземов. Установлено [7], что связи между содержанием в почве гумуса, лабильных его форм и урожайностью зерновых культур характеризуются как прямые и средние, причем связь имеет место только при достаточно низких значениях содержания гумуса (2,1-5,1%) и лабильных гумусовых веществ (90-393, мг С/100 г почвы). На агрочерноземах, среднесуглинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава применительно к зерновым культурам было предложено использовать следующие оценочные градации: по содержанию гумуса (%) – <2,0 – очень низкое, 2,0-3,0 – низкое, 3,0-4,0 – среднее, 4,0-5,0 – высокое, >5,0 – очень высокое; по содержанию лабильных гумусовых веществ (мг С/100 г почвы) – <100 – очень низкое, 100-200 – низкое, 200-300 – среднее,

300-400 – высокое, >400 – очень высокое. Для оценки содержания лабильного органического вещества (ЛОВ) пахотных почв разработана [6] градация (%): <0,30 – очень низкое, 0,31–0,60 – низкое, 0,61–0,90 – среднее, 0,91–1,20 – повышенное, 1,21–1,50 – высокое, >1,51 – очень высокое, а для оценки степени выпаханности почв пашни - использовать величину доли содержания ЛОВ в органическом веществе почвы (%). Применительно к пахотным почвам появилась градация (балл): <3,0 – очень слабая, 3,1–6,0 – слабая, 6,1–9,0 – средняя, 9,1–12,0 – сильная, >12,1 – очень сильная.

Фундаментальной научной работой Петра Семеновича, его учеников и коллег, является глава в монографии [1] «Красноярская и Ачинско-Боготольская лесостепи», где дано подробное описание и агрохимическая характеристика почв, их азотный режим и биологическая активность. В монографии приводится детальная характеристика почв научного стационара в учебном хозяйстве «Миндерлинское», а также результаты полевых опытов зональной агрохимической лаборатории с минеральными удобрениями.

На сегодняшний день существует достаточно обширная литература о почвах Красноярского края, разного объема, постановкой проблем, с той или иной степенью их детализации, уровнем решений, но, наверное, самой первой, попадающей в руки студентов-почвоведов, наиболее популярной и широко цитируемой, остается монография «Почвы Красноярского края» [2] под авторством П.С. Бугакова, С.М. Горбачевой и В.В. Чупровой, изданной в 1981 г. в Красноярске. Мое знакомство с почвоведением началось с этой книги.

Петр Семенович ничего не упускал из виду, прекрасно знал ученых-почвоведов прошлого и историю почвоведения. В своих работах он часто ссылается на дореволюционные работы Благовещенского Н.В., Прасолова Л.И., Емельянова И.И., Никифорова К.К., и др. Одна из таких ссылок на объемную работу под редакцией М.М. Дубенского, изданную в 1894 г., подтолкнула меня к изучению «Материалов по исследованию землепользования... [4], где наиболее интересными и ценными являются разделы с такими названиями: Характеристика способов местного исследования почв; Главнейшие почвенные типы: 1) черные крепкие почвы, 2) суглинки, 3) черные слабые, 4) супеси, 5) солонечные почвы; Исследование урожайности в зависимости от почв. В этой публикации приводится первая местная бонитировочная шкала почв. На основе этого материала, мною, и Граниной Н.И. была подготовлена статья «Первое обобщенное исследование почв Енисейской губернии» [8], где обращено внимание на качество выполненных работ учеными-статистиками.

Следующая работа Петра Семеновича, на которую мне хочется обратить внимание, это брошюра в виде очерка «Об истории и современном изучении почв Красноярского края» [3]. Он подписал ее для меня, такими словами: «Александру Артуровичу – участнику описываемых событий. От автора, май 1998». В ноябре 2017 г. я участвовал в научной конференции «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения» в Пушкино, которую организовал известный почвовед, специалист по черноземам и истории почвоведения Игорь Васильевич Иванов. Прочитав очерк И.В. Иванов высказался о его авторе: «Какой умный человек!». В этой работе Петр

Семенович четко определил свое отношение к происходящим в нашей стране событиям, состоянию науки и образования. Вот несколько моментов: «Усиление процессов деградации аграрной науки беспокоит и тревожит всех, кто еще не расстался с этой отраслью труда. Когда-то крупные коллективы исследователей выглядят лишь небольшими оазисами среди безбрежного хаоса и безразличия к судьбе важной отрасли науки. А оставшиеся островки очагов этого рода деятельности с малочисленным персоналом одержимых натур трудятся с возрастающей разобщенностью. Следует признать, что в такой обстановке научная деятельность страдает, ибо удельная изолированность не допускает борьбы мнений, держит в туне полезный опыт, становится рассадником научной некорректности, прикрываемой, порой так называемой коммерческой тайной и другими атрибутами жульнического рынка». Очерк завершается беспокойством за судьбу нашей науки: «Знакомясь с результатами исследований почв края, нельзя не обратить внимание на оценку возможностей коллективов исследователей. А они явно малоудовлетворительны и движутся по наклонной вниз. И если ничего обнадеживающего не произойдет, то в будущем придется довольствоваться только информацией далекого прошлого».

Бугаков П.С. много сделал для организации, функционирования, сохранения уровня сельскохозяйственного образования и науки, прежде всего, для почвоведения. Огромный опыт и знания он передал свои ученикам!

Литература:

1. Агрохимическая характеристика почв СССР (Средняя Сибирь). – М., 1971. – 179 с.
2. Бугаков П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. – Красноярск, 1981. – 128 с.
3. Бугаков П.С. Об истории и современном изучении почв Красноярского края. – Красноярск, 1998. 66 с.
4. Материалы по исследованию землепользования и хозяйственного быта сельского населения Иркутской и Енисейской губернии. – Т. 4. Енисейская губерния, вып. 6: Исследование доходности земельных угодий / сост. М.М. Дубенский. – Иркутск: Типография Штаба Иркутского военного округа, 1893. – 182 с.
5. Шарков И.Н. Минерализация и баланс органического вещества в почвах агроценозов Западной Сибири: автореф. дис. ... доктора биол. наук. – Новосибирск, 1997. – 37 с.
6. Шпедт А.А., Вергейчик П.В., Картавых В.В. Оценка легкоразлагаемого органического вещества почв сельскохозяйственных угодий Красноярского края // Агрохимия. – 2015. – №12. – С. 36-43.
7. Шпедт А.А. Влияние гумусовых веществ черноземов Красноярского края на продуктивность зерновых культур // Агрохимия. – 2016. – №2. – С.3-9.
8. Шпедт А.А., Гранина Н.И. Первое обобщенное исследование почв Енисейской губернии // Материалы 3 Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения / Товарищество научных изданий КМК. – Пушкино, 2017. – С. 246-249.

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КИСЛОТНОСТИ,
СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ОБМЕННОГО
КАЛЬЦИЯ В ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ МЕСТНОСТИ**

Гопп Наталья Владимировна, канд. биол. наук
ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия,
gopp@issa-siberia.ru

Изучены географические закономерности пространственной изменчивости кислотности, содержания органического углерода и обменного кальция в верхнем горизонте почв Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции (юго-восток Западной Сибири) в зависимости от высоты местности. Анализ полученных данных позволил выявить тенденцию увеличения значений изучаемых свойств почв с северо-востока на юго-запад исследуемой территории. Противоположная тенденция была отмечена для высоты местности.

Ключевые слова: база данных, чернозем, темно-серая лесная почва, рельеф.

**SPATIAL VARIABILITY OF ACIDITY, CONTENT OF SOIL ORGANIC
CARBON AND EXCHANGEABLE CALCIUM IN THE SOILS OF THE
SOUTH-EAST OF WEST SIBERIA, DEPENDING ON THE ALTITUDE**

Gopp Natalya Vladimirovna, kand. biol. sciences
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
gopp@issa-siberia.ru

Geographical patterns of spatial variability of soil acidity, content of soil organic carbon and exchangeable calcium in the upper soil horizon of the Kuznetsk-Salair geomorphological province (south-east of West Siberia), depending on the altitude of the relief, have been studied. The analysis of the data obtained revealed a tendency to increase the studied soil properties from the northeast to the southwest of the study area. The opposite trend was noted for the altitude of the relief.

Keywords: database, chernozem, dark gray forest soil, relief.

Такие свойства почвы, как pH, содержание органического углерода ($C_{орг}$) и обменного кальция ($Ca_{обм}$), являются одними из наиболее важных, поскольку наряду с азотом, фосфором и калием, определяют уровень плодородия почвы и оказывают значительное влияние на рост растений и почвенных микроорганизмов, биоразнообразие почвы, структуру, химические и биогеохимические процессы, тем самым влияя на круговорот питательных веществ и общие экосистемные услуги [7, 8, 9, 10]. На пространственную изменчивость pH, $C_{орг}$ и $Ca_{обм}$ влияют многие факторы, которые можно разделить на природные и антропогенные. Природные факторы включают

разнообразии состава и свойств почвообразующих пород, климатические особенности, глубину грунтовых вод, факторы окружающей среды, контролируемые топографией, а также сукцессии растений, которые существовали на протяжении всего периода почвообразования, и их органические остатки [2, 3]. Хорошо известные антропогенные факторы, оказывающие прямое и косвенное влияние на изменчивость свойств почвы, включают вспашку и внесение минеральных и органических удобрений [6].

Для оценки пространственной изменчивости pH , $C_{орг}$ и $Ca_{обм}$ в верхнем горизонте почвы на протяжении 200-метрового градиента высоты (от 120 до 320 м) была создана почвенно-геоморфологическая база данных Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции на основе архивных данных проектного института по землеустройству «ЗАПСИБГИПРОЗЕМ» (1984-1990 гг.). В общей сложности в базе данных содержится морфологическое описание и лабораторно-аналитические данные 259 профилей почв. Данные о свойствах почвы, характеризующих пахотный горизонт (для пахотных почв) и гумусовые горизонты (для почв естественных ландшафтов, пастбищ и сенокосов), были использованы для составления диаграмм и карт свойств почв. Средняя мощность пахотного горизонта на разных типах пахотных почв составляла 30 см с отклонением ± 5 см. Мощность гумусового горизонта в почвах естественных ландшафтов (пастбища, сенокосы) составляла преимущественно 20 ± 3 см для серых лесных почв и 30 ± 5 см для черноземов. Название горизонтов у почв пахотных и естественных сельскохозяйственных угодий разное, поэтому далее по тексту использовался обобщающий термин «верхний горизонт».

Преобладающая часть почв (черноземы, темно-серые лесные, серые и светло-серые лесные почвы) сформировалась на лёссовидных карбонатных суглинках. На оглеенных лёссовидных суглинках сформировались лугово-черноземные и луговые почвы, на аллювиальных отложениях рек (супесях и песках) – аллювиальные луговые почвы. Гранулометрический состав почвообразующих пород и почв в основном представлен средними и тяжелыми суглинками (илогато-пылеватыми). Названия таксономических единиц почв приведены по Классификации и диагностике почв Советского Союза (1977) [4]. Содержание органического углерода в почвенных образцах определено методом мокрого сжигания по Тюрину, $Ca_{обм}$ – по Шолленбергеру (1 М раствор NH_4OAc в качестве экстрагента), реакция среды солевой вытяжки почвы (1 М раствор KCl в качестве экстрагента) – с помощью pH -метра при соотношении почва:вода (1:2,5) [1]. Градации по степени кислотности почв, определяемой в солевой вытяжке: менее 4 – очень сильнокислые; 4,1-4,5 – сильнокислые; 4,6-5,0 – среднекислые; 5,1-5,5 – слабокислые; 5,6-6,0 – близкие к нейтральным; более 6,0 – нейтральные [5].

Данные об абсолютной высоте местности были извлечены из цифровой модели высот SRTM v.3 (Shuttle Radar Topography Mission), имеющую разрешение на широте Новосибирской области $2'' \times 1''$ угловых секунд, что при выражении в метрах составляет 35×30 .

Анализ карты высот показал, что наибольшие значения характерны для северной и восточной частей исследуемой территории. Почвы на высотах 240-260 и 280-300 м характеризовались меньшим содержанием $C_{орг}$ по сравнению с почвами высотных ступеней 160-180 и 180-200 м (рис. 1). Анализ диаграмм показал меньшие значения рН почв, расположенных на высотах 240-260 и 280-300 м, по сравнению с почвами пониженных высотных ступеней (120-140, 140-160, 160-180, 180-200, 200-220 м).

Более низкие значения рН в почвах повышенных высотных ступеней, вероятно, связаны с вымыванием обменных оснований талой водой в пониженные геоморфологические позиции. Замещение катиона водорода в почвенно-поглощающем комплексе на обменные основания способствовало смещению реакции среды до близкой к нейтральной и нейтральной в почвах пониженных высотных ступеней. Визуально по диаграммам прослеживается тенденция увеличения $Ca_{обм}$ в почвах пониженных высотных ступеней, однако, статистически значимые различия установлены в единичных случаях (рис. 1). Ранжирование свойств почв по диапазонам высот позволило выявить специфические особенности их пространственной изменчивости, характерные для изучаемой территории.

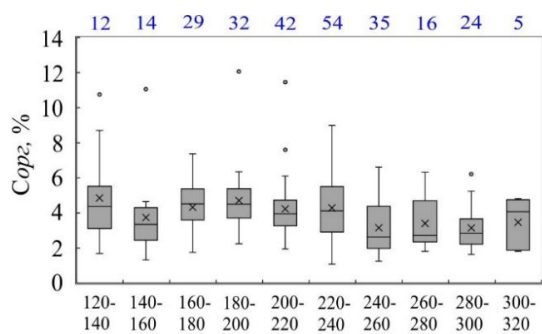
Корреляционный анализ Спирмена показал, что $C_{орг}$ положительно коррелировал с рН ($r_s=0,54$) и содержанием обменного кальция ($r_s=0,51$). $C_{орг}$, рН и $Ca_{обм}$ отрицательно коррелировали с высотой (-0,23; -0,43; -0,21), однако эти коэффициенты корреляции не высокие.

Составленные цифровые карты позволили выявить тенденцию увеличения значений изучаемых свойств почв с северо-востока на юго-запад исследуемой территории. Для высоты местности была характерна противоположная тенденция.

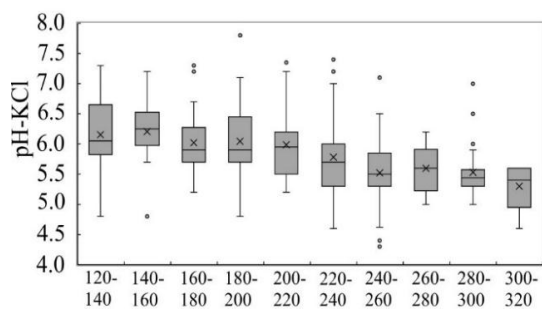
Примечание: количество образцов почв указано вверху над диаграммами размаха; таблицы статистических сравнений (расположены в правой части рисунка) показывают уровень значимости, при котором различия между выборками значимы по результатам сравнения методом Краскала-Уоллиса с поправкой Хольма на множественные сравнения; крестики указывают на незначимые отличия.

Таким образом, геопространственный анализ с использованием созданной базы данных позволил выявить географические закономерности пространственной изменчивости рН, содержания органического углерода и обменного кальция в почвах Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции.

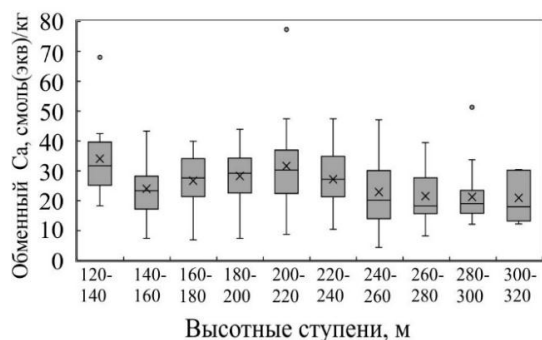
Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.



Высотные ступени, м	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320
120-140	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
140-160	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x
160-180	x	x	-	x	x	x	0.04	x	x	x
180-200	x	x	x	-	x	x	0.002	x	0.009	x
200-220	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
220-240	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
240-260	x	x	0.04	0.002	x	x	-	x	x	x
260-280	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x
280-300	x	x	x	0.009	x	x	x	x	-	x
300-320	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-



Высотные ступени, м	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320
120-140	-	x	x	x	x	x	0.02	x	0.01	x
140-160	x	-	x	x	x	x	0.002	x	0.001	0.05
160-180	x	x	-	x	x	x	0.02	x	0.01	x
180-200	x	x	x	-	x	x	0.02	x	0.01	x
200-220	x	x	x	x	-	x	0.01	x	0.009	x
220-240	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
240-260	0.02	0.002	0.02	0.02	0.01	x	-	x	x	x
260-280	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x
280-300	0.01	0.001	0.01	0.01	0.009	x	x	x	-	x
300-320	x	0.05	x	x	x	x	x	x	x	-



Высотные ступени, м	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320
120-140	-	x	x	x	x	x	x	x	0.02	x
140-160	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x
160-180	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x
180-200	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x
200-220	x	x	x	x	-	x	0.02	x	0.002	x
220-240	x	x	x	x	-	x	-	x	x	x
240-260	x	x	x	x	0.02	x	-	x	x	x
260-280	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x
280-300	0.02	x	x	x	0.002	x	x	x	-	x
300-320	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-

× среднее; — медиана; межквартильный размах (25%-75%); I диапазон без выбросов; * выбросы (экстремальные значения)

Рисунок 1 – Варьирование pH, содержания $C_{орг}$ и $Ca_{обм}$ в верхнем горизонте почв различных высотных ступеней.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Докучаев В.В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественно-историческая часть. Отчет Нижегородскому губернскому земству. Вып. 1: Главные моменты в истории оценок земель Европейской России, с классификацией русских почв. – СПб.: Тип. Евдокимова, 1886. – 391 с.
3. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. – Л.: Недра, 1984. – 208 с.
4. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
6. Blair N., Faulkner R.D., Till A.R., Korschens M., Schulz E. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part II. Bad Lauchstadt static and extreme FYM experiments // Soil and Tillage Research, 2006. – Vol. 91. – pp. 39–47.

7. Cao L.H., Zhao S.W., Progress of study on factors of affecting the SOC pool and measures for its regulating and controlling // Journal of Northwest Agriculture and Forestry University (Nat. Sci. Ed.), 2007. – Vol. 35 (3). – pp. 177–182.
8. Ogle S.M., Paustian K. Soil organic carbon as an indicator of environmental quality at the national scale: inventory monitoring methods and policy relevance // Canadian Journal of Soil Science, 2005. – Vol. 85. – pp. 531–540
9. Seguel A., Cumming J.R., Klugh-Stewart K., Cornejo P., Borie F. The Role of arbuscular mycorrhizas in decreasing aluminium phytotoxicity in acidic soils: A review // Mycorrhiza, 2013. – Vol. 23(3). – pp. 167–183.
10. Sokolova, T.A., Tolpeshta, I.I., Danilin, I.V., Izosimova, Yu.G., Chalova, T.S., Acid-base characteristics and clay mineralogy in the rhizospheres of norway maple and common spruce and in the bulk mass of podzolic soil // Eurasian Soil Science, 2019. – Vol. 52(6). – pp. 707–717.

УДК 631.48(571)

ПОЧВЫ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ: ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА, СВОЙСТВ, ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Козлова Алла Афонасьевна, докт. биол. наук, доцент, профессор
Людвиг Ульяна Ивановна, магистр 2-го года обучения направления подготовки
«Почвоведение»

Николаев Аркадий Валерьевич, магистр 1-го года обучения направления
подготовки «Почвоведение»

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
allak2008@mail.ru

Статья посвящена изучению почвенного покрова, сложной историей его развития и современными особенностями, влияющих на специфику почвообразования, разнообразие и пространственное распределение почв.

Ключевые слова: разнообразие почвенного покрова, специфика почвообразования, пространственное распределение почв

SOILS OF SOUTHERN BAIKALIA: FEATURES OF GENESIS, PROPERTIES, SPATIAL DISTRIBUTION

Kozlova Alla Afonasiyevna, Dr. biol. Sciences, Associate Professor
Ludvig Ulyana Ivanovna, master of the 2nd year of study in the field of study "Soil
Science"

Nikolaev Arkady Valerievich, master of the 1st year of study in the field of study
"Soil Science"

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia
allak2008@mail.ru

The article is devoted to the study of the soil cover, the complex history of its development and modern features that affect the specifics of soil formation, diversity and spatial distribution of soils.

Keywords: diversity of soil cover, specificity of soil formation, spatial distribution of soils

Южное Предбайкалье – уникальный регион Евразии, находится в глубине Евразийского континента и занимает юго-восточную равнинную часть Среднесибирского плоскогорья южной окраины Сибирской докембрийской платформы. Территория включает Иркутско-Черемховскую равнину и южную часть Предбайкальской впадины, представляющие собой краевые прогибы Сибирской платформы, а также Приольхонское плато – тектонический блок, зажатый между Прибайкальским хребтом и Байкальской впадиной [1].

В геологическом отношении Южное Предбайкалье является платформой с докембрийским кристаллическим фундаментом, перекрытый мощным чехлом палеозойских и местами мезозойских отложений. Иркутско-Черемховская равнина сложена преимущественно юрскими песчано-глинистыми отложениями, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами, углистыми сланцами с прослойками углей, перекрытыми мощными четвертичными отложениями. Они сравнительно легко разрушаются, что придает мягкие очертания рельефу, обуславливает формирование широких речных долин. Широкой полосой к юрским отложениям с севера и востока прилегают песчано-мергельные породы нижнего и верхнего кембрия. Наиболее развитые в Предсаянье и в Прибайкалье они выполнены известняками и доломитами. В Приольхонье распространены протерозойские отложения – песчаники, алевролиты, различные сланцы, гнейсы и туфы [3].

Основной закономерностью пространственной дифференциации растительного покрова Южного Предбайкалья является высотная (вертикальная) поясность. Наблюдается совместное проявление котловинного эффекта и предгорной (аридно-теневого) зональности, с чем связано распространение подтаежных сосновых и лиственнично-сосновых бруснично-травяных и разнотравных лесов в пределах крупных отрицательных морфоструктур Иркутско-Черемховской равнины и в южной части Предбайкальской впадины. На нижней ступени вертикальной поясности с широкими речными террасами и пологими южными склонами располагаются островные степи [1], представленные южносибирскими формациями разнотравно-злаковых и злаковых степей, а в Приольхонье (Тажеранская степь) – сухими степями [4].

Территория характеризуется неоднородным климатом: подтайга и лесостепь находятся под влиянием оптимально влажного климата с умеренно теплым летом, умеренно суровой и малоснежной зимой, степь и сухая степь – недостаточно влажного с умеренно теплым летом, умеренно суровой и малоснежной зимой. Почвы региона находятся в мерзлом состоянии около 8 месяцев, начало промерзания в 20-х числах октября, а оттаивание – в конце апреля. Глубина промерзания почв под лесом составляет 2-2,5 м, в степях и агроландшафтах – 3,5 м [3]. Своеобразие механизмов местной циркуляции воздуха связано с горным характером рельефа, проявлением вертикальной поясности, котловинного эффекта и аридно-теневого зональности. Общая

ориентация макросклонов хребтов на запад (северо-запад) и на восток (юго-восток), господствующий западный перенос воздушных масс усиливают роль экспозиционного фактора. Различия в количестве осадков усиливают тепловую дифференциацию склонов: на северных склонах их выпадает больше, чем южных [5].

С палеогеографической точки зрения Южное Предбайкалье представляет ареал контактов тайги и степи. Смещения их зональных границ сопровождались расширением и сокращением ледниковых покровов [2]. Это нашло свое отражение в разной скорости изменения растительного и почвенного покрова, большой инерционности последнего. Региональной спецификой, является низкий энергетический уровень почвообразования.

На вершинах водоразделов, занятых подтайгой расположены дерново-подзолистые почвы (AY-EL-BEL-BT-C), буроземы оподзоленные (AYe-BM-C), буроземы остаточного-карбонатные (AYca-BMca-Cca), а также дерново-буро-подзолистыми почвами (AY-BEL-BT-Cca) лесостепи. Средние и нижние части склонов с лесостепью занимают серые типичные (AY-AEL-BEL-BT-Cca) и серые метаморфические почвы (AY-AEL-BM-Cca), черноземы глинисто-иллювиальные (AU-BI-Cca). На террасах рек располагаются черноземы дисперсно-карбонатные (AU-BCA-Cca) и каштановые почвы (AJ-BMK-CAT-Cca) степи и сухой степь. Экспозиция склонов также оказала заметное влияние на мезоуровень пространственного распределения почв. Так, наветренные северо-западные склоны принимают большее количество осадков и заняты дерново-подзолистыми, дерново-буро-подзолистыми, серыми типичными почвами и черноземами глинисто-иллювиальными. Подветренные юго-восточные склоны менее увлажнены, их занимают буроземы оподзоленные, серые метаморфические почвы, черноземы дисперсно-карбонатные и каштановые почвы [3].

Региональной особенностью исследуемых почв является длительное нахождение их в мерзлом состоянии, что способствует уменьшению химического стока, снижению растворимости многих элементов, обогащению их легко- и труднорастворимыми солями; стало причиной слабокислой, нейтральной или слабощелочной реакции среды, повышенного содержания гумуса, обменных оснований, заторможенности процессов выветривания и почвообразования, снижению биологической активности почв, разложения органического вещества.

В целом, самобытное сочетание современных факторов почвообразования (совместное проявление котловинного эффекта, высотной (вертикальной) поясности, предгорной (аридно-теневого) зональности) и палеогеографических (перигляциальных) условий способствовало развитию резкоконтрастных ландшафтов и широкому разнообразию почв. За счет низкой тепло- и влагообеспеченности почвы региона обладают маломощным гумусовым горизонтом и имеют слабую устойчивость к агрогенному воздействию.

Литература:

1. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М.; Иркутск, 2004. – 90 с.
2. Белов А.В., Безрукова Е.В., Соколова Л.П., Абзаева А.А., Летунова П.П., Фишер Е.Э., Орлова Л.А. Растительность Прибайкалья как индикаторы глобальных и региональных изменений природных условий Северной Азии в позднем кайнозое // География и природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 5-18.
3. Козлова А.А. Разнообразие почв Южного Предбайкалья в условиях палеокриогенного микрорельефа, их трансформация при агропедогенезе // Автореф. дисс... докт. биол. наук: 03.02.13. – Иркутск, 2021. – 44 с.
4. Коновалова Т.И. Ландшафты. Физико-географическое районирование // Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2017. – С. 84-89.
5. Кузьмин В.А. Опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири // География и природные ресурсы. – 2007. – №3. – С. 197-205.

УДК 631.48

СПЕЦИФИКА СИБИРСКИХ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ПОРОДАХ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Каллас Елена Витальевна, канд. биол. наук, доцент
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия
lkallas@sibmail.com

Исследованы черноземы на базальтовых туффитах. Показана их специфика по сравнению с почвами на других породах: большая мощность горизонта A+AB, более высокая аккумуляция гумуса, гуматов кальция и ГК в целом, снижение доли ФК, расширение $C_{гк}:C_{фк}$ до 2,5.

Ключевые слова: черноземы на туффитах, содержание гумуса, доли гуминовых и фульвокислот, гуматы кальция.

THE SPECIFICS OF SIBERIAN CHERNOZEMS ON ROCKS OF VOLCANIC GENESIS

Kallas Elena Vitalievna, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia
lkallas@sibmail.com

Chernozems on basalt tuffites have been studied. Their specificity in comparison with soils on other rocks is shown: a large thickness of the A+AB horizon, a higher accumulation of humus, calcium humates and HA in general, a decrease in the proportion of FA, an expansion of $C_{ha}:S_{fa}$ up to 2.5.

Keywords: chernozems on tuffites, humus content, humic and fulvic acid fractions, calcium humates.

Черноземы, признанные царем почв, всегда привлекали внимание исследователей и, несмотря на огромный материал, полученный за многолетнюю историю их изучения, до сих пор таят в себе загадки и тайны. Черноземы Сибири, развиваясь в центре Азиатского материка в условиях высокой континентальности климата на материнских породах различного происхождения, характеризуются уникальностью и самобытностью. Свойства их, степень плодородия могут существенно варьировать на региональном и местном уровнях. В Сибири они не имеют сплошного широтного распространения, но довольно крупные их ареалы выделяются в островных степных ландшафтах на Алтае, в Кузнецкой, Минусинской котловинах и на других территориях.

Цель настоящей работы – выявление специфики черноземов, развитых на продуктах выветривания пород вулканического происхождения.

Объектом исследования явились черноземы обыкновенные Чебаково-Балахтинской впадины (Минусинский межгорный прогиб), сформированные на склонах котловины озера Шунет (Хакасия) в толще вулканогенно-осадочных пород, представленных базальтовыми туффитами. Озерная котловина окружена куэстово-холмистыми грядами с абсолютными высотами более 550 м. В геологическом отношении территория приурочена к контакту сероцветной шунетской и красноцветной верхнематаракской толщ раннего девона [2]. Почвенный покров неоднородный. На склонах разных экспозиций сформированы черноземы южные и обыкновенные, сменяющиеся на вершинах куэст неполноразвитыми скелетными почвами. Вдоль береговой линии в условиях высокого гидроморфизма развиты засоленные луговые и лугово-болотные почвы, часто с погребенными торфяными горизонтами. Тип засоления гидроморфных почв преимущественно хлоридно-сульфатный.

Методы исследования. Для изучения физико-химических свойств и гранулометрического состава почв использовались общепринятые в почвоведении методы и методики. Фракционно-групповой состав гумуса определялся по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [3].

Результаты исследования и обсуждение. Исследованные черноземы обыкновенные развиты к юго-востоку от оз. Шунет в средней части пологого склона северо-западной экспозиции под разнотравно-злаковой растительностью (типчак, тонконог, зопник, лапчатка, шизонепета и др.). Морфологической особенностью черноземов, развитых на туффитах базальтовых, является значительная для почв данного региона мощность гумусового горизонта A+AB, достигающая 45 см и более, тогда как в аналогичных почвах на других породах, в частности элюво-делювии известняков бейской свиты, красноцветных девонских отложениях, песчаниках эолового происхождения, она не превышает 27-33 см [1]. В верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта выделяется плотная дернина, густо пронизанная корнями растений. Другая особенность

почв на туффитах – темная, почти черная, окраска горизонта А (в иных черноземах она серая с явным бурым оттенком). Еще одной специфической чертой морфологического облика исследованных почв является более глубокое положение границы вскипания от HCl , она проходит по отметке около 45 см, в большинстве же обыкновенных черноземов Хакасского региона при близком гранулометрическом составе (легко- и среднесуглинистом) карбонаты появляются выше – с 14-30-сантиметровой отметки.

Особенности черноземов, сформированных на туффитах, выражены не только в их морфологии, но и в химических и физико-химических свойствах, что обусловлено в первую очередь существенно более высокой аккумуляцией в них гумуса, содержание которого в горизонте А достигает 12% и более. В почвах на других породах этот показатель варьирует в пределах 6-8%, редко достигая 9-10%. Большая мощность горизонта А+АВ и обогащенность гумусовыми веществами свидетельствует об активно идущем гумусово-аккумулятивном процессе в почвах на вулканических породах, создающих благоприятные условия для произрастания травянистой и дерновинно-злаковой растительности и стимулирующих процессы синтеза и закрепления минеральной частью почвы гумусовых веществ.

Исследованные черноземы на туффитах выделяются из ряда аналогичных почв на других породах и по фракционно-групповому составу гумуса. При сохранении закономерности в отношении доли углерода гуминовых кислот (ГК) к углероду фульвокислот (ФК), характерном для всех почв черноземного типа (доминирование ГК), величина $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$ в почвах на вулканических породах заметно выше, превышает 2 единицы и достигает 2,5 в верхней части гумусового горизонта (резко гуматный тип гумуса), тогда как в почвах на других породах не превышает 1,44-1,91. Половина всех гумусовых веществ составляют гидролизуемую часть гумуса (ГК+ФК), на долю гумина приходится не более 50-54% от общего органического углерода ($C_{\text{общ}}$). В почвах на песчаниках, красноцветных, сероцветных и других породах этот показатель возрастает до 64% от $C_{\text{общ}}$. В среднем в групповом составе системы гумусовых веществ горизонта А черноземов на базальтовых туффитах относительное содержание ГК лежит в пределах 30-33%, доля ФК – 13-22%, в почвах же на иных породах – соответственно 20-27% и 16-30%. На фоне устойчивого доминирования в составе ГК гуматов кальция (фракция 2) во всех черноземах, что является диагностическим признаком данного типа почвообразования, доля этого компонента гумуса в почвах на туффитах в 1,5 раза выше (достигает 30% от $C_{\text{общ}}$), чем в аналогах на других породах (не более 20% от $C_{\text{общ}}$).

Обращает на себя внимание и тот факт, что процессы современного гумусообразования охватывают более значительную верхнюю толщу профиля (70 см) также в почвах на туффитах. Об этом свидетельствует наличие в этом слое новообразованных бурых ГК фракции 1, тогда как в других черноземах этот компонент гумуса не обнаруживается глубже 40-50 см [4].

В целом гуминовые кислоты участвуют в формировании системы гумусовых веществ во всей толще вскрытых на туффитах почв (до глубины 120

см), в черноземах же на иных породах – лишь в 60-80-сантиметровом слое, ниже которого ГК полностью отсутствуют.

Таким образом, в черноземах обыкновенных, развитых на базальтовых туффитах, отмечается сдвиг направленности гумусообразования в сторону повышения степени гуматности и активизация процессов современного синтеза и аккумуляции гумусовых кислот по сравнению с аналогичными почвами данного региона с иной литологической основой.

Высокая гумусированность объектов исследования обуславливает накопление оснований в почвенном поглощающем комплексе, где доля Ca^{2+} составляет 30-36 мг-экв/100 г и вместе с Mg^{2+} достигает 35-42 мг-экв/100 г почвы. Сравнение этих данных с материалами, характеризующими черноземы на других породах, указывает на более высокое (в 1,4-1,8 раза) содержание обменных катионов в почвах на породах вулканического происхождения, что, безусловно, связано с большим количеством органических коллоидов в форме гумусовых веществ.

Исследованные черноземы на туффитах имеют не только специфические черты, выделяющие их из ряда всех черноземов хакасских степей, но и общие с ними характеристики. Это касается соотношения фракций гранулометрического состава, реакции почвенного раствора, уровня аккумуляции карбонатов. Так, доля частиц физической глины в почвах на туффитах изменяется по профилю в пределах 21-34%, физического песка – 66-79% (на других породах – 20-37% и 63-80% соответственно). Во всех черноземах Чебаково-Балахтинской впадины, как правило, доминируют песчаные и крупно-пылеватые фракции, нижние горизонты отличаются выраженной скелетностью, доля тонкодисперсных механических элементов невысока (10-17%, редко выше), что связано с преимущественно физическими процессами выветривания пород и минералов в условиях сухого континентального климата, сопровождающимися дезинтеграцией горных пород.

Реакция почвенного раствора в черноземах на туффитах характеризуется величиной $\text{pH}_{\text{вод}}$, равной 7,10-7,53 в бескарбонатных горизонтах А и АВ и 8,10-8,75 в карбонатной толще. Аналогичная картина отмечается и в черноземах обыкновенных, развитых на красноцветных девонских отложениях, известняках бейской свиты, песчаниках. Нет существенных различий между почвами с разной литогенной основой и в уровне аккумуляции карбонатов и закономерностях распределения по профилю углекислых солей. Во всех черноземах на границе вскипания содержание их составляет 0,4-4,0%, увеличивается до 12-17% в иллювиально-карбонатном горизонте V_{Ca} и снижается к горизонту материнской породы до 4-8% [1, 4].

Заключение. Исследованные черноземы обыкновенные, развитые на базальтовых туффитах, имеют как черты сходства, так и специфические различия с аналогичными почвами, сформированными на других материнских породах. К первым относятся характеристики гранулометрического состава, реакция почвенного раствора, уровень аккумуляции и тип распределения карбонатов по профилю. Вторые выражаются в большей мощности гумусового

горизонта и темной его окраске, пониженной границе вскипания от HCl , более высокой активности гумусово-аккумулятивных процессов, сопровождающихся повышенным накоплением обменных оснований. В составе гумуса отмечается возрастание доли ГК (преимущественно за счет гуматов кальция) и снижение доли ФК, что приводит к расширению отношения $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$ (до 2,5 единиц) и повышению степени гуматности, а также наличие новообразованных бурых гуминовых кислот в мощной толще профилей, что свидетельствует о более активно идущем синтезе гумусовых веществ на современном этапе функционирования черноземов обыкновенных на базальтовых туффитах в условиях степной зоны юга Сибири.

Литература:

1. Кулижский С.П., Родикова А.В., Марон Т.А. Черноземы кластерного участка «Подзаплоты» заповедника «Хакасский» // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири»; отв. Ред. В.В. Непомнящий. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – Вып. 6. – С. 27-31.
2. Макаренко Н.А., Архипова Н.В. Эколого-геохимическое состояние озера Шунет и его окрестностей (республика Хакасия) // Вестник Томского государственного университета, 2015. – №400. – С. 371-380.
3. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных). – Л., 1975. – 105 с.
4. Танзыбаев М.Г., Каллас Е.В. Состав гумуса почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины // Почвоведение, 2002. – №1. – С. 59-67.

УДК 634.0.114

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПЛОЩАДОК В ОЦЕНКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Сорокина Ольга Анатольевна, докт. биол. наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
geos0412@mail.ru

Материал статьи имеет научно-методическое значение. Представлен методический подход при изучении оптимальных параметров потенциального и эффективного плодородия почв и их сопряженной связи с продуктивностью, а также качеством сельскохозяйственных культур. Данный метод позволяет устранить ограничения, связанные с пространственной пестротой почвенного плодородия и получить более достоверную оценку корреляционной зависимости между изучаемыми факторами и показателями.

Ключевые слова: почва, площадка, метод, плодородие, продуктивность, пространственная неоднородность, взаимосвязь, корреляция.

USING THE PLOT METHOD IN EVALUATION OF OPTIMUM SOIL FERTILITY PARAMETERS

Sorokina Olga Anatolievna, Dr. biol. sciences, professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
geos0412@mail.ru

The material of the article has scientific and methodological significance. A methodical approach is presented for studying the optimal parameters of potential and effective soil fertility and their associated relationship with productivity, as well as the quality of crops. This method makes it possible to eliminate the limitations associated with the spatial diversity of soil fertility and obtain a more reliable assessment of the correlation between the studied factors and indicators.

Keywords: soil, site, method, fertility, productivity, spatial heterogeneity, relationship, correlation.

Изучение свойств почв, установление их оптимальных значений, удовлетворяющим требованиям сельскохозяйственных культур и, соответственно, отражающих степень их окультуренности, имеет, несомненно, большое теоретическое и практическое значение. Как известно, свойства почв меняются в зависимости от приемов агротехники, мелиорации и вносимых удобрений. Исходя из этого, в настоящее время под оптимальными параметрами предлагается понимать такое сочетание количественных и качественных показателей свойств почвы, при котором могут быть максимально использованы все жизненно важные для растения факторы и наиболее полно реализованы потенциальные возможности выращиваемых культур при наивысшем их урожае хорошего качества [3,6]. Ведущее значение в создании благоприятной почвенной среды для растений принадлежит свойствам, характеризующим степень кислотности почв, количество и запасы гумуса, состояние почвенного поглощающего комплекса, содержание подвижных форм азота, фосфора, калия, серы и других элементов. Этими показателями в значительной мере может быть отражена степень окультуренности почв.

Разносторонние исследования почвенной среды показали, что для каждой почвы характерен специфический комплекс свойств, оказывающих наибольшее влияние на продуктивность определенной группы культурных растений. Вместе с тем в конкретной почвенно-климатической зоне и в пределах одной почвенной разновидности отмечаются существенные различия в плодородии почв, обусловленные, главным образом, изменениями показателей эффективного плодородия, преимущественно агрохимических свойств. Во всех случаях важно иметь большой массив этих показателей, что приводит к необходимости широко использовать современные методы математической статистики, разрабатывать специальные математические модели, составлять функции урожайности и т.д.

Основным приемом, с помощью которого можно оценить влияние на урожай комплекса факторов является полевой опыт с использованием

площадок, заложенных методом случайных чисел. Метод площадок был сформулирован еще в 40-ые годы прошлого века, а начиная с 80-х годов он широко применялся для оценки влияния свойств почв на урожай и его качество. Возникновение метода связано, прежде всего, с необходимостью изучать влияние на урожай природной пестроты свойств почв [9]. Его можно использовать и для изучения влияния пестроты, обусловленной применением агрохимических средств, например, удобрений и средств защиты растений. Этот метод, основанный на использовании пространственной пестроты почв, был введен в широкую практику агрохимических исследований в нашей стране [6,8].

Для условий сибирского земледелия изучение особенностей пространственной организации почвенного покрова и закономерностей пространственного варьирования свойств почв имеет важнейшее значение и проводится достаточно систематически с 60-ых годов 20 века по настоящее время многими исследователями [1,2,5,7,10,11,12,14,15]. Этими авторами установлено, что в условиях земледельческой зоны Красноярского края почвы разной генетической принадлежности, различной длительности и интенсивности сельскохозяйственного использования, с особенностями мезо и микро рельефа, пестротой почвообразующих пород, высокой степенью мерзлотной языковатости и карманности почв, а также другими факторами характеризуются высокой пространственной неоднородностью показателей потенциального и эффективного плодородия. Это является следствием не только природной пестроты плодородия, но и усугубляется нарушением требований агротехнологий, бессистемным сельскохозяйственным использованием почв.

Оптимальные значения показателей свойств почв, отражающие разную степень их окультуренности и уровень плодородия, следует устанавливать на основании достоверных экспериментальных данных с большим числом повторностей, основным требованием к которым должен быть сопряженный учет комплекса свойств почв и урожаев возделываемых культур. Важным источником получения сопряженных экспериментальных данных о свойствах почв и урожаях сельскохозяйственных культур является именно площадочный метод учета этих показателей на производственных посевах [6, 8]. Суть метода состоит в учете урожая возделываемых сельскохозяйственных культур и свойств почв на микроплощадках (1-10 м²), выделенных в пределах одинаковой почвенной разновидности на посевах преимущественно одного поля с однородной агротехникой. Учеты урожая и свойств почв на таких площадках в производственных условиях дают наиболее репрезентативную выборку в пределах одного поля при наличии 40-50 делянок. Размер экспериментальных площадок определяется видом сельскохозяйственной культуры и микропестротой свойств почв. При этом площадь должна быть минимальной, поскольку на хозяйственных посевах возможна только ручная уборка урожая. Размер площадок, как показывают работы многих авторов, может быть принят для культур сплошного сева от 1 до 10 м², а для пропашных от 4 до 16 м², в зависимости от ширины междурядья. По требованиям участок должен

соответствовать условиям, в которых предполагается использовать результаты исследований, т.е. быть типичным для данной зоны и района по почвенному покрову, рельефу, агротехнике, степени удобренности и применения химических средств защиты растений. Поэтому перед выбором участка следует подробно ознакомиться с почвенной картой и картограммами последнего агрохимического обследования. Опыты проводятся по методике ЦИНАО [8].

В 40-кратной повторности по методу случайных чисел на выровненном по рельефу поле около 1-2 га закладываются участки площадью 1 м² для сопряженного определения свойств почв и учета продуктивности растений (табл. 1).

При использовании метровых площадок наблюдается более тесная связь урожая с показателями эффективного плодородия почв. Отбираемые с площадок почвенные образцы используют не только для сопоставления свойств почв с урожаями на площадках, но и для характеристики почв участка в целом, а также для сравнения почвенных условий данного участка с условиями проведения подобных исследований в других местах.

Таблица 1 - Схема расположения опытных площадок (порядковые номера) по методу случайных чисел (n = 40)

15	23	3	37					35	17
					27	26			
33			40					24	
32					7	20			2
	1	39		11			30		
				36		34	13		
22	28	16				18	5		
	12	25					19	4	
38			8		9			10	29
		6			21	31			

Размещение, одновременную фиксацию площадок и отбор почвенных образцов производят в фазу всходов растений, так как считается, что именно в эту фазу вегетации наиболее объективно отражается степень обеспеченности почв питательными веществами и их влияние на величину продуктивности растений. На зерновых культурах эту работу ещё не поздно проводить в фазу кущения, если не предполагается изучение связи урожая с содержанием азота в почве. В последнем случае фиксирование площадок и отбор почвенных образцов целесообразнее проводить сразу после появления полных всходов.

Фиксацию площадок осуществляют путем наложения квадратных рам размером 1 м² x 1 м² по внутренней части рамы так, чтобы одна из сторон рамы (всегда одна и та же – верхняя или нижняя) была расположена строго по рядку растений. В центре площадки, ограниченной рамой, забивают колышек высотой 1,5 м с фанерной этикеткой и номером площадки, который остается на месте до уборки урожая. Одновременно с фиксацией площадок буром отбирают

смешанные образцы из пахотного слоя. Объем образцов 300-400 г. Каждый смешанный образец составляют из индивидуальных проб, отбираемых в пяти местах площадки: по углам и в центре. После взятия смешанного образца с зафиксированной площадки квадратную рамку снимают и используют для фиксации следующей площадки.

При установлении оптимальных параметров свойств почв, значение имеет выбор методов обработки экспериментальных данных. В настоящее время для этих целей широко используются методы вариационной статистики дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализов [4,10,13]. Связь между урожаем и свойствами почв всё чаще анализируется не только методами парной корреляции, но описывается и разного рода сложными кривыми. Необходимость такого анализа обусловлена комплексным влиянием агрохимических свойств почв на урожай и качество сельскохозяйственных культур. Как показывают результаты многочисленных опытов, действие различных факторов взаимообусловлено, и часто оптимальное значение одного свойства определяется уровнем влияния других свойств. В этих условиях вполне удовлетворительные результаты могут быть получены с помощью стандартных методов множественного корреляционно-регрессионного анализа, что позволяет установить наиболее оптимальные значения отдельного свойства почв и их комплекса, оптимизировать уровень одного свойства при заданном урожае и величине показателей других свойств, определить возможный уровень урожая при любых значениях показателей агрохимических свойств находящихся в пределах имеющихся данных. Полученные результаты могут быть положены в основу шкалы окультуренности почв по агрохимическим показателям, а также использованы при оценке уровня плодородия почв.

Анализ научной литературы по данной проблеме показал, что современных исследований в этом направлении практически не проводится как в Российской Федерации, так и в Красноярском крае. Закладка и проведение опытов по сопряженной взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур и почвенно-агрохимических показателей очень трудоёмкие из-за большого числа повторностей отбора образцов, их анализа и учета продуктивности растений.

Литература:

1. Бугаков П.С., Чупрова В.В. Несколько обобщенных показателей характеристики основных почв Красноярской лесостепи // Почвы Сибири и их рациональное использование. – Красноярск, 1975. – С.14-18.
2. Бурлакова Л.М. Зависимость пространственной приуроченности почв и элементов рельефа таежно-лесной зоны // Материалы У1 Междунар. научн.-практич. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству (февраль 2011г, г. Барнаул). – Кн.2. –Барнаул, 2011. – С.43-46.
3. Вальков, В.Ф., Казеев, К.Ш., Колесников, С.И. Очерки о плодородии почв. Ростов - на - Дону. / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // СКНЦ ВШ. 2001. – 238 с.

4. Дмитриев А.Е. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 320 с.
5. Крупкин П.И. Влияние микропестроты свойств черноземов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Центральной Сибири // Плодородие почв и агротехника в Восточной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1992. – С.16-28.
6. Кулаковская Т.Н., Смеян Н.И., Шаталова Р.В. Оптимальные параметры плодородия почв. – М. : Колос, 1984. – 271 с.
7. Кураченко Н.Л. Статистические параметры структурно-агрегатного состава гумусовых горизонтов черноземов Красноярской лесостепи // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Вып. 6. – Красноярск, 2004. – С. 94-96.
8. Липкина Г.С. Изучение параметров почв в полевых и приближенных к полевым условиям. // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв. – Научн тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – Москва, 1980. – С. 29-42.
9. Люндегорд Г. Влияние климата и почвы на жизнь растений. Пер. с нем. М.: Сельхозгиз, 1937. – 387 с.
10. Михеева И.В. Вероятностно-статистические модели свойств почв. – Новосибирск : Изд-во СО РАН. – 2001. – 198 с.
11. Рассыпнов В.А. Вариабельность свойств почв и их хозяйственная продуктивность в условиях подзоны обыкновенных черноземов умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края. – Барнаул, 1977. – 172 с.
12. Рудой Н.Г. Пространственная изменчивость параметров плодородия лесостепных черноземов в Средней Сибири //Материалы 1У съезда Докучаевского общ-ва почвоведов: Почвы - национальное достояние России» (9-13 августа 2004г, г. Новосибирск). – Новосибирск: Наука-центр, 2004. – С. 100-101.
13. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. – Москва, 1972. – 104 с.
14. Сорокина О.А. Пространственное варьирование свойств почв при агрогенной трансформации в условиях Средней Сибири // Агрохимия и агроэкология: история и современность. – Материалы Междун. научн.-практич. конф. – Том 3. – Нижний Новгород, 2008. – С. 108-112.
15. Чупрова В.В., Ерохина Н.Л., Александрова С.В. Запасы и потоки азота в агроценозах Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. – 170 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ

Белоусова Елена Николаевна, канд. биол. наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
svobodalist571301858@mail.ru

Белоусов Александр Анатольевич, канд. биол. наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
svoboda57130@mail.ru

В статье представлены результаты влияния способов обработки почвы на агрофизические, химические и биологические свойства почвы. Выявлено существенное влияние минимальных технологий на твердость, устойчивость микробного сообщества почвы и долю подвижного органического вещества.

Ключевые слова: структура, плотность сложения, твердость почвы, подвижное органическое вещество, микробная биомасса, ферменты, основная обработка.

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF AGRICHERNOZEM IN FORAGE CROPTATION

Belousova Elena Nikolaevna, Ph.D. biol. sciences, professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
svobodalist571301858@mail.ru

Belousov Alexander Anatolyevich, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
svoboda57130@mail.ru

The article presents the results of the influence of tillage methods on the agrophysical, chemical and biological properties of the soil. A significant influence of minimal technologies on the hardness, stability of the microbial community of the soil and the proportion of mobile organic matter has been revealed.

Keywords: structure, addition density, soil hardness, mobile organic matter, microbial biomass, enzymes, basic processing

Изучение генезиса почв Красноярской лесостепи выявило значительную роль в почвообразовании сурового термического режима территории. Специфика почв региона обусловлена, с одной стороны, действием процесса промерзания-оттаивания, а с другой – ослабленной напряженностью биологических процессов [3]. Обработка почвы является одним из важнейших факторов воздействия, определяющим физические, химические свойства агрогенных почв, приводящим к изменению в структуре и функционировании почвенного микробного сообщества, фактором, влияющим на экологическое

состояние и плодородие почвы и, в конечном итоге, на показатели урожайности возделываемых культур [6, 9].

Цель работы – оценить физические, химические и биологические свойства агрочерноземов в условиях перехода на почвозащитные технологии обработки.

Объекты и методы исследований. Исследования осуществлялись на производственном опыте ООО «СХП «Дары Малиновки» Сухобузимского района в Красноярской лесостепи, размещенной в пределах Чулымо-Енисейского денудационного плато юго-западной окраины Средней Сибири ($56^{\circ}10'$ с.ш. и $91^{\circ}47'$ в.д.). Объект исследований – чернозем обыкновенный среднегумусный среднемоощный тяжелосуглинистый на красно-бурой глине.

В границах производственных посевов заложены реперные участки прямоугольной формы общей площадью 1200 м^2 с учетной площадью – 600 м^2 . В пределах каждого участка выделялись три повторности, площадью 200 м^2 . Выбор элементов методики полевого опыта обусловлен влиянием внутривидовой неоднородности почвенного плодородия опытного стационара [2]. Почвенные образцы отбирались в сроки, приуроченные к фазам развития сельскохозяйственных культур, из слоев 0-10 и 10-20 см методом змейки. Объем выборки (n), рассчитанный, исходя из уровня варьирования плодородия почвы на участке - 12. Схема опыта предусматривала исследование почвозащитного влияния минимальных технологий обработки почвы. Исследования проводили в звене севооборота: пар – яровая пшеница – ячмень. Для изучения были выбраны следующие варианты:

1. Отвальная (st) – вспашка на глубину 25-27 см плугом Gregoire Besson SPLM B9: в вегетационный сезон 2017 года почва обрабатывалась в первую декаду июня - по типу раннего пара, с последующими культивациями на глубину 5-7 см по мере отрастания сорных растений, далее, в 2018 году - вспашка на глубину 25-27 см с предпосевной культивацией на 5-7 см АПК-7,2+БЗТС-1;

2. Минимальная (поверхностное дискование) – дискатором БДМ-Агро БДМ 6х4П на глубину 10-12 см: в 2017 году почва обрабатывалась по типу стерневого пара, в 2018 году – боронование с предпосевной культивацией на 5-7 см АПК-7,2+БЗТС-1;

3. Плоскорезная (культивация) - культиватором Ярославич КБМ-10,8 ПС-4 на глубину 10-12 см: в 2017 году почва обрабатывалась по типу стерневого пара, на следующий год – боронование с предпосевной культивацией на 5-7 см АПК-7,2+БЗТС-1. В 2018 году на опытном поле возделывали яровую пшеницу сорта Новосибирская-31, в вегетационный сезон 2019 года – ячмень сорта Ача. Послеуборочные растительные остатки и солома зерновых культур заделывалась в почву на варианте с отвальной обработкой и оставлялись на ее поверхности при использовании безотвальных рыхлений.

Структурный состав почвы изучали при естественной влажности по методу Н.И. Саввинова, влажность - термостатно-весовым методом, гранулометрический состав почвы - методом пипетки, плотность сложения - буровым методом, общую пористость ($P_{\text{общ}}$) и воздухосодержание – расчетным

методом по Н.А. Качинскому, плотность твердой фазы – пикнометрически [4], твердость почвы (кгс/см²) – пенетрометром Eijkelkamp с площадью сечения плунжера - 1см². Содержание углерода водорастворимого органического вещества (C_{H2O}) и щелочнорастворимого углерода (C_{0,1NaOH}) - определяли по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой, Т.А. Плотниковой [7]. Базальное дыхание почвы определяли по скорости выделения CO₂ (мкг С-CO₂/г / час) почвой за 8-10 часов ее инкубации при 22 °С и 60 % ПВ. Углерод микробной биомассы устанавливали путем пересчета скорости субстрат-индуцированного (СИД) дыхания по формуле: C_{мб} (мкг С/1г почвы) = (мкл CO₂ · г⁻¹ почвы час⁻¹) · 40,04 + 0,37. Каталазную и инвертазную активность почвы определяли по [8]. Содержание нитратного азота (N-NO₃) определяли по Грандваль-Ляжу в модификации И.Н. Шаркова [5], аммонийного азота (N-NH₄) – колориметрически с реактивом Несслера, гидролизующие формы азота – по Корнфилду [1]. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ MS Excel.

Результаты исследований.

Физические свойства. В результате исследований обнаружено, что минимизация обработок способствует сохранению микроагрегатной структуры в сравнении с использованием отвальной вспашки. Применение отвальной вспашки и поверхностного рыхления дисковыми орудиями определило отличное структурное состояние исследуемых слоев почвы в весенне-летний период. Плоскорезная обработка почвы сопровождалась глыбообразованием, как в надсеменном, так и подсеменном слоях. Технологии обработки почвы не оказали существенного уплотняющего воздействия на плотность почвы и характеризовались как оптимальные, а в условиях отвальной вспашки, в отдельные периоды, как избыточно рыхлые. Существенной дифференциации корнеобитаемой толщи почвы по плотности сложения не выявлено. Величины общей пористости свидетельствовали об ее избыточности. Параметры воздухоудержания почвы в вариантах, обрабатываемых по безотвальной технологии, существенно снижались в необрабатываемом 10-20 см слое. Общие запасы влаги в почве исследуемых вариантов имели сильную положительную корреляцию с продуктивными запасами ($r = 0,79-0,98$). Выявлены зависимости между запасами продуктивной влаги и степенью уплотнения почв ($r = 0,57-0,75$), а также воздухоудержанием ($r = - 0,48-0,82$). В условиях парования по запасам продуктивной влаги почва характеризовалась как «удовлетворительные» в обоих исследуемых слоях, в посевах яровой пшеницы на фоне дефицита осадков соответствовала уровню «неудовлетворительные». При недостатке атмосферного увлажнения применение плоскорезной культивации способствовало статистически достоверному повышению запасов в сравнении с двумя сравниваемыми вариантами. Исследуемые 0-10 и 10-20 см слои почвы существенно отличались по влагозапасам. За оцениваемый период 10-20 см слой достоверно превышал поверхностный по запасам почвенной влаги, доступной для растений. Параметры твердости по шкале Н.А. Качинского отвечали «рыхлому» уровню в верхнем слое и «рыхловатому» в слое 10-20 см и являлись оптимальными для прорастания корней

возделываемых колосовых культур. В первые два месяца после применения дискаторов и культиваторов регистрировалось достоверное увеличение сопротивления пенетрации в слое 0-10 см. За два года наблюдений не зафиксировано существенного роста твердости почвы до критических значений вне зависимости от способа обработки. Структурный состав значимо влиял на уровень твердости почвы.

Биологические свойства. Обработка почвы оказывала существенное влияние на динамику углерода микробной биомассы вне зависимости от характера механического воздействия. Сама динамика являлась доминирующим фактором, определяющим превращения $C_{мб}$. В первый год при внедрении исследуемых вариантов обработки почвы было обнаружено, что изменение углерода микробной биомассы в слое 0 – 10 см в большей степени (60 %) были связаны с динамической сменой условий среды и только 1 % флуктуации определялся способом обработки на следующий год произошли существенные изменения в силе влияния факторов. Совместное влияние обработки почвы и смена гидротермических условий обуславливала 57 % участия в превращениях углерода микробной биомассы. Результаты наблюдений демонстрирует агроэкологическое преимущество плоскорезной обработки относительно двух других сравниваемых вариантов. Выявлено, что использование поверхностной культивации на глубину 10-12 см существенно повышало урожайность яровой пшеницы, а значения метаболического коэффициента указывает на наиболее высокую устойчивость микробного сообщества к подобному механическому воздействию. Каталазная и инвертазная активности почвы при смене отвальной вспашки на бесплужные варианты, имела тенденцию к повышению. Посевы яровой пшеницы и ячменя стимулировали окислительные и гидролитические процессы в почве всех вариантов. Уровень активности ферментов оценивался как «средний» и не зависел от способа основной обработки почв.

Почвенное органическое вещество. По содержанию общего органического углерода почва сравниваемых вариантов существенно не отличались. Формирование водорастворимого органического вещества в почве в условиях почвозащитных технологий имело тенденцию к увеличению относительно стандартного варианта и оценивалось как «высокое». Выявлено преимущественное влияние фактора «сроки» во влиянии на изменение подвижных компонентов органического вещества агрочерноземов. Динамика процессов трансформации молодых гуминовых соединений углерода имеет разнонаправленный характер и протекает с переменной интенсивностью в зависимости от глубины и приема обработки почвы. Существенной дифференциации исследуемых слоев почвы по содержанию водо- и щелочнорастворимых органических соединений не выявлено, однако, в отдельные периоды обнаруживалось существенное их увеличение в поверхностном слое почвы, обрабатываемой плоскорезом.

Трансформация соединений азота. Изучаемые технологии основной обработки агрочерноземов обеспечивали относительно равнозначный уровень азотминерализующей способности. Различия в азотминерализующей способности агрочернозема для надсеменной и подсеменной частей свидетельствовали о неодинаковых резервах легкоминерализуемых

азотсодержащих соединений в этих слоях почвы. Нитратонакопление под посевами яровой пшеницы значительно отличалось в надсеменных слоях, определяясь способом обработки почвы и фазой развития культуры. При возделывании ячменя изменения обнаруживались в пределах всего пахотного слоя. На фоне безотвальных технологий обработки агрочернозема выявлена тенденция к накоплению аммонийных соединений азота. В период вегетации зерновых культур в подсеменном слое (10-20 см) сосредоточивались статистически более значимые концентрации аммонийных соединений азота в сравнении с надсеменным слоем. Сравнимые технологии обработки почвы в целом не выявили существенных различий по накоплению минеральных форм азота. При размещении зерновых культур по паровому предшественнику зафиксирован высокий уровень обеспеченности нитратным азотом, а под посевами ячменя после яровой пшеницы наблюдался дефицит этого элемента питания.

Литература:

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 655 с.
1. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Влияние внутрипольной неоднородности почвенного плодородия на выбор элементов методики полевого опыта // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С. 55-62.
2. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Влияние внутрипольной неоднородности почвенного плодородия на выбор элементов методики полевого опыта // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С. 55-62.
2. Бугаков П.С., Чупрова В.В., Шугалей Л.С., Попова Э.П. Итоги изучения режима почв / Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. – С. 257-267.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Иодко С.Л., Шарков И.Н. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // Агрохимия. – 1994. – № 4. – С. 95–97.
5. Кутовая О.В., Гребенников А.М., Тхакахова А.К., Исаев В.А., Гармашов В.М., Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Белобров В.П. Изменение почвенно-биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 92. – С. 35-61.
6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. Л.: Наука, 1975. – 105 с.
7. Хазиев Ф.Х. Экологические связи ферментативной активности почв // Экобиотех, Том 1. – 2018. – № 2. С. 80-92.
8. Belousov A.A., Belousova E.N., Stepanova E.V. The effect of zero-tillage technologies on the transformation of organic matter in leached chernozem // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. – С. 22073.

АГРОЛАНДШАФТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В ХАКАСИИ

Кутькина Наталья Васильевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.
Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии,
с. Зеленое, Россия, cutcina19@mail.ru

Еремина Инна Германовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.
Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии,
с. Зеленое, Россия, e.i.g.231720@yandex.ru

В статье приведен принцип агроландшафтного районирования земель Хакасии, объективно отражающий почвенно-ландшафтные условия типов земель, что позволит оптимизировать возделывание сельскохозяйственных культур и адаптировать ландшафтную систему земледелия.

Ключевые слова. Минусинская котловина, агроландшафтное районирование, таксономическая единица, тип земель.

AGROLANDSCAPE ZONING OF LANDS IN KHAKASIA

Kutkina Natalya Vasilievna, Ph.D. biol. Sciences, Senior Researcher
Research Institute of Agricultural problems of Khakasia, Zelenoe village, Russia,
cutcina19@mail.ru

Eremina Inna Germanovna, Ph.D. biol. Sciences, Senior Researcher
Research Institute of Agricultural problems of Khakasia, Zelenoe village, Russia,
e.i.g.231720@yandex.ru

The article presents the principle of agrolandscape zoning of the lands of Khakassia, objectively reflecting the soil and landscape conditions of land types, which will optimize the cultivation of crops and adapt the landscape farming system.

Keywords: Minusinsk basin, agrolandscape zoning, taxonomic unit, land type.

Систематизация и районирование ресурсного потенциала с учетом природной ландшафтной дифференциации качественного состояния земельных угодий, является одним из актуальных направлений современного адаптивного сельскохозяйственного производства [1]. Необходимость районирования земледельческой территории Хакасии диктуется нарастанием почвенно-экологических проблем, которые усугубляются тенденцией аридизации климата за последние 60 лет [2], а также ходом развития сельскохозяйственного производства с адаптивной и точной системами земледелия. Основой проведения агроландшафтного районирования может служить почвенно-географическое районирование, при котором учитывается вся совокупность природных условий, влияющих на формирование почвенного покрова и, соответственно, продуктивность агроэкосистем [3]. В схеме почвенно-географического районирования РФ на территории Хакасии выделено две

провинции: Минусинская и Горная Алтайско-Саянская, последняя включает Горный Алтай, Кузнецкий Алатау, Салаирский кряж и часть Западного Саяна [4 С.330; С. 344-345] с фаціальными особенностями термических режимов почв.

В пределах Минусинской котловины, левобережье которой занимает территория Хакасии, в разное время было проведено несколько работ по районированию. Первый опыт ботанико-географического районирования Сибири был проведен В.В. Ревердатто в 1931 г. [5], где наиболее крупной единицей районирования он определил Алтае-Саянскую провинцию, в природном отношении, как считает А.В. Куминова, не представляющая единства [6]. В 1954 г. Н.Д. Градобоевым [7] составлена схема почвенно-географического районирования территории Хакасии. Выделено три зоны: степная, лесостепная и горно-таежная, в пределах зоны определены почвенно-географические районы, название которых в большинстве дублируются с названиями геоботанических районов, проведенных позднее Л.М. Черепниным в 1957 г. [8] и А.В. Куминовой в 1976 г. [6]. А.В. Куминовой дана более дробная схема геоботанического районирования с выделением 3-х геоботанических провинций (Минусинская котловина, Западный Саян и Кузнецкое нагорье) и 12 геоботанических округов, с объективной количественной характеристикой структуры растительного покрова в каждом округе. В степи выделено 3 округа, в Западном Саяне – 5 и Кузнецком нагорье – 4.

В мелкомасштабной ландшафтной карте (М1:1000000) территории Хакасии, с учетом региональных закономерностей ландшафтной структуры, Ю.М. Семеновым и Г.И. Лысановой [9] выделено 76 групп фаций, принадлежащих разным геосистемам. Наиболее освоенные геосистемы лесостепного и степного геомов, представлены предгорными, подгорными и равнинными территориями с более крупными контурами в сравнении с горной частью. Таким образом, приведенные схемы районирования основываются на различных принципах районирования, различно также соподчинение и названия выделяемых единиц. Все они созданы на объективных материалах различной степени детальности и каждый исследователь рассматривает ее в своих границах, согласно поставленной цели, давая информативную базу об экологическом состоянии почв, растительности, ландшафта в той или иной территории в разный период времени.

Цель данного исследования – провести агроландшафтное районирование земель Хакасии.

Материалы и методика исследований. Объектом изучения являются агроландшафты территории Республики Хакасия. В структуре почвенного покрова сельскохозяйственных угодий преобладают черноземы, каштановые и слаборазвитые почвы, в пашне также преобладают черноземы (79,6 %) и каштановые почвы (13,6 %) и всего 6,8 % занимают все другие типы почв [10].

В условиях левобережья Минусинской котловины за период с 2011 по 2021 гг. проведены комплексные исследования состояния качества пахотных и постагrogenных земель (геоботанические, агроклиматические,

агроэкологические, почвенно-ландшафтные). Коэффициент континентальности климата в земледельческой части варьирует от резкого до крайне континентального (193-226), коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову в лесостепи недостаточно увлажненный (1,01-0,98), а в настоящей степи – засушливый (0,67-0,85) [11]. Водный режим почв оказывает наибольшее влияние на основные свойства почв и в значительной мере определяет тип биоценозов. Поэтому почвенные контура в естественном состоянии совпадают в общих очертаниях с распространением основных типов растительности. Выявлены закономерности изменчивости нормативной урожайности зерновых культур вдоль широтного градиента и вертикальной поясности, а также биопродуктивности почв по элементам мезо- и микрорельефа, экспозициям и частям склонов пахотных земель. Создана База данных почв (Свидетельство №2020620804, от 19.05. 2020 г.).

Методической основой проведения агроландшафтного районирования земель послужила схема агроэкологической типизации земель [12]. Агроландшафтное районирование предполагает разделение крупных территориальных единиц (провинции) на средние (округа и районы), в дальнейшем выделяют более мелкие таксономические единицы (группы, типы), то есть разделение территории разнообразной по природным условиям, на отдельные ее части, однородные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования. При делении высших таксономических единиц районирования использованы материалы почвенно-географического [7], геоботанического [6, 8] и геоморфологического районирований Хакасии [13], с некоторой их корректировкой. Для выделения средних и низших таксонов использованы современные почвенные и картографические материалы, а также архивные почвенные карты хозяйств.

Результаты и обсуждение. Принципы агроландшафтного районирования основываются на законах зональности почв и биоклиматической почвенной провинциальности, структуре почвенного покрова, учете азональных, случайных факторов и оценке антропогенных воздействий [12]. Суть агроландшафтного районирования заключается в том, чтобы при переходе от более высокой к более низкой единице добиваться все большей однородности почвенного покрова. Выделение высших таксономических единиц (включая провинцию) проводится на основе особенностей почвенного покрова, обусловленных преимущественно влиянием биоклиматических условий почвообразования. За высший таксон районирования земледельческой зоны Хакасии принята *Минусинская провинция*, из системы почвенно-географического районирования РФ [4]. Она охватывает всю левобережную часть Минусинской котловины, характеризуется фациальными особенностями почвенного покрова, связанными с изменением континентальности климата, суровости и снежности зимы, показателей тепло - и влагообеспеченности вегетационного периода.

В обособлении округов положены литолого-геоморфологические факторы, которые определяют топографию почв по Мистрюкову [13], формируя определенные типы мезоструктур почвенного покрова, а также

гидротермические условия. Выделено три округа: *I. Северо-Минусинский (Июсо-Ширинский), II. Приабаканский - Центрально-Хакасский степной, III. Койбальский - Южно-Минусинский предгорно-степной*. Указаны внешние признаки округов (формы рельефа, высота над уровнем моря, степень расчлененности поверхности территории). Далее выделено 7 *геоморфологических районов*, разделенные на впадины и поднятия, склоны разной крутизны и степени расчлененности территории с преобладающими видами агроландшафтов, расположенные на мезоструктурах рельефа и приуроченные к зональным проявлениям биоклиматических параметров. *1. Приподнятая предгорная равнина Кузнецкого Алатау, 2. Бессточная Ширинская котловина, 3. Приенисейская холмисто-сопочная равнина, 4. Низкогорно-холмистая равнина, 5. Древнеаллювиальная равнина Абакана, 6. Предгорная холмисто-увалистая равнина, 7. Древнеаллювиальная равнина Енисея.*

В свою очередь каждый геоморфологический район разделен на *агроландшафтные районы* по однотипности местных условий форм рельефа, а также их сочетаний образуют такой агроландшафт, который свойственен только данному району. В результате выделено 18 относительно однородных агроландшафтных районов.

В пределах агроландшафтных районов на основе типизации структур почвенного покрова выделено 8 *агроэкологических групп земель (плакорные и слабонаклонные земли, эрозионные, дефляционные, эрозионно-дефляционные, засоленные, солонцовые, переувлажненные и литогенные земли)*. В основе выделения агроэкологических групп земель лежат крупные контуры типов почв, с увязкой по условиям теплообеспеченности и увлажнению территории. *Плакорные земли* выделены в качестве базовой категории, наиболее полно отражающей зонально-провинциальные условия, занятые преимущественно автоморфными зональными почвами. *Эрозионные земли* с наличием в почвенном покрове смытых почв или предрасположенных к смыву, характеризуются перераспределением влаги вследствие поверхностного стока, или в холмистой степи земли подвергаются совместному проявлению эрозии и дефляции. Например, одна из таких групп земель: степные эрозионно-дефляционные земли с обыкновенными черноземами на щебнистых почвообразующих породах с вариациями карбонатных черноземов, в комплексе с малоразвитыми почвами до 10% по вершинам склонов. *Переувлажненные земли* разделяются в зависимости от гидрологического режима, степени экологического переувлажнения на полугидроморфные, гидроморфные и характера их использования. *Литогенные земли* выделяются в зависимости от генезиса почвообразующих пород и причин, определяющих неблагоприятные свойства сформированных на них почв. К этой группе, ввиду пониженной влагообеспеченности, отнесены песчаные почвы, почвы с супесчаным гранулометрическим составом в степной зоне, а также малоразвитые почвы на элювии плотных пород, имеющие ограниченное использование вследствие каменистости, маломощности мелкоземистой толщи. *Солонцовые земли* включают несколько групп, в почвенном покрове которых присутствует более 10% солонцов. Разделение их на группы по условиям комплексности и

гидрологического режима. Далее выделен самый низкий агроландшафтный таксон – *агроэкологический тип земель* – это экологически однородная территория по требованиям возделывания сельскохозяйственных культур. Практически это элементарный ареал типа почвы в сочетании с их подтипами или в комплексе с другими типами почв в процентах от основного фона. Названия типов земель складываются из названия типа почв, преобладающих подтипов, категорий по смытости, дефлированности и т.д. Таким образом, в агроландшафтных районах Минусинской провинции выделено 146 агроландшафтных типов земель, отражающие почвенно-ландшафтные связи внутри агроэкологических групп земель. В целях оптимального информационного обеспечения и управления районированием, природные выделы агроландшафтных районов увязаны с границами административных районов, при этом границы их часто не совпадают.

Выводы. В условиях левобережья Минусинской котловины, на основе систематизации современных данных экологического состояния почв проведено агроландшафтное районирование земель Хакасии. В земледельческой части выделены следующие таксономические единицы районирования: Минусинская провинция, округ (3), геоморфологический район (7), агроландшафтный район (18), агроландшафтная группа земель (8) и агроландшафтный тип земель (146) – наиболее экологически однородная территория для сельскохозяйственных культур. Агроландшафтное районирование земель, с учетом региональных особенностей территории, позволит определить тип сельскохозяйственного производства, оптимизировать технологии возделывания культур и адаптировать ландшафтную системы земледелия.

Литература:

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 365 с.
2. Донская О.Л., Николаева З.Н. Экологическая оценка агроэкосистем юга Средней Сибири. – Абакан: Изд-во ХГУ им Н.Ф. Катанова, 2008. – 176 с.
3. Симакова М.С., Булгаков Д.С., Карманов И.И., Молчанов Э.Н. Опыт классификации земель сельскохозяйственных угодий (методологические подходы и структура) // Бюлл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – 2009 (64). – С. 3-11.
4. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв: учебник 3-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. – 460 с.
5. Ревердатто В.В. Растительность Сибирского края (Опыт дробного районирования) // Известия Геогр. об-ва, 1931. – Т. 63, вып.1. – С. 43-70.
6. Куминова А.В. Растительный покров Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – 423 с.
7. Градобоев Н.Д. Природные условия и почвенный покров левобережной части Минусинской впадины // Почвы Минусинской впадины. – Вып.3. – М.: Наука, 1954. – С. 7-183 с.
8. Черепнин Л.М. Особенности флоры юга Красноярского края // Ученые записки Красноярского пед. ин-та. – Т. 10. – Красноярск, 1957. – С. 3-11.

9. Семенов Ю.М., Лысанова Г.И. Ландшафтная карта Хакасии // Известия Иркутского ГУ, серия «Науки о Земле». – Т.18. – С. 128-139.
10. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск : ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 256 с.
11. Кутькина Н.В., Еремина И. Г. Биоклиматический потенциал залежных земель Хакасии // Аграрная наука. – 2018. – № 11-12. – С. 66-69.
12. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии. Методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
13. Мистрюков А.А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины. – Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР. – 1991. – 130 с.

УДК 631.46

СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Спирина Валентина Захаровна, канд. биол. наук, доцент
Национальный исследовательский Томский государственный
университет, Томск, Россия
Spirina.pochva@mail.ru

В статье представлены результаты состояния плодородия черноземов в условиях многолетнего использования. Полученные данные могут стать важной информацией при разработке системы рационального использования почв с учетом природных ресурсов и свойств черноземов.

Ключевые слова: чернозем, процессы, гумус, свойства, плодородие.

THE STATE OF FERTILITY OF ANTHROPOGENIC CHERNOZEMS OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION

Spirina Valentina Zakharovna, PhD. biol. sciences, associate professor
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia
Spirina.pochva@mail.ru

The article presents the results of the state of fertility of chernozems in conditions of long-term use. The data obtained can become important information in the development of a system of rational use of soils, taking into account natural resources and properties of chernozems.

Keywords: chernozem, processes, humus, properties, fertility.

Современное состояние почвенного покрова и снижающийся уровень плодородия почв, как естественных, так и антропогенных ландшафтов вызывает большую тревогу. Совместное воздействие на почвы, как связующего

звена биоценозов, изменяющихся природных факторов и разных видов интенсивной хозяйственной деятельности создает экологические проблемы в настоящее время и влияет на устойчивость экосистемы. Нерациональное использование почв, в производственных условиях способствует развитию ветровой и водной эрозии. В почвах появляются разнообразные деградационные процессы, происходит трансформация многих свойств, что приводит к снижению показателей почвенного плодородия по сравнению с естественными аналогами. Использование почв в сельскохозяйственном производстве усиливает активность некоторых негативных природных процессов, что снижает устойчивость почв к антропогенному воздействию.

Восточно-Казахстанская область отличается большим разнообразием природных и климатических условий, что обусловлено сложным геологическим и орографическим строением территории. Для отдельных частей области характерны равнинные степные пространства, где распространены черноземы, каштановые и другие типы почв. Формирование почв происходит в неодинаковых климатических условиях и на почвообразующих породах разного генезиса. Черноземы в основном локализируются в предгорных и межгорных котловинах, занимая преимущественно их центральные части с полого-увалистым или холмисто-увалистым рельефом. Как отмечают многие исследователи, все черноземы в области давно используются для возделывания различных сельскохозяйственных культур, и распашка почв превысила экологические нормы [4, 5]. Также существенные изменения в свойствах почв происходят в результате выпаса скота. Антропогенное воздействие изменяет почвенную структуру, плотность сложения, режим увлажнения, возникает эрозионная опасность и идет процесс дегумификации пахотного слоя почв [2]. Потеря гумуса в пахотных горизонтах в последние десятилетия увеличилась в связи с реорганизацией хозяйств, нарушением системы севооборотов, активизацией эрозионных процессов, недостаточным внесением органических и минеральных удобрений. Длительное использование почв в сельскохозяйственном производстве приводит к снижению почвенного плодородия и в первую очередь, содержанию легкогидролизуемых форм азота, фосфора, а также их валовых запасов. В связи с этим изучение современного состояния черноземов вызывает объективную необходимость

Объектом исследования послужили оподзоленные, выщелоченные и обыкновенные черноземы Алтайского (в прошлом Зырянского) района расположенного на северо-востоке Восточно-Казахстанской области. Рельеф территории в основном горный и холмистый, климат резко континентальный, почвообразующие породы – лессовидные суглинки разного гранулометрического состава. Оподзоленные черноземы среднемошные, среднегумусные, тяжелосуглинистые тяготеют к тенистым пологим склонам северных экспозиций. Почвенный профиль черноземов хорошо дифференцирован на генетические горизонты с наличием признаков подзолистого процесса. Мощность гумусовых горизонтов среднемошных видов оподзоленных черноземов колеблется в пределах 40-45 см. Наличие карбонатов отмечается с 100 см, что обусловлено более глубоким промачиванием профиля

данных почв по сравнению с выщелоченными и обыкновенными черноземами. Выщелоченные черноземы среднемощные, среднегумусные, легкоглинистые формируются на пологих склонах северо-западных экспозиций, на легкоглинистых породах с большим содержанием частиц крупной пыли. Мощность гумусовых горизонтов с языковатой нижней границей составляет 55-70 см, что является результатом растрескивания почв в зимний период, вскипание карбонатов наблюдается с 68-90 см. Обыкновенные черноземы среднемощные, легкоглинистые приурочены к выровненным участкам слабо пологих склонов восточных и юго-восточных экспозиций. Они являются наиболее распространенными в районе исследования. Обыкновенные черноземы отличаются от оподзоленных и выщелоченных подтипов меньшей мощностью гумусовых горизонтов и более высоким залеганием карбонатов. Все исследуемые почвы характеризуются отсутствием признаков гидроморфизма и легкорастворимых солей.

Для изучения свойств использовались общепринятые в почвоведении методы [1], групповой и фракционный состав гумуса определялся по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [3].

Характер почвообразующих пород, интенсивность процессов выветривания и почвообразования определяют гранулометрический состав почв. Черноземы оподзоленные имеют однородный по всему профилю тяжелосуглинистый состав с преобладанием илистых и крупно-пылеватых фракций. В иллювиальных горизонтах почв на границе появления карбонатов отмечается максимальное содержание илистых частиц до 40-42%, по сравнению с верхней частью профилей (26%) и материнской породой (31-33%), что связано с наличием подзолистого процесса и выносом тонкой фракции. Выщелоченные и обыкновенные черноземы относятся к легкоглинистым разновидностям с высоким содержанием илистых и крупно-пылеватых частиц. Верхние горизонты выщелоченных черноземов содержат 24-26% ила, обыкновенные – 28-30%, что значительно меньше по сравнению с породами (35-37%). Накопления илистой фракции в средней части почвенных профилей данных черноземов не наблюдается. Снижение количества ила в гумусовых горизонтах, вероятно, связано с проявлением, прежде всего, эрозионных процессов. Однако, учитывая большое количество ила в гумусовых горизонтах, обладающего клеящей и структурообразовательной способностью, можно говорить о значительной устойчивости к деградиационным процессам исследованных черноземов. Содержание физической глины высокое (58-72%), что оказывает большое влияние на поглощательную способность почв. Исследованные почвы характеризуются незначительным содержанием песчаных частиц (менее 6%), что говорит об интенсивном процессе выветривания в данных условиях и особенностях почвообразующих пород. Физического песка, выполняющего роль механического разбавителя физической глины, поскольку его частицы состоят преимущественно из кварца и полевых шпатов, содержится немного (34-47%). Большое содержание крупной пыли (32-39%) и ее равномерное распределение в профиле свидетельствуют о лессовидности и однородности почвообразующих пород.

Первостепенное значение в генезисе и формировании основных свойств почв является органическое вещество. Антропогенное воздействие наиболее сильное влияние оказывает на гумусное состояние почв. Многие исследователи отмечают, что использование почв в сельскохозяйственном производстве может привести к снижению гумуса до 50% [4, 5]. Количество гумуса в пахотных горизонтах исследованных черноземов составляет 6,0-6,5%, что позволяет отнести их к среднегумусным видам. Распределение гумуса в профиле черноземов имеет четко выраженный прогрессивно аккумулятивный тип. Однако, в оподзоленных черноземах происходит более резкое снижение гумуса по сравнению с выщелоченными и обыкновенными подтипами. В ранее опубликованных работах показано, что содержание гумуса в целинных выщелоченных черноземах составляло 8-9%, в оподзоленных от 9 до 10% [5]. Полученные данные, свидетельствуют о заметном снижении гумуса в пахотных черноземах, что, вероятно, неизбежно при использовании почв в сельскохозяйственном производстве. Под воздействием антропогенных факторов в почвах происходят существенные изменения, ведущие к распаду и синтезу органических, формированию минеральных и органоминеральных соединений, а также перемещению внутри профиля. Качество гумуса является важным показателем почвенных процессов, ее плодородия, характеризует аккумуляцию и миграцию гумусовых веществ. Результаты анализа группового и фракционного состава гумуса черноземов отражают те особенности качества гумуса, которые свойственны почвам этого типа. Процессы гумусообразования в черноземах направлены на образование ГК как основного компонента гумуса. В составе его до глубины 60-70 см преобладают гуминовые кислоты и отношение $C_{ГК}$ к $C_{ФК}$ в наиболее гумусированной части профиля больше единицы (1,1-2,2). В профиле черноземов выделяется верхняя фульватно-гуматная зона и нижняя гуматно-фульватная, где аккумулируются фульвокислоты. Общее относительное содержание гуминовых кислот в верхней части профиля составляет 35-37% от $C_{общ}$, у контакта гумусового горизонта с карбонатным количество ГК снижается до 22-28%. В результате большого содержания кальциевых солей происходит насыщение гумусовых кислот кальцием, что не способствует выносу водорастворимых органических веществ. В связи с этим, в составе ГК преобладает фракция-2, связанная с кальцием, и ее величина в поверхностных горизонтах достигает 19-25% от $C_{общ}$. Содержание ГК фракции-1, являющихся наиболее подвижными, в гумусовых горизонтах данных черноземов невелико – 5,1-6,5% от $C_{общ}$ и по профилю снижается незначительно. Гуминовые кислоты третьей фракции, прочносвязанные с минеральной частью, составляют 7-12% от $C_{общ}$. Фульвокислоты в гумусовых горизонтах черноземов не являются преобладающими. Сумма ФК в верхних горизонтах составляет 16-20% от $C_{общ}$ и с глубиной их значения возрастают до 26-37%. Доля свободных, так называемых «агрессивных», ФК фракции-1а незначительная, особенно в обыкновенных черноземах, где ее величина менее 0,5% от $C_{общ}$. В оподзоленных черноземах доля фракции-1а больше по всему профилю – от 2 до 6% от $C_{общ}$, что связано с оподзоливанием. Количество свободных и связанных

с полуторными окислами ФК фракции-1 увеличивается к нижним горизонтам от 3-4% до 5-6%, что обусловлено их большой подвижностью. Содержание ФК фракции-2, связанных с устойчивыми гуматами кальция, наибольшее и с глубиной профиля нарастает от 9 до 15% от $C_{\text{общ}}$, что характерно для черноземов. Доля прочносвязанных с минеральной частью ФК фракции-3 значительно изменяется по почвенному профилю. В верхних горизонтах доля их 3-5%, с глубиной нарастает до 9-12% от $C_{\text{общ}}$ в связи с увеличением количества тонких фракций в гранулометрическом составе. В оподзоленных черноземах содержание этой фракции больше по сравнению с другими подтипами. Доля негидролизующих форм гумусовых веществ по подтипам черноземов и по генетическим горизонтам существенно не изменяется и составляет 40-47% от $C_{\text{общ}}$.

Следующим важным свойством, влияющим на плодородие почв, является кислотно-щелочной баланс. В гумусовой части профиля оподзоленных и выщелоченных черноземов реакция среды слабокислая (рН 6,3-6,5), в обыкновенных нейтральная (рН 7,0-7,2). С появлением карбонатов в нижних горизонтах почв реакция среды становится щелочной (рН 7,6-7,8). Сумма поглощенных катионов в пахотных горизонтах черноземов составляет 40-44 мг-экв/100 г почвы. Во всех почвах с глубиной профиля происходит постепенное уменьшение суммы поглощенных катионов, несмотря на резкое снижение гумусированности. Основная часть ППК черноземов занята кальцием и магнием. Ионов кальция, за счет биогенного накопления, содержится значительно больше (38-40 мг-экв/100 г почвы), доля их по профилю снижается до 13-14 мг-экв/100 г почвы. Поглощенного магния в гумусовых горизонтах накапливается немного – 2-3 мг-экв/100 г почвы, что свидетельствует о его слабой биогенности и незначительной роли в обменных процессах. К почвообразующей породе количество магния несколько увеличивается до 5-6 мг-экв/100 г почвы.

Обеспеченность растений основными элементами питания является не менее важным показателем плодородия почв. Большое влияние на мобилизацию почвенного плодородия, на переход элементов питания в доступную форму оказывает обработка почв. Количество легкогидролизующего азота в гумусовых горизонтах черноземов не высокое и составляет 19-23 мг/100 г почвы, к нижним горизонтам снижается постепенно. Подвижного фосфора в пахотных горизонтах максимально – в пределах 21-25 мг/100 г почвы и к породе снижается до 5 мг/100 г почвы, что обусловлено наличием карбонатов. Обменным калием черноземы хорошо обеспечены, и в пахотных горизонтах его величина составляет 28-32 мг/100 г почвы, по профилю снижается до 6-7 мг/100 г почвы. Большое содержание калия в почвах Восточного Казахстана связано с богатством почвообразующих пород данным элементом.

Таким образом, изученные черноземы Алтайского района, несмотря на недостаточное содержание азота, представляют собой почвы, характеризующиеся благоприятными для большинства культурных растений свойствами. Однако для сохранения и повышения почвенного плодородия

необходим научно обоснованный подход к их использованию с учетом особенностей свойств и природно-климатических условий.

Литература:

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 447 с.
2. Каллас Е.В., Соловьева Т.П. Свойства степных почв Средней Сибири и проблема их деградации // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 3(178). – С. 164-170.
3. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. – Л., 1975. – 105 с.
4. Розанов Б.Г., Таргульян В.О., Орлов Л.С. Глобальные изменения почв и почвенного покрова // Почвоведение. – 1989. – №5. – С. 5-18.
5. Соколов А.А. Общие особенности почвообразования и почв Восточного Казахстана. А-Ата: Наука, 1977. – 230 с.

УДК 631.4

ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПИ ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ И СВОЙСТВА

Марон Татьяна Алексеевна, старший преподаватель
Томский государственный университет, Томск, Россия
t-nov-a@yandex.ru

Родикова Анна Викторовна, канд. биол. наук, доцент
Томский государственный университет, Томск, Россия rodikovaav@mail.ru
Кулижский Сергей Павлинович, докт. биол. наук, профессор
Томский государственный университет, Томск, Россия
kulizhskiy@yandex.ru

Рассмотрены основные свойства и морфологические особенности лесостепных дерново-карбонатных почв Чулымо-Енисейской котловины Минусинской межгорной впадины.

Ключевые слова: дерново-карбонатные почвы, лесостепь, рендзины, Хакасия, Чулымо-Енисейская котловина

RENDZINA SOILS OF CHULYMO-YENISEI BASIN OF FOREST-STEPPE ZONE: DISTRIBUTION, MORPHOLOGY AND PROPERTIES

Maron Tatiana Alexeyevna, senior teacher
Tomsk State University, Tomsk, Russia
t-nov-a@yandex.ru

Anna Viktorovna Rodikova, Ph.D. biol. sciences, associate professor

Tomsk State University, Tomsk, Russia
rodikovaav@mail.ru
Kulizhskiy Sergey Pavlinovich, doctor. biol. sciences, professor
Tomsk State University, Tomsk, Russia
kulizhskiy@yandex.ru

The main properties and morphological features of forest-steppe rendzina soils of the Chulymo-Yenisei basin of the Minusinsk intermountain trough are considered.

Keywords: soils, forest-steppe, rendzins, Khakasia, Chulymo-Yenisei Basin

Самобытность почв Сибири неоднократно отмечена в работах почвоведов [4, 9, 10 и др.].

Почвы лесостепного комплекса занимают в пределах Чулымо-Енисейской котловины небольшой локализованный участок на северо-западе территории, в предгорной части Кузнецкого Алатау, фрагментарно окаймляя островную степь (Июсо-Чулымская либо Июсская лесостепь [8]). Особенностью территории является ее двойное контактное расположение: она представляет собой переход не только от степей к лесной зоне, но и от межгорно-равнинных пространств к горным. В почвенном покрове господствуют чернозёмы обыкновенные и выщелоченные, формирующиеся в комплексе с серыми лесными и дерново-карбонатными почвами. Распространение последних на изучаемом участке незначительно, в связи с чем они представляют интерес в большей степени в научном аспекте.

Дерново-карбонатные (типичные) почвы (или рендзины), встречаются небольшими пятнами, занимая верхние части и перегибы склонов орографических элементов, в областях выхода карбонатных пород, причем на влажных участках они более выщелочены, чем на сухих. Формируются эти почвенные системы в условиях промывного и периодически промывного водного режима. О наличии щебнистых маломощных карбонатных высокогумусных дерново-карбонатных почв в пределах Июсо-Чулымской лесостепи упоминал ещё Н.Д. Градобоев, также отмечая их ограниченное распространение [7].

Профиль данных природных объектов формируется, в основном, под действием дерново-аккумулятивного процесса при залегании на элювии карбонатных пород. Почвообразование рендзин всегда включает выщелачивание и декарбонизацию. Образующиеся при разложении органики кислоты нейтрализуются поступающим из выветриваемой породы кальцием. Вскипание почв от соляной кислоты зафиксировано с поверхности, карбонаты, как правило, мучнистой формы, а также в виде корочек на обломках породы, встречающихся с дневной поверхностью. Изученные почвы маломощны и имеют слаборазвитый профиль, в котором выделяются лишь дерновый горизонт и порода различной степени выветрелости.

Все процессы, протекающие в почве, находятся в тесной связи с ее физическим состоянием, и одним из важнейших свойств можно назвать гранулометрический состав. Исследуемые почвы отнесены к

среднесуглинистым и супесчаным разновидностям, при этом, обращает на себя внимание преобладание фракций ила и крупной пыли, а также мелкого песка и ила. Проследить какие-либо закономерности в дифференциации почвенных профилей по гранулометрическому составу не представляется возможным, ввиду их примитивности и маломощности.

Содержание почвенного органического вещества в изучаемых почвенных телах достаточно высоко и составляет 7,39-23,84% в пересчете на гумус в дерновом горизонте, что характеризует их как перегнойные и многогумусные. Однако, ввиду технической сложности отбора массы мелких корней в дерновом горизонте, следует учесть, что данные по содержанию этого параметра, вероятнее всего, завышены.

Для диагностики обеспеченности почв азотом широкое распространение получил анализ содержания его усвояемых форм. В изучаемых объектах в связи с этим был определен легкогидролизуемый азот, как важнейший питательный элемент, формирующий их плодородие. Под термином «усвояемый азот» понимается сумма минеральных и легкогидролизуемых органических соединений, которая может быть использована растениями в течение вегетационного периода. Таким образом, показатель содержания легкогидролизуемого азота отражает потенциальную степень обеспеченности почв данным элементом, причем легкогидролизуемые соединения являются источником пополнения запаса минеральных. Согласно полученным данным, максимальное количество легкогидролизуемого азота характерно для гумусовых горизонтов и составляет 2,00-1,47 мг/100 г. почвы. Соответственно градациям обеспеченности почв данной формой N количество его отвечает степени «очень низкое»: менее 3-5 мг/ 100 г почвы под различными культурами [1].

Под подвижностью химических элементов в почвах рассматривается их способность переходить из твердых фаз в жидкую. Данное свойство позволяет получить представление об активности компонента в жидкой фазе и содержании подобных элементов, кроме того, этот параметр может указывать на потенциальную буферную способность почвы [3]. Данные, полученные в результате лабораторных исследований, указывают на достаточно высокую обеспеченность изученных дерново-карбонатных почв подвижными фосфатами: 14,92-4,32 мгP₂O₅/100г. в гумусовых горизонтах [1].

Карбонаты, зафиксированные в профилях, имеют как первичное происхождение (унаследованы от породы), так и вторичное (появились в результате процессов почвообразования). Общее их количество в пересчете на CO₂ достигает 33,29% в нижних горизонтах, что является достаточно высоким показателем, но вполне объяснимо с точки зрения наследования от материнского субстрата. В некоторых объектах карбонаты выщелочены на небольшую глубину (A + AB), что, по мнению М.Г. Танзыбаева [10, С. 124], определено «... континентальностью климата, небольшим количеством атмосферных осадков, горным рельефом». Бескарбонатные слои в верхней части профиля могут образоваться, по мнению некоторых авторов [5, С. 137], главным образом, «не столько за счет выщелачивания карбонатов на месте, сколько за счет аккумуляции бескарбонатного материала в процессе

непрерывной трансформации почвообразующих отложений экзогенными процессами». Дерново-карбонатные почвы, формирующиеся в транзитной позиции, характеризуются меньшим содержанием и большей выщелоченностью от карбонатов, чем вышележащие почвы, видимо, в связи с большим количеством поступающей со стоком влаги.

Реакция среды слабощелочная в верхних горизонтах и щелочная в нижележащих, что может быть связано с составом подстилающих отложений, содержащих соли угольной кислоты. Тем не менее, величина рН карбонатных почв зависит не только от их наличия, но и от других факторов, например, от концентрации Ca^{2+} в почвенном растворе или давления CO_2 в почве [11, 2001], что, видимо, и объясняет отсутствие прямой зависимости между $\text{CO}_{2\text{карб.}}$ и $\text{pH}_{\text{водн.}}$ в некоторых объектах.

Значения суммы обменных оснований в изучаемых объектах характерны для дерново-карбонатных почв и плавно убывают с глубиной. Общая тенденция в распределении обменных оснований проявляется в их аккумуляции в гумусовых горизонтах. Содержание кальция к материнской породе, в сравнении с вышележащими горизонтами, может несколько увеличиваться. В составе обменных катионов Ca^{2+} преобладает над Mg^{2+} , что отличает данные объекты от почв, развитых на карбонатных красноцветных отложениях, широко распространенных как в пределах изучаемой территории, так и в границах соседней Ширинской степи, где содержание обменного магния может существенно увеличиваться, указывая на магниевую солонцеватость.

Таким образом, изученные дерново-карбонатные почвы лесостепи Чулымо-Енисейской котловины не имеют широкого распространения, встречаются в комплексе с серыми лесными почвами и черноземами, имеют примитивный профиль, вскипают с поверхности, высокогумусны, но при этом слабо обеспечены легкогидролизуемым азотом, но хорошо – подвижным фосфором. В составе обменных катионов преобладает кальций, реакция среды в горизонтах от слабощелочной до щелочной.

Литература:

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / отв. ред. А.И. Бусев. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. – изд. 2-е доп. и перераб. – 488 с.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России. – Ростов-на-Дону: «Эверест», 2008. – 275 с.
3. Воробьева Л.А. Химический анализ почв: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
4. Каллас Е.В., Соловьева Т.П., Танзыбаев М.Г. Почвы озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины // Вопросы географии Сибири / отв. ред. Хромых В.С. – Русское географическое общество, Томский отдел, ТГУ, Томск, 2001. – С. 189-200.
5. Копосов Г.Ф. Генезис почв гор Прибайкалья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. – 254 с.

6. Корреляция почвенных классификаций / В.Д. Тонконогов и др. – Петрозаводск: Карельский Научный Центр РАН, 2005. – 53 с.
7. Почвы Минусинской впадины // Труды Южно-Енисейской экспедиции / Н.Д. Градобоев, С.А. Коляго; под ред. К.П. Горшенина. – Вып. III. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 104 с.
8. Растительный покров Хакасии / А.В. Куминова, Г.А. Зверева, Ю.М. Маскаев и др. – Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1976. –127 с.
9. Соколов И. А. Базовая субстантивно-генетическая классификация почв // Почвоведение. – 1991. – № 3. – С. 107–121.
10. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1993. – 256 с.
11. Танзыбаев М.Г., Булатова Н.Ю. Специфика черноземов Хакасии, формирующихся на известковых породах / отв. ред. С.П. Кулижский. – Томск: ООО «Иван Федоров», 2001. – 160 с.

УДК 634.42

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ГОРНО-ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИБАЙКАЛЯ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ

Мартынова Наталья Александровна, ст. преподаватель
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
Natamart-irk@yandex.ru

В статье представлены результаты комплексного изучения почв горно-долинных ландшафтов юго-западного Прибайкалья Байкальской рифтовой зоны (БРЗ), анализ их свойств, морфогенетических особенностей, ландшафтной и биогеоценотической приуроченности, экологической устойчивости почв, влияния почвообразующих пород и геологической истории.

Ключевые слова: Байкало-Хубсугульский бассейн, горно-долинные ландшафты, экологическая устойчивость почв

REGIONAL FEATURES OF SOILS OF MOUNTAIN-VALLEY LANDSCAPES OF THE PRIBAIKAL AREA OF BAIKAL RIFT ZONE

Martynova Natalia Alexandrovna, senior lecturer
Irkutsk state university, Irkutsk, Russia
Natamart-irk@yandex.ru

The article presents the results of a comprehensive studies of the soils of the mountain-valley landscapes of the southwestern part of Pribaikal region of the Baikal rift zone (BRZ), an analysis of their properties and identity, morphogenetic features, landscape and biogeocenotic affiliation, ecological stability of soils, the influence of soil-forming rocks and of geological history.

Keywords: Baikal-Khuvsgul basin, mountain-valley landscapes, ecological stability of soils.

Актуальность данного исследования определяется уникальностью природных условий, самобытностью почв, биоценозов и ландшафтов, сформировавшихся в пределах Байкала как участка Мирового наследия БРЗ, которые необходимо сохранять. Вокруг оз. Байкал и оз. Хубсугул создана плотная сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различных типов: заповедников, заказников, национальных парков федерального значения. Почвенный покров этих ООПТ характеризуется большим разнообразием, что связано с горным рельефом территорий, сложной геологической историей формирования на границе неогена и антропогена, высотной поясностью, выходом на земную поверхность различных геологических пород. Почвы Прибайкалья имеют высокое средоохранное и средообразующее значение. Поэтому изучение свойств почв, процессов их самовозобновления и экологической устойчивости очень важно для решения вопросов устойчивого развития территории и сохранения почвенного покрова.

В ландшафтной структуре юго-западного Прибайкалья БРЗ нашли отражение основные черты бореально-таежного и бореально-степного планетарных типов среды Азии. Почвенный покров горно-долинных ландшафтов Прибайкалья, вследствие тектонических процессов байкальского орогенеза - очень чувствителен, что обусловлено крутизной склонов, неравномерностью распределения солнечного излучения и осадков и интенсивным развитием денудации. Грубообломочные осадочные породы западного побережья озера Байкал характеризуются большим разнообразием пород, неустойчивых к выветриванию (основных габброидов, измененных до кристаллосланцев, лейкократовых биотитовых гранитов, плагиогранитов, граносиенитов и др.) и широким минералого-петрографическим составом.

В окрестностях пос. Курма Байкальского хребта Прибайкалья на привершинных частях водоразделов под смешанными хвойно-лиственными мохово-разнотравными лесами на элювиально-делювиальных отложениях кислых магматических пород и богатых основаниями тяжелосуглинистых осадочных карбонатных пород формируются слабокислые щелочистые буроземы темно-гумусовые перегнойные ($AH-AU_h-VM_h-C$) и глинисто-иллювирированные ожелезненные ($AU_{ao}-AU_{el}-VM_i-BF_m$), с нейтральной рН и невысоким содержанием обменных катионов, с гуматно-фульватным типом гумуса и песчано-суглинистым составом. На пологих склоновых поверхностях, занятых парковыми сосново-лиственничными травяными (злаково-разнотравными) лесами на грубообломочном делювии формируются серые и темно-серые глеевые ($AU-AU_{el}-BT_{(g)}-BC_g$) и остаточнокарбонатные глееватые ($AU_h-AU-AU_{el}-BC_{(f,g)}$) почвы. Уникальны для Предбайкалья ландшафты предгорных сухих степей, протягивающихся неширокой полосой в дождевой тени на о. Ольхон и в Приольхонье. Недостаток атмосферного увлажнения при высокой водопроницаемости дресвяно-суглинистых почвогрунтов способствуют формированию здесь черноземов глинисто-иллювиальных ($AU_{pa}'-AU_{pa}''-AUBI_{ca}-BCA-BC_{ca}$) и каштановых элювирированных ксерофитных почв ($AJ-AJ-VMK_i-BC_{(ca)}-BC_{m(ca)}$) со скрытосинлитогенным характером их генезиса. Скелетность и периодическое промораживание-оттаивание приольхонских

черноземов обуславливает их пылеватость и языковатость. Для пониженных участков луговых ценозов характерны насыщенные основаниями темногумусовые элювиированные ($AU-AUC_{el}-C1_{el}-C2_f$) и черноземовидные криогенно-мицеллярные глееватые почвы ($AU-CRH-CRH_g-VM_g$).

В смешанных лиственных с сосной парковых высокоотравных лесах окрестностей пос. Б. Голоустное Прибайкальского национального парка с богатым и разнообразным травостоем и увлажнением затененных долин нами были изучены перегнойно-темно-гумусовые элювиированные глееватые почвы ($AH_{el}-AU_h-AU_g-AUC_g$). В кедровых лесах долин (пади «оз. Сухое») с исключительно богатым разнотравьем вследствие выветривания богатых первичными минералами почвообразующих пород – гнейсов - характерно формирование хорошо оструктуренных под влиянием попеременного оттаивания-промерзания и насыщенных высокогумусных черноземовидных элювиированных перегнойно-глеевых почв ($AO_{(lfh)}-AH-AU_{hel}-AU_h-CRH-CRHCG$). Богатство пород кальциевыми полевыми шпатами нейтрализует подкисляющее действие органических кислот, что создает здесь уникальные условия для процессов гумусообразования и накопления гумуса. На остепняющихся полянах и склонах с легко выветривающимися сланцевыми породами развиваются перегнойно-темно-гумусовые остаточно-карбонатные почвы ($O_f-O_h-AH-AU_{hca}-AUC_{ca}$). Почвы степного пояса Приольхонья несут в своих свойствах наследственные признаки прошлых более холодных (лесных) климатических периодов, что и придает им региональные особенности. В западинах Прибайкалья формируются торфяно-глееземы перегнойно-гумусовые омергеленные ($T-T_{h,ml}-AH_{g,ml}-AUG_{ml}$) с высоким содержанием углерода и обменных катионов по всему профилю, среднесуглинистые, с pH от близкой к нейтральной до щелочных значений, что связано с их пропиткой и омергелением на фоне мерзлотного водоупора. Почвы в целом характеризуются достаточно высоким уровнем природного плодородия и потенциальной экологической устойчивости, но их рыхлость и щебнистость делают их весьма неустойчивыми к рекреационным нагрузкам, что вызывает необходимость обязательного регламентирования рекреационных нагрузок на ландшафты.

Почвенный покров фоновых территорий Прибайкалья в окрестностях пос. Листвянки представлен: в привершинных частях отрогов Приморского хребта - дерново-подбурами иллювиально-гумусовыми ($O-AO-AU-VNF-BF-BC_f$); на пологих частях западных макросклонов – буроземами перегнойными ожелезненными криогенно-метаморфизованными ($AU-VM_f-VM-BC_m-C_m$); на нижних частях склонов юго-восточных экспозиций под сосново-березовыми лесами падей и распадков - более гумуссированными и устойчивыми серыми метаморфизованными элювиированными почвами ($AO-AU-AEL-VT_m-BC_m$); по днищам падей и прилегающих равнинных участков - серогумусовыми перегнойно-метаморфизованными глееватыми ($AU_g-VM_g-BC_g-C_g$) и темногумусо-глеевыми иловато-перегнойными криогенно-ожелезненными почвами ($AU_{h,mr}-AU_g-AUC_{fg}-CG$) с хорошей буферной способностью; на придолинных остепняющихся участках южных склонов - высокоустойчивыми черноземовидными квазиглееватыми почвами ($AU-AU_{cm,g}-VI_g-BC_q-C_q$).

Автоморфные почвы пос. Листвянка и его окрестностей характеризуются кислым рН и высоким содержанием подвижного железа, невысоким содержанием гумуса с большим количеством перегнойного материала в силу относительно короткого периода биологической активности, большой выщелоченностью обменных оснований, подвижного фосфора в силу горного рельефа и высокой щебнистости профиля, низкими значениями емкости поглощения. Все это снижает потенциальную экологическую устойчивость почвенного покрова территории. Согласно результатам проведенной нами интегральной бально-рейтинговой оценки экологической устойчивости почв по методу Т. М. Куприяновой с дополнениями по 8 показателям - наибольшим потенциалом экологической устойчивости благодаря «сбрасыванию» загрязнения из-за автоморфного положения в ландшафте и хорошей дренирующей способности щебнистых профилей обладают почвы приводораздельных и склоновых ландшафтов фоновых территорий: дерново-подбуры, буроземы, серые метаморфизованные почвы.

Для территории Тункинской долины (ТД), расположенной вдоль юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны, характерны резкая континентальность климата, большое разнообразие коренных пород (докембрия, протерозоя и палеозоя) вследствие сложного геологического строения региона, тектоники и наличия позднечетвертичных вулканических конусов, сложенных лавами базальтов и вулканическими шлаками, кольцевое распределение комплексов пород и почв при переходе от днища котловин ТД к ее бортам с преобладанием таежно-степных пространств в каскадных ландшафтно-геохимических системах, преобладание субаэральной дезинтеграции природных материалов с распространением лессовых покровов верхнеплейстоценового (сарганского) возраста флювиогляциально-эолового генезиса и активное проявление различных экодинамических процессов, мозаичность горных пород и проявление многолетней и сезонной мерзлоты. Морфогенетические особенности почвенного покрова ТД отражают сложное строение профилей почв, связанное с различными этапами синлитогенеза при участии аллювиальных, пролювиальных, делювиальных и эоловых процессов. В верхней части подгорной колювиально-пролювиальной равнины ТД под злаково-разнотравно-бобовыми березово-сосново-кедровыми лесами на делювиально-пролювиальных отложениях были исследованы темногумусовые глееватые натечно-карбонатные почвы с погребенными толщами серогумусовых почв ($AU_{ao}-CRH_g-BH_g-[AY_g-BC_g]'-[AY-AYBM_g-BM_{ca,g}-BC_{ca,g}]''-[BC_{ca,g}]'''$) с щелочной рН, насыщенные обменными катионами. В лесостепном поясе под бобово-мохово-осоковыми березово-сосново-лиственничными с багульником лесами на лессовидных породах формируются темно-серые метаморфические элювиированные остаточно-карбонатные почвы ($O-AO-AU-AUBT_{ca}-BT_{ca}-BC_{1ca}-BC_{2ca}-C_{1ca}-C_{2ca}$). Под мертвопокровно-разнотравными осоково-моховыми с можжевельником еловыми лесами ТД на аллювиально-пролювиальных отложениях развиты серогумусовые глееватые криогенно-мицелярные карбонатные почвы с погребенными синлитогенными почвами - аллювиальными серогумусовыми глеевыми ($O-AO-AY_{ca}-AYC_{ca}-BC_{ca}-C_{ca,g}$ -

$[AUC_{ca,g}-C_{ca,g}]^I-[AUC_{ca,g}]^{II}-[AUC_{ca}]^{III}-[АН-АУВI_g-AC_{g,ca} \sim]^{IV}-[АУВI_{g,ca} \sim-АУС_{g,ca} \sim]^{V}$.

Омергеление профиля за счет подтягивания карбонатов из насыщенных ими грунтовых вод способствует обогащению почв обменными формами Са и Mg, и накоплению гумусовых веществ. Зональными факторами гипергенеза почв ТД являются криогенез и глеегенез. Карбонатность и пылеватость лессовидных отложений ТД способствует формированию на них щелочных, хорошо оструктуренных достаточно плодородных почв, что наряду с их дренируемостью повышает их экологическую устойчивость.

На северо-западе Монголии на западном берегу оз. Хубсугул, являющегося западным окончанием БРЗ, нами были исследованы почвы крупнейшего Онголигнурского месторождения фосфоритов, протянувшегося вдоль западного берега озера непрерывной полосой в 50 км при ширине 30 км. Данное месторождение входит в состав Хубсугульского фосфоритоносного бассейна (ХФБ), где находится более 30 месторождений хемогенных фосфоритов пластового типа) протяженностью около 300 км при ширине до 120 км с общей площадью в 30000 км² и запасами – более 1 млрд. т [1], образовавшегося на территории древнего палеогеосинклинального бассейна Урало-Монгольского пояса Азии с последующей консолидацией палеозойских (рифейско-кембрийских) складчатых сооружений Южной Сибири и Монголии.

На фосфатно-карбонатных породах месторождения в тундровой зоне формируются карболитоземы перегнойно-темногумусовые глинисто-иллювирированные остаточные-(фосфатно)-карбонатные ($АН_{ca}-АУВI_{ca}-CR_{i,ca(q)}$) криометаморфизованные и квазиглееватые. В таежно-лесном поясе месторождения развиваются серые и темно-серые метаморфические элювирированные остаточные-карбонатные почвы ($AU-AU_{el}-AUBM-BM_{ca}-BC_{ca}$) и буроземы темно-гумусовые элювирированные перегнойные и глееватые остаточные-карбонатные ($AU_h-AU_{el}-BM_{(f)}-BC_{m,ca}$). Горные склоны южных и юго-западных экспозиций локально представлены степными ценозами с черноземами дисперсно-карбонатными ($AU_{dc}-BCA_{dc}-BC_{ca}-C_{ca}$) и каштановыми почвами ($AJ-BMK_{dc}-BC_{ca}$). На ландшафтах террас и высокой поймы формируются черноземы, черноземовидные и темно-гумусовые почвы. В прибрежной зоне озера Хубсугул, в межгорных понижениях, а также по долинам рек широко распространены почвенные комплексы заболоченных лугов и озерно-болотных угодий с перегнойно-темно-гумусовыми квазиглеевыми ($АН-АУ_{hq}-ВI_{q,ca}-C_{qca}$) и торфяно-иловато-перегнойными квазиглеевыми карбонатными криогенными почвами ($ТН_{mr}-АН-ВI_{q,ic(@)}-BCQ_{hi,ic@}$). Выветривание пород в условиях резко континентального климата и почвообразование на фосфоритах, представленных минералом франколитом способствует формированию щелочных высокогумусных почв фульватно-гуматного и гуматного состава с закреплением прочных карбонатно-фосфорно-гумусовых скоагулированных комплексов II и III фракций гуминовых кислот и их дегидратацией, консервацией и «старением», а также - насыщенности почвенного поглощаемого комплекса катионами щелочно-земельных металлов и остаточной аккумуляции в профиле пылеватого силикатного мелкозема, глинистых минералов и илистого органического вещества по мере разложения

и выноса фосфатно-карбонатной компоненты. Избыток фосфора и карбонатов повышает естественное плодородие и экологическую устойчивость почв.

Оценка экологической сбалансированности и устойчивости почв, биоценозов и ландшафтов Байкало-Хубсугульского бассейна, выявление их фоновых характеристик необходимы в целях прогнозирования возможных последствий антропогенно-техногенного пресса. Региональная самобытность почв определяет приоритетность задач сохранения биоразнообразия и почвенного покрова, разработки стратегий рационального использования природных ресурсов и устойчивого развития территорий в бассейне уникальных экосистем оз. Байкал (России) и оз. Хубсугул (Монголии).

Литература:

1. Ильин А.В. Хубсугульский фосфоритоносный бассейн: труды совместной советско-монгольской геологической научно-исследовательской экспедиции. - №. 6. - Отв. ред. А.Л. Яншин - М.: Наука. 1973. - 167 с.

УДК 631.48

ВЕДУЩИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В НИЗКОГОРНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Коваленко Олеся Владиславовна, канд. биол. наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
olesya.kovalenko@mail.ru

В статье представлен обзор по основным процессам почвообразования в низкогорной части Восточного Саяна на примере территории национального парка «Красноярские Столбы». Отмечено влияние растительности как ведущего фактора почвообразования.

Ключевые слова: факторы почвообразования, почвенные процессы, торфяно-подстилочный горизонт, дерновый процесс, гумусообразование, органогенный горизонт.

LEADING SOIL FORMATION PROCESSES IN THE LOW-MOUNTAIN PART OF THE EASTERN SAYAN

Kovalenko Olesya Vladislavovna, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
olesya.kovalenko@mail.ru

The article presents an overview of the main processes of soil formation in the low-mountain part of the Eastern Sayan on the example of the territory of the

national park «Krasnoyarskiye Stolby». The influence of vegetation as the leading factor of soil formation is noted.

Key words: soil formation factors, soil processes, peat-litter horizon, soddy process, humus formation, organogenic horizon.

Известно, что любая почва формируется при взаимодействии факторов почвообразования. При этом факторы имеют разную степень влияния на почвообразовательный процесс.

Восточный Саян является обширной горной страной. Необычность природы гор способствует формированию разнообразия почвенного покрова. Рельеф и почвообразующие породы являются основными факторами эволюции почв горных территорий [2]. Но, не смотря на это, лесные почвы горных областей обладают тем же набором экологических функций, что и все другие почвы: служат источником влаги и элементов питания растений, средой обитания почвенных животных, микроорганизмов и корневых систем растений, являются связующим звеном в циклических процессах синтеза и деструкции органических и минеральных веществ в системе почва – растение - почвенная биота. Но степень значимости и влияния различных функций почв на связанные с ними биогеоценозы (БГЦ), конечно, различна [3]. В горных условиях каждый БГЦ испытывает на себе влияние со стороны БГЦ, лежащих выше его, и, в свою очередь, влияет на БГЦ, лежащие ниже его [8].

Исследованиями была охвачена часть низкогорного пояса Восточного Саяна (200-500м над уровнем моря) не затронутая антропогенной деятельностью в пределах национального парка «Красноярские Столбы» (до 2019 года – государственного природного заповедника «Столбы»). Национальный парк расположен на северо-западных отрогах Восточного Саяна, граничащих со Средне-Сибирским плоскогорьем.

Территория представляет собой область древнего пенеплена, в настоящее время сильно эродированного [9]. Рельеф района – средне- и низкогорный, эрозионно-аккумулятивного происхождения.

На формирование растительного и почвенного покрова региона активно влияют климатические характеристики. Климат менее континентальный, по сравнению с г. Красноярском, о чем свидетельствует меньшая амплитуда годовых температур, более высокая средняя температура января и более низкая – июля.

Сложное геологическое строение Восточного Саяна обуславливает большое разнообразие коренных горных пород. Преобладают осадочные горные породы – известняки и песчаники, метаморфические – мрамор и сланцы, магматические – интрузии щелочных сиенитов. В качестве почвообразующих пород коренные горные породы выступают редко. Наиболее распространенными материнскими породами являются рыхлые четвертичные отложения [1,7]. Гранулометрический состав почвообразующих пород обусловлен коренными породами. Для всех почв характерна повышенная щебнистость.

В качестве лесообразующих пород в заповеднике выступает 7 видов, из них 41% занимает сосна. Отсутствие в подросте видов основных лесообразующих пород, повсеместное преобладание в подросте пихты и зарастание остепненных склонов сосной свидетельствует об увеличении лесистости и возможной смене леса на территории.

Национальный парк «Красноярские Столбы» имеет сложный и контрастный почвенный покров. Почвы имеют особенности, характерные для горных почв в целом: малая мощность (не более 70 см, а чаще 20-50-60), щебнистость (щебень встречается уже в горизонте В, а горизонт С часто представляет собой разрушенную коренную породу), не четкая дифференциация профилей по генетическим горизонтам, слабое развитие грунтового застойного заболачивания в долинах рек, ручьев и отсутствие явлений засоления [1,7].

В почвообразовании доминирует дерновый процесс, он развит почти повсеместно, это приводит к преобладанию дерновых высокоплодородных почв. Особенностью дернового процесса является накопление гумуса, питательных веществ на месте, и создание водопрочной зернистой и комковатой структуры. Дальнейшая эволюция почв будет зависеть от изменения климатических характеристик и растительного покрова.

К наиболее важным элементарным почвообразовательным процессам, помимо ведущего дернового, относятся: подстилкообразование, гумусонакопление, гумусообразование, торфообразование, элювиально-иллювиальная дифференциация профиля, олуговение, оглеение [5].

Не смотря на довольно развитый травяно-кустарничковый ярус, проективное покрытие которого составляет 30-100% [4], 72-93% запасов фитомассы сосредоточено в древесном ярусе: в надземной части – 79-85%, в подземной – 15-21% общих запасов растительного вещества в древостое.

На запасы травяно-кустарничкового яруса приходится от 2-3 до 36% биомассы лесных БГЦ или 3-10 т/га (сумма надземной и подземной растительности). В надземной части сосредоточено от 0,3 до 3,3т/га. В подземной - сосредоточено 3,0-7,7т/га, доля живых и мертвых корней обусловлена видовым составом травянистого яруса в разных БГЦ.

Основной источник органического вещества лесных почв – органогенный (подстильно-торфяной) горизонт. Изученные подстильно-торфяные горизонты лесных БГЦ относятся к среднемошным (их мощность не превышает 5см), горизонты с большей мощностью приурочены к болотным, торфянистым и другим полугидроморфным образованиям.

Запасы подстильно-торфяного горизонта в лесных БГЦ национального парка зависят от типа леса и увеличиваются от сухих условий обитания к влажным, составляя при этом 5-40 т/га. Горизонт состоит преимущественно из остатков средней степени разложенности (подгоризонт О2), что составляет 75% общих запасов лесной подстилки [10].

Органогенный горизонт и травяно-кустарничковый ярус не занимают основную часть в запасах растительного вещества в фитоценозах парка, но имеют определяющую роль в формировании гумусовых свойств почв. Также

большое влияние на гумусное состояние оказывает высокая щебнистость почв территории. Содержание гумуса в аккумулятивном горизонте всех почв очень высокое (>10%), резко снижается с глубиной до низкого и очень низкого уровня. Распределение гумуса эндоморфное [6].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В современных условиях ведущим фактором почвообразования является растительный покров.

2. Основными почвообразующими процессами можно считать биогенно-аккумулятивные процессы: образование органогенного горизонта, гумусообразование, гумусонакопление, в целом формирующие дерновый и аккумулятивный горизонты.

Литература:

1. Бажкова Е.В. Пространственная организация почвенного покрова правобережной части Енисея (на примере низкогорий Восточного Саяна и Енисейского кряжа) Диссертация на соискание ученой степени к.б.н. по специальности 03.00.16 Экология. Красноярск, 1999. – 186с.
2. Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования. – М.: Наука, 1998. – 191с.
3. Добровольский Г.В. Разнообразие генезиса и функций лесных почв // Почвоведение, 1993. – № 9. – С.5-12.
4. Коваленко О.В. Динамика запасов надземной фитомассы в лесных экосистемах заповедника «Столбы» // Научное и инновационное обеспечение АПК Сибири. – Барнаул: АГАУ, 2008. – С. 225-227.
5. Коваленко О. В. Современное почвообразование в низкогорной части Восточного Саяна (заповедник «Столбы») // Вестник КрасГАУ, 2010. – № 1(40). – С. 43-49.
6. Коваленко О.В. Гумусное состояние лесных почв заповедника «Столбы» // Исследования компонентов лесных экосистем Сибири. – Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2006. – С.34-37.
7. Коляго С.А. Почвы Красноярского государственного заповедника «Столбы» // Тр. Гос. заповедника «Столбы». – Красноярск: Кн. изд-во, 1961. – С. 199–247.
8. Роде А.А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. – М.: Наука, 1984. – 256с.
9. Средняя Сибирь / под ред. И.П. Герасимова. – М.: Наука, 1964. – 479 с.
10. Шугалей Л.С., Коваленко О.В. Формирование подстилки в лесных экосистемах заповедника «Столбы» // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск: КрасГАУ, 2009. – Вып. 6. – С.3–8.

ПРОВИНЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Трубников Юрий Николаевич, д-р с.-х. наук
Красноярский научный центр СО РАН, Красноярск, Россия
trubnikov124@yandex.ru

В статье представлены результаты многолетних исследований дерново-подзолистых и серых лесных почв. Для этих почв в условиях Средней Сибири, кроме общеизвестных провинциальных особенностей, характерна слабая дифференциация элювиального горизонта, наличие глеевого горизонта не только в пониженных элементах рельефа, но и на водоразделах.

Ключевые слова: провинциальные особенности, дерново-подзолистые, серые лесные почвы.

PROVINCIAL FEATURES OF SOD-PODZOLIC AND GRAY FOREST SOILS OF CENTRAL SIBERIA

Trubnikov Yuri Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences
Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
trubnikov124@yandex.ru

The article presents the results of long-term studies of sod-podzolic and gray forest soils. These soils in the conditions of Central Siberia, in addition to the well-known provincial features, are characterized by weak differentiation of the eluvial horizon, the presence of a gley horizon not only in the lowered relief elements, but also on watersheds.

Keywords: provincial features, sod-podzolic, gray forest soils.

Основное сельскохозяйственное производство в Красноярском крае сосредоточено в лесостепной зоне, где располагаются преимущественно самые плодородные почвы – агрочернозёмы в различных сочетаниях и комбинациях. В структуре почвенного покрова пашни они занимали площадь 1877 тыс. га, что составляло около 60% от общей пашни. На долю агросерых почв всех подтипов приходилось 659 тыс. га (20,9 %), агродерново-подзолистые почвы были распространены на площади 170 тыс. га (5,4 %) [1]. К настоящему времени площадь пашни в целом сократилась примерно на 30 %. Причем, наибольшее представительство в структуре почвенного покрова залежных земель занимают агросерые и агродерново-подзолистые почвы которые, в отличие от аналогов Западно-Сибирской и, особенно, европейской части России, имеют свои провинциальные особенности, учёт которых необходим при формировании агротехнологий нового поколения.

Разнообразие природно-экологических условий определило многообразие и специфику почв и почвенного покрова нечерноземной зоны Средней Сибири,

охватывающей в основном подтаежную и прилегающую территорию северной части лесостепи. Общеизвестной особенностью почвообразования является смена разных почв на сравнительно небольших пространствах, то есть комплексность почвенного покрова. Эта закономерность обуславливается многими причинами, но к наиболее значимым относятся, микро - и мезорельеф, гидротермический режим, микроклимат, растительные ассоциации, характер залегания почвообразующих пород [2, 3, 4].

Характерной особенностью нечерноземных почв является пониженная степень оподзоленности. Практические ограничения вызывает диагностика оподзоленности на почвах, образовавшихся на карбонатных породах и имеющих тяжелый гранулометрический состав. Характерным следствием специфики гидротермического режима дерново-подзолистых и серых лесных почв является наличие грязно-зеленых пятен закисных форм железа в нижних горизонтах профиля, указывающих на формирование глеевого горизонта. П.С. Бугаков с соавторами объясняют это тем, что над сезонно-мерзлотными слоями часто создаются условия повышенной влажности [5]. То же происходит и под мерзлотным горизонтом, где влага накапливается вследствие конденсации паров, передвигающихся снизу.

На территории Средней Сибири выделяются почвы, которые в других регионах страны не образуются. Это почвы со вторым гумусовым горизонтом, выделяемые на правах рода в пределах типа серых лесных и подтипа дерново-подзолистых почв, которые являются характерным компонентом структуры почвенного покрова территории [2, 6]. Большинство исследователей сходятся во мнении о реликтовом происхождении этого горизонта, представляющего собой остаток темной, глубоко гумусированной почвы.

Для характеристики дерново-подзолистых и серых лесных почв мы использовали как собственные материалы, так и информацию по почвенному обследованию, проведенному Гипроземом. Изучены результаты почвенных обследований 50 хозяйств подтаежных районов Красноярского края с описанием почти 200 разрезов. Генерализация банка данных показывает, что морфологические признаки оподзоленности обнаруживаются по кремнеземистой присыпке и (не всегда) слоеватой структуре. Нижние горизонты (BC, C) дерново-подзолистых почв часто отражают признаки оглеения, что связано с повышенной влажностью почвенного ареала и длительно сезонной мерзлотой. На почвах, сформированных на породах легкого и среднего гранулометрического состава, признаки оглеения обнаруживаются редко. Следствием сезонной мерзлоты является слоеватость горизонтов B и BC. Гумус в дерново-подзолистых и серых лесных почвах аккумулируется в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте и резко снижается вниз по профилю. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам по всему профилю меньше единицы. Мощность гумусового горизонта темно-серых почв и содержание гумуса в верхней части профиля не вызывает опасения ухудшения гумусового состояния почвы при ее распашке, чего нельзя сказать о светло-серых почвах. Представленные почвы хорошо обеспечены обменными основаниями. В нижней части профиля степень ненасыщенности составляет всего 7 – 9 %, что указывает на карбонатность почвообразующих

пород. Верхние горизонты агротемно-серых почв содержат больше кальция и магния, чем агросерые и тем более - светло-серые подтипы, что согласуется с обеспеченностью почв гумусом и распределением илистой фракции по вертикали.

Нечерноземные почвы Средней Сибири отличаются не только повышенной гумусированностью верхних горизонтов профиля, но и более высокой емкостью поглощения и менее кислой реакцией. Слабокислая реакция в пахотном горизонте переходит в более кислую к центральной части профиля (A_1A_2 ; A_2B), но в нижней части кислотность снижается, что объясняется присутствием карбонатов в почвообразующей породе. Для среднекислых и сильнокислых почв характерна повышенная степень насыщенности основаниями и высокая гидролитическая кислотность.

Итак, условия почвообразования определили характерные особенности дерново-подзолистых и серых лесных почв Средней Сибири: пониженная степень оподзоленности и не всегда отчетливая дифференциация элювиального горизонта, оглеение нижней части почвенного профиля не только в пониженных элементах рельефа, но и на водораздельных плато, относительно повышенная гумусированность и укороченный почвенный профиль, карманность и языковатость гумусового горизонта, повышенная степень насыщенности их основаниями, преимущественно тяжелый гранулометрический состав. Здесь встречаются почвы со вторым гумусовым горизонтом. Преобладающая площадь подтайги занята среднекислыми и сильнокислыми почвами, для которых характерна повышенная степень насыщенности основаниями и высокая гидролитическая кислотность. Более трети территории представлена почвами с очень низким и низким содержанием подвижных фосфатов и калия, пятая часть бедна гумусом, поэтому эти почвы остро нуждаются в органических и минеральных удобрениях.

Литература:

1. Крупкин П.И. Черноземы Красноярского края: Монография. Красноярск: Издательство КрасГАУ, 2002. – 332 с.
2. Бугаков П.С., Горбачёва С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. Красноярск: Красноярское кн. изд-во, 1981. – 128 с.
3. Ершов Ю.И. Почвы и земельные ресурсы Красноярского края. Красноярск: Изд-во Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2000. – 81 с.
4. Рудой Н.Г. Производительная способность почв Приенисейской Сибири / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 240 с.
5. Бугаков П.С., Чупрова В.В. Агрохимическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособ. – Красноярск : Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 1995. – 176 с.
6. Будина Л.П., Семина Е.В. Почвенный покров зоны травяных лесов Красноярского округа // Природное районирование центральной части Красноярского края и некоторые вопросы пригородного хозяйства. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 90-104.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Демьяненко Татьяна Николаевна, канд. биол. наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
t-demyanen@mail.ru

Рассмотрены морфогенетические особенности почв и топография почвенного покрова междуречья Бузим-Миндерла в Красноярской лесостепи Приенисейской Сибири.

Ключевые слова: агрочернозёмы, структура почвенного покрова, контрастность, эрозия, микрорельеф.

SOIL COVER STRUCTURE FEATURES IN THE CENTRAL PART OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Demyanenko Tatyana Nikolaevna, Ph.D. of Biological Sciences, assoc. prof.
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
t-demyanen@mail.ru

The morphogenetic features of the soil and the topography of the soil cover between the rivers Buzim-Minderla in the Krasnoyarsk forest-steppe of the Yenisei Siberia are considered.

Key words: agrochernosems, soil cover structure, contrast, erosion, micro-relief.

Настоящая работа ведётся в рамках комплексных исследований по выявлению и типизации структур почвенного покрова (СПП) Красноярской лесостепи. В сообщении проведён анализ морфогенетических и топографических особенностей почв междуречья Бузим - Миндерла в её центральной части.

Междуречье Бузим - Миндерла входит в холмистую часть Красноярской лесостепи. Превышение водораздела относительно уровня обеих рек на ключевом участке составляет 50 м (рис. 1). Ширина водораздельной части междуречья около 1 км, поверхность выпуклой формы с хорошо выраженным суффозионно-просадочным микрорельефом. Макросклоны различаются по длине и крутизне. Протяжённость северного склона от границы водораздельной площади составляет 900 м. Общее его падение 1,3 – 3°, но отдельные участки имеют крутизну до 4°.

Южный склон длиннее и положе, от границы водораздельной площади - 2700 м. Наиболее крутая его часть между границей водораздела и подошвой длиной около 1 км имеет крутизну от 1,4 до 2,8°. Остальная часть, примыкающая к долине р. Бузим очень пологая (не более 0,9°).

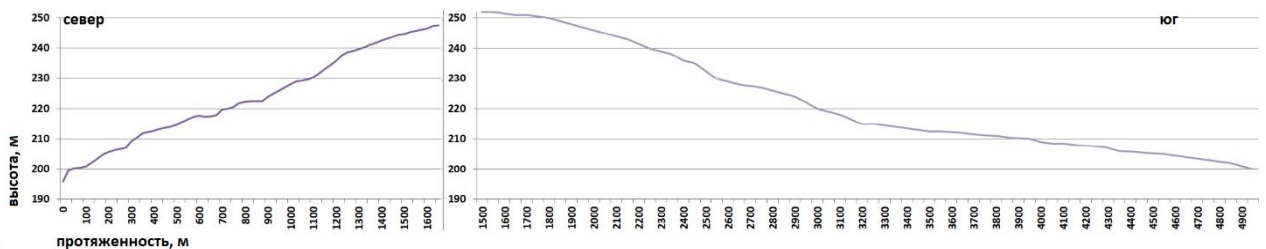


Рисунок 1 – Геоморфологический профиль междуречья Бузим-Миндерла

Рельеф северного макросклона изучен более детально (проведена нивелировка). На основе данных нивелировки и изучения почвенной карты территории проведен анализ ландшафтного устройства северного участка катены и выделены границы элементарных геохимических ландшафтов – элювиальный (Э), трансэлювиальный (ТЭ), трансэлювиальный аккумулятивный (ТЭАк), трансаккумулятивный (ТАк) агроландшафт [2].

В настоящем сообщении использованы данные 53 точек опробования (разрезы, полуямы и прикопки). Методы исследования СПП – катенарный и дешифровочных ключей. Типодиагностика осуществлялась по морфогенетическим параметрам (внешнее строение, содержание гумуса, рН водной суспензии, гранулометрический состав) [1]. Карта структуры почвенного покрова выполнена в ГИС MapInfo 16.

Анализ цифровой почвенной карты учхоза [3] выявил, что в структуре почвенного покрова ключевого участка значительную долю составляют агрочернозем глинисто-иллювиальный слабодефлированный в комплексе с криогенно-мицеллярными среднегумусными маломощными и оподзоленными среднегумусными среднемощными (на карте обозначены Ч2в'тЛ[Ч2о']<Ч2оп">~). Наибольшие абсолютные отметки являются территорией распространения агрочерноземов криогенно-мицеллярных среднегумусных маломощных слабодефлированных в комплексе с криогенно-мицеллярными малогумусными маломощными (Ч2о'гЛ[Ч1о']~). На северном макросклоне катена пересекает контуры глинисто-иллювиальных глееватых агрочернозёмов (Чл оп), на южном сложный контур, где ведущим компонентом являются оподзоленные подтипы данных почв. В составе практически всех контуров обязательно встречаются агрочернозёмы криогенно-мицеллярные среднегумусные (Ч2о).

На территории ключевого участка при полевом исследовании были обнаружены 2 типа – агрочерноземы и агрочерноземы иллювиально-глинистые, представленные подтипами: типичные, оподзоленные, глееватые и гидрометаморфизованные. Встречаются эродированные разновидности.

Самые распространённые (часто встречаемые) почвы на междуречье – типичные глинисто-иллювиальные агрочернозёмы. Они обнаружены и на верхних и на нижних частях склонов в автономных позициях. Характеризуются малой и средней мощностью гумусового горизонта, глубокими гумусовыми затеками и выщелоченностью от карбонатов. Наиболее надёжным признаком типодиагностики является характер перехода и граница между гумусовым и

подгумусовым горизонтом: в криогенно-мицелярных агрочернозёмах переход резкий с ровной, наклонной или карманистой границей, в глинисто-иллювиальном агрочернозёме любых подтипов – переход постепенный, а граница обычно языковатая или затёчная. Глееватые и оподзоленные подтипы иллювиально-глинистых агрочернозёмов имеют среднемощный и мощный гумусовый профиль, в глееватых обязательны ржаво-охристые пятна в нижней части профиля, в оподзоленных – белёная кремнезёмистая присыпка в гумусовом и переходном горизонтах.

Реакция среды верхних горизонтов агрочернозёмов нейтральная или близкая к нейтральной (табл.). Ниже она меняется в зависимости от типовой и подтиповой принадлежности. В агрочерноземах типичных глинисто-иллювиальных наблюдается нестабильная ситуация – при отсутствии морфологической выраженности карбонатов реакция среды достигает уровня слабощелочной, нейтральной или слабокислой, что может быть следствием пульсирующего карбонатного режима. В нижних горизонтах она определяется близостью карбонатных горизонтов. Криогенно-мицелярные агрочернозёмы подщелачиваются с глубиной. Глееватые и оподзоленные глинисто-иллювиальные агрочернозёмы при внешней морфологической схожести различаются по реакции среды: первые менее кислые в нижней части гумусового горизонта и могут подщелачиваться в нижележащих слоях, вторые – наиболее подкислены в горизонтах выщелачивания и, как правило, сохраняют слабокислую или близкую к нейтральной реакцию вниз по профилю.

Таблица - Некоторые диагностические параметры агрочернозёмов и агрочернозёмов глинисто-иллювиальных

Разрез	Глубина, см	рН H ₂ O	Гумус, %	Содержание фракций, %	
				<0.01	<0.001
Агрочернозем глинисто-иллювиальный среднемощный (P2.17)	0-10	7,2	7,26	68,9	39,76
	35-45	7,0	5,43	66,2	42,67
	60-73	6,55	3,19	68,4	32,76
	97-107	6,7	-	69,3	44,57
	125-135	5,9	-	59,6	39,06
	165-175	5,85	-	65,9	47,49
	175 -	-	-	58,0	44,51
Агрочернозем глинисто-иллювиальный эродированный (P13.17)	1-11	6,6	6,2	65,20	38,56
	50-60	7,9	-	59,52	35,92
Агрочернозем глинисто-иллювиальный глееватый среднемощный (P14.16)	7-17	6,25	9,51	64,27	31,45
	40-50	5,75	1,36	67,92	40,33
	66-76	5,6	1,20	63,24	38,16
	84-94	6,0	-	61,10	35,33
	110-120	7,4	-	72,39	33,27
Агрочернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный среднемощный (P17.16)	0-10	6,60	7,38	59,46	33,47
	29-39	5,35	1,70	61,70	30,78
	77 и ниже	6,75	0,70	67,21	40,39

Агрочернозем криогенно-мицелярный маломощный (Р 3.17)	4-14	6,90	7,00	65,52	39,64
	58-68	8,50	0,41	58,00	38,98
Агрочернозем гидрометаморфизованный (Р1к.16)	0-7	7,69	7,29	62,73	36,86
	20-30	6,68	8,39	60,94	35,80
	50-60	7,25	9,89	64,45	38,61
	94-104	5,65	1,8	61,96	41,33
	130140	6,8	–	62,82	30,68

По содержанию гумуса можно сказать, что оба типа почв имеют в верхнем горизонте повышенное содержание гумуса, а в нижнем очень низкое. Согласно почвенной карте 1989 года – агрочерноземы формируются на лёссовидных суглинках и это говорит, что крупнопылеватая фракция является преобладающей. В нашем случае данная фракция находится на втором месте после ила. Гранулометрический состав почв преимущественно легкоглинистый, немного легче (тяжелосуглинистые) гидрометаморфизованные агрочернозёмы и оподзоленные агрочернозёмы глинисто-иллювиальные. В оподзоленных подтипах наблюдается слабое иллювиальное накопление ила (табл.).

Анализ структуры почвенного покрова проведён по материалам исследования северного макросклона.

Почвенный покров водораздельной части неконтрастный. Фон представляет собой пятнистость агрочернозёмов криогенно-мицелярных (Чкмц) мелких и маломощных, приуроченных к микробуграм, и агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных (Чги) маломощных (рис. 2). Элементарные почвенные ареалы (ЭПА) соответствуют пониженным элементам древовидной и изоморфной формы, образованным в результате суффозионных просадок в условиях ровной или слабонаклонной поверхности закрытой формы. В них формируются агрочернозёмы среднемощные и мощные. Наиболее глубокие располагаются на самых низких позициях и содержат погребенный гумусовый горизонт (Чги''+2г) с остатками перепревшей древесины, подтеки, пленки (пятна гумуса).

Склоновая часть катены с крутизной от 0.9 до 4 градусов характеризуется почвенной неоднородностью с заметным участием эродированных компонентов. Основной фон остаётся таким же, как и на водораздельной части (рис. 2). Контурсы, преимущественно, приобретают линейную форму, направленную с юга на север и соответствуют протяжинам. В зависимости от микрорельефа они могут быть полузамкнуты и являются контурами агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных среднемощных (АЧги''). На используемых космоснимках в открытых линейных формах с белесоватой полосой отражаются эрозионные промоины на дне. Эти контурсы формируют пятнистости из агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных и оподзоленных среднемощных и глинисто-иллювиальных эродированных (смытых) (до 10% от площади контура) (АЧги''+АЧгиоп''+<АЧги>). Более глубокие полузамкнутые понижения заняты пятнистостями среднемощных агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных и оподзоленных, но без признаков смытости (АЧги''+АЧгиоп''). Их контурсы изометричной и слаболопастной формы.



Водораздельная часть



Склоновая часть

Рисунок 2 - Структура почвенного покрова северного макросклона междуречья

Северная часть участка представляет собой транс-аккумулятивную позицию катены – здесь расположена крупная западина, занятая в центре черёмухово-осиновым колком. На дне западины формируются агрочернозёмы глинисто-иллювиальные глееватые мощные, образуя изометричный замкнутый элементарный почвенный ареал. К нему примыкают вытянутые мелкоконтурные ЭПА агрочернозёмов глинисто-иллювиальных среднемощных (АЧги'') и маломощных (АЧги').

В целом структура почвенного покрова участка слабоконтрастная, основной фон составляют пятнистости агрочернозёмов криогенно-мицелярных и агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных маломощных (25-50 %). Присутствие эродированных компонентов увеличивает контрастность и обуславливает типизацию данного участка в категорию эрозионно-зональных.

Литература:

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. Москва: Наука – 1965. – 430 с.
2. Жуков З.С., Агроэкологическая группировка элементарных почвенных структур пахотных земель в условиях склонового ландшафта Красноярской лесостепи // Региональные системы комплексного дистанционного зондирования агроландшафтов: Мат-лы 2-го Всерос. науч.-практ. сем. – Красноярск : Из-во ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2019. – С. 24-29.
3. Чупрова В.В., Демьяненко Т.Н., Жуков З.С., Бабиченко Ю.В. Оценка плодородия почв и почвенных комбинаций пахотных земель Красноярской лесостепи // Почвоведение и агрохимия. – Минск, 2015. – 2(55). – С. 47-56.

**Секция 2. АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ:
СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

УДК 631.1

**О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Васильев Олег Александрович, докт. биол. наук, профессор
Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия
vasiloleg@mail.ru

Ильина Тамара Анатольевна, канд. сельскохоз. наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия
t@ilina-1.ru

Чернов Александр Владимирович, канд. сельскохоз. наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия
tcher.aleksandr2014@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы использования залежных земель в Чувашской Республике в современных условиях. В Чувашской Республике сильно распространена ускоренная водная эрозия на землях сельскохозяйственного назначения, почти 83 % площади пашни относится к эродированной. В настоящее время происходит стихийное, бесплановое использование пахотных земель, что ускоренно истощает их плодородие. Почвы без применения удобрений и правильного чередования культур в севообороте начали истощаться, обработка их стала экономически невыгодной, и они оказались заброшенными, или залежными. По происхождению залежные земли в республике представлены двумя различными видами: первый вид - пахотные почвы равнинных участков и пологих склонов крутизной до 2 градусов, заброшенные в результате банкротства сельскохозяйственных предприятий и второй – эродированные почвы с низким плодородием, расположенные на склонах крутизной более 3-5 градусов. На залежах второго типа водно-эрозионные процессы замедлились до геологической эрозии, и почвы восстанавливаются. Первый тип залежей возможно освоить в севообороте, а второй тип – перевести в другой вид сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: агроландшафт, водная эрозия, залежные земли, землеустройство, пашня, плодородие, почва, севооборот.

**ON THE STATE AND PROSPECTS FOR THE USE OF FALLOW LANDS
FOR AGRICULTURAL PURPOSE**

Vasilyev Oleg Alexandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Chuvash State Agricultural University, Cheboksary, Russia
vasiloleg@mail.ru

Ilyina Tamara Anatolyevna, Ph.D. biol. sciences, associate professor
Chuvash State Agricultural University, Cheboksary, Russia

t@ilina-1.ru

Chernov Alexandr Vladimirovich, Ph.D. biol. sciences, associate professor
Chuvash State Agricultural University, Cheboksary, Russia
tcher.aleksandr2014@yandex.ru

The article discusses the issues of using fallow lands in the Chuvash Republic in modern conditions. In the Chuvash Republic, accelerated water erosion is very widespread on agricultural lands, almost 83% of the arable land is eroded. Currently, there is a spontaneous, unplanned use of arable land, which is rapidly depleting their fertility. The soils without the use of fertilizers and the correct rotation of crops in the crop rotation began to deplete, their cultivation became economically unprofitable, and they turned out to be abandoned, or fallow. By origin, fallow lands in the republic are represented by two different types: the first type - arable soils of flat areas and gentle slopes with a steepness of up to 2 degrees, abandoned as a result of bankruptcy of agricultural enterprises and the second - eroded soils with low fertility, located on slopes with a steepness of more than 3-5 degrees. On deposits of the second type, water-erosion processes slowed down to geological erosion, and the soil is recovering. The first type of deposits can be developed in crop rotation, and the second type can be transferred to another type of agricultural land.

Key words: agricultural landscape, water erosion, fallow lands, land management, arable land, fertility, soil, crop rotation.

Плодородие почв составляет множество взаимосвязанных признаков, условно подразделяемых на биологические, агрохимические и агрофизические. В работах многих ученых, изучавших почвенный покров земель сельскохозяйственного назначения Чувашской Республики, показано ухудшение во времени основных факторов плодородия пахотных угодий. Основная форма деградации почв в Чувашской Республике – водная эрозия почв, так как более 85% площади пашни расположено на склонах водоразделов крутизной более 1 градуса и является эрозионноопасной. Около 83% пашни в республике эродировано.

Проблема водной эрозии особенно остро встала в середине 20 века, когда государство закупало зерно за рубежом и директивными методами стремилось максимально увеличить площадь пахотных земель путем освоения склоновых, залесенных и низкоплодородных земельных участков. Это ухудшило соотношение сельскохозяйственных угодий: леса, пашни, сенокосов и пастбищ, и усилило водно-эрозионные процессы.

Во многих районах Чувашской Республики площадь пашни достигает 80-90% площади хозяйств и более, превышая допустимые для лесостепной зоны 50 % [1].

Для борьбы с водной эрозией руководство колхоза «Ленинская искра» под руководством Айдака А.П. самостоятельно доработала проект внутрихозяйственного землеустройства, который включил в себя систему искусственных лесополос, прудов, берегоукрепляющих мероприятий, фашинных запруд. Для защиты почв от водной эрозии доведена до 45% площади пашни под многолетними травами, и впервые в России и Чувашской Республике им была внедрена контурно-мелиоративная система земледелия.

Коллективом колхоза «Ленинская искра» разработан метод восстановления эродированных почв без вывода их из полевого севооборота. В процессе восстановления плодородия эродированные почвы продолжают приносить хозяйству доход: урожайность зерновых культур в целом по хозяйству на 5-10 ц/га выше, чем средняя по республике даже при и минимальном применении удобрений (50-100 кг д.в./га).

Опыт колхоза «Ленинская искра» Ядринского района показывает, что в условиях очень высокой доли пашни земель сельскохозяйственного назначения – почти в два раза выше критической возможно создать культурный устойчивый агроландшафт. Эффективность контурно-мелиоративной системы земледелия в борьбе с водной эрозией и восстановлением плодородия эродированных почв в колхозе «Ленинская искра» Ядринского района научно доказано и результаты исследований изложены в многочисленных научных трудах (монографии, научные статьи) [1, 2, 3, 6].

По происхождению залежные земли в республике представлены двумя различными видами: первый вид - пахотные почвы равнинных участков и пологих склонов, заброшенные в результате банкротства сельскохозяйственного предприятий и второй – эродированные почвы с низким плодородием, расположенные на склонах крутизной более 3-5 градусов.

В 2018 году кафедрой землеустройства, кадастров и экологии Чувашской ГСХА в рамках работ по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения было изучено изменение факторов плодородия на 25-летней залежи (светло-серые лесные почвы Чебоксарского района – д. Пихтулино, Яуши, Ишаки и др.).

Мониторинговые исследования, проводимые более 25 лет на территории Чувашской Республики, показали, что почвенно-эрозионные процессы замедлились и на отдельных участках наблюдаются проградационные процессы вплоть до прироста мощности гумусовых горизонтов на 3-4 см и увеличения содержания гумуса.

Агрохимические свойства почв залежных земель за несколько десятилетий в среднем ухудшились – уменьшилось содержание подвижного фосфора и обменного [4, 5, 7].

Таким образом, эродированные светло-серые лесные почвы многолетней залежи постепенно восстанавливают свое плодородие, а реальная структура сельскохозяйственных угодий сегодня в республике находится в соотношении, близком к оптимальному. Как говорится – не было бы счастья, да несчастье помогло! Будет ошибкой снова вовлечь склоновые залежные земли в оборот. Распашка залежей на склоновых землях вновь приведет к интенсивному развитию водной эрозии, а положительного экономического эффекта не окажется. Необходимо оставить их в резерве, либо перевести в другие виды угодий.

Однако, в прессе периодически раздаются призывы отнять неиспользуемые залежные земли у собственников крестьян и передать их новым хозяевам, или накладывать штрафы за неиспользование участков, что несправедливо. Заставить административными мерами работать на крестьян себе в убыток на малопродуктивной пашне невозможно.

Продавать владельцы залежные земельные доли не желают, и причины

для этого имеются – политическая нестабильность в стране и мире, высокая инфляция, рост цен на продовольствие, еще живы люди, помнящие голодные времена начала 30-х годов прошлого века. А земля, даже с низким плодородием – это гарантированный источник продуктов. Крестьянские хозяйства готовы предложить свои паевые земли в аренду, но желающих обрабатывать эти земли не находится.

Можно сделать вывод о том, что появившиеся площади залежных земель в Нечерноземье России, в том числе и в Чувашской Республике надежно законсервированы и в будущем могут быть вновь освоены.

Исследования, проведенные с помощью полевых опытов с различными сельскохозяйственными культурами, показывают, что залежи на равнинных участках, образовавшиеся в результате банкротства сельскохозяйственных предприятий, можно вновь распахать и производить продукцию растениеводства с рентабельностью 50 % и более.

Напротив, залежные земли второго типа распахивать и вновь вовлекать в сельскохозяйственное производство нецелесообразно, так как в этом случае неизбежно возобновятся водно-эрозионные процессы. Поэтому, залежи на эрозионноопасных землях можно использовать в качестве других видов угодий (леса, лугов, пастбищ и пр.).

Казалось бы, появление залежных земель уменьшило долю пашни в составе земель сельскохозяйственного назначения, агроландшафт с большим процентом эродированных почв естественным образом самовосстанавливается, и опыт колхоза «Ленинская искра» становится менее востребованным.

Но это не так. Мы живем в эпоху глобального изменения климата – повышается среднегодовая температура, климат становится более засушливым, возрастает вероятность катастрофически сильных засух, ураганов. Поэтому остро возникает вопрос ревизии и структуризации земель сельскохозяйственного назначения, создания лесополос, прудов и водохранилищ для сохранения снеговой влаги по примеру колхоза «Ленинская искра», что ослабит водно-эрозионные процессы, испарение почвенной влаги, улучшит микроклимат территории и сохранит уровень подземных вод.

Сегодня для развития сельскохозяйственного производства в Чувашии существует острая необходимость уточнения существующих почвенных карт и их составления в электронном виде. Электронно-цифровые почвенные карты давно уже имеются в соседних республиках и областях, но в нашей республике их нет.

За период 30-40 лет после проведения последних работ по картографированию почв республики изменился почвенный покров, появилась новая классификация почв России (2004).

Исходя из результатов, изложенных в данной статье, для устойчивого развития сельскохозяйственного производства Чувашской Республики необходимо выполнение следующих условий:

1. Создание цифровых почвенных карт земель сельскохозяйственного назначения республики с уточнением почвенных контуров, возможного перевода номенклатуры согласно новой классификации почв России (2004).

2. В связи с перераспределением сельскохозяйственных угодий в результате земельной реформы 1990-х годов необходима разработка новых

проектов внутрихозяйственного землеустройства с оптимальной структурой сельскохозяйственных угодий.

Литература:

1. Айдак А.П. И взойдут семена // Чувашское книжное издательство: 1993. – 56 с.
2. Белков, И. М., Васильев О.А., Ильина Т. А.. Влияние контурно-мелиоративной организации территории на содержание гумуса в почве // Почва, жизнь, благосостояние : Сборник материалов Всероссийской конференции, Пенза, 29–30 марта 2000 года. – Пенза: Автономная некоммерческая научно-образовательная организация «Приволжский Дом знаний», 2000. – С. 5-7.
3. Васильев О. А. Восстановление плодородия деградированных автоморфных почв Южного Нечерноземья. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2016. – 263 с. – ISBN 5912250059.
4. Ильин А. Н. Васильев О. А., Васильев А. О. Интенсивность изменения почвенного покрова и особенности агрохимических свойств светло-серых лесных почв Северной части Чебоксарского района Чувашской Республики // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4(11). – С. 44-51. – DOI 10.17022/dr4k-t109.
5. Ильина Т. А., Ильин А. Н., Васильев О. А. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Чувашской Республики. // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села : материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА), Чебоксары, 20–21 октября 2016 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 142-145.
6. Ильина Т. А., Ильин А. Н., Васильев О. А. Рациональное использование и охрана земель ОПХ колхоз "Ленинская Искра" Ядринского района Чувашской Республики // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации, почетного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича, Чебоксары, 02 июня 2017 года / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 442-448.
7. Vasiliev O. A., Semenov V. G., Yuldashbayev Y. A. [et al.]. Soil cover of the "Zaovrazhny" micro-district, cheboksary, and its ecological state // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. – 2018. – Vol. 3. – No 430. – P. 74-78.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА БАРКОН НА ХАРАКТЕРИСТИКУ ГРУНТОВ, СОЗДАНЫХ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОПИЛОК

Титова Вера Ивановна, доктор с.-х. наук, профессор
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,
Нижний Новгород, Россия
titovavi@yandex.ru

Мартьянова Оксана Сергеевна, аспирант 2 года обучения
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,
Нижний Новгород, Россия
o_s_kovalchuk@mail.ru

Ерастова Наталья Владимировна, аспирант 2 года обучения
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,
Нижний Новгород, Россия
nve16062000@yandex.ru

В статье приведены показатели, характеризующие плодородие грунта, созданного на основе серой лесной почвы (60% по массе) и древесных опилок (40%), после их 45-дневного компостирования с препаратом-деструктором органического вещества Баркон.

Ключевые слова: почвозрунт, опилки, деструктор, элементы питания, дыхание почвы.

EFFECT OF THE PREPARATION BARCON ON THE CHARACTERISTICS OF SOILS CREATED ON GRAY FOREST SOIL WITH THE ADDITION OF SAWDUST

Titova Vera Ivanovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhni Novgorod, Russia
titovavi@yandex.ru

Martyanova Oksana Sergeevna, 2nd year PhD student
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
o_s_kovalchuk@mail.ru

Erastova Natalya Vladimirovna, 2nd year postgraduate student
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
nve16062000@yandex.ru

The article presents indicators characterizing the fertility of soil created on the basis of gray forest soil (60% by weight) and sawdust (40%), after their 45-day composting with the organic matter destructor Barkon.

Key words: soil, sawdust, destructor, nutrients, soil respiration.

Введение. Известно, что в отношении всех земель, обладающих плодородными свойствами, российским законодательством закреплена обязанность сохранения и восстановления их биосферных функций [1,4,6]. Это касается всех земель, которые часто подвергаются как природно-техногенному, так и антропогенному воздействию [7]. Такое воздействие происходит, например, при прочистке залесенных площадей от древесно-кустарниковой растительности. В последнем случае обычно используется технология мульчирования, т.е. дробление остатков древесины, коры, лесосечных отходов и распределение их по поверхности с частичной заделкой остатков в приповерхностный слой почвы. На поверхности при этом остается слой растительной (древесной) мульчи высотой от 5 до 15-20 см (в зависимости от микрорельефа территории).

Эта фитомасса с течением времени минерализуется, хотя процессы разложения органического вещества древесных остатков имеют очень низкую скорость, что сказывается на эффективности их использования в таком направлении и требует внедрения некоторых технологических приемов. Прежде всего, это тщательное измельчение древесных отходов и получение фитомассы с преимущественным содержанием частиц 10-50 мм, а затем равномерное распределение дробленых остатков древесно-кустарниковой растительности по поверхности почвы слоем не более 10-15 см. Такие процессы в некоторой мере идентичны технологии сидерации почв в аграрном комплексе, ориентированном на биологическое земледелие [5]. Другим, не менее значимым условием активизации процессов разложения является использование микробиологических препаратов-деструкторов органического вещества [2,3].

Цель исследования – оценка влияния микробиологического препарата Баркон, деструктора лигнинсодержащих растительных остатков длительного действия, на агроэкологическое состояние грунта на основе почвы (серая лесная среднесуглинистая, 60% по массе) и древесных остатков (опилки: сосна, осина, 40%) при их компостировании.

Методика. Опилки предварительно в течение 3 недель выдерживали с препаратом Баркон (в одинарной дозе – 50 мл препарата на 1 кг опилок, двойной – 100 мл/кг). При смешивании почвы и опилок внесли известняковую муку (из расчета 4 г/кг по действующему веществу) и оставили на 45-дневное компостирование в естественных температурных условиях открытой площадки при периодическом дополнительном поливе до состояния 80% влажности в сосудах объемом на 7 кг. Опыт повторен дважды: в 2020 году с 07 июня по 23 августа, в 2021 году – с 24 мая по 09 июля. По окончании опыта определили основные агрохимические показатели почвогрунтов (содержание органического вещества, легкогидролизуемый азот, подвижные соединения фосфора и калия, рН солевой вытяжки), а также целлюлозоразрушающую способность грунтов и дыхание.

Результаты исследования. Основные результаты исследования приведены в таблице 1.

Данные опыта свидетельствуют, что реакция среды почвогрунтов на большинстве вариантов и в оба года постановки опыта трактуется как слабокислая. Исключение составляет лишь контрольный вариант в 2021 году, где она сдвигается в сторону подкисления. Одной из причин таких значений показателя рН является, безусловно, известкование почвогрунтов при их подготовке, что было предпринято с целью снижения возможной кислотности опилок и формирования более благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры создаваемых грунтов. Предварительная обработка опилок биопрепаратом Баркон и дальнейшее 45-дневное компостирование опилок с почвой на кислотность почвогрунтов влияние не оказали, оставив ее слабокислой.

Таблица 1 – Влияние микробиопрепарата Баркон на основные агрохимические показатели почвогрунта

Варианты опыта	2020 г.					2021 г.				
	Орг.в-во, %	N _л *, мг/кг	pH _{ккл}	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Орг. в-во, %	N _л *, мг/кг	pH _{ккл}	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Почвогрунт -ПГ	2,14	31	5,0	97	120	2,36	38	4,9	88	116
ПГ + Баркон-1	2,29	42	5,1	114	140	2,41	46	5,0	92	128
ПГ + Баркон-2	2,36	58	5,1	125	151	2,48	61	5,1	102	137
<i>HCP₀₅</i>	0,16	9	0,2	14	10	0,11	7	0,2	10	8

Примечание: * - азот легкогидролизуемый

Биопрепарат Баркон в одинарной дозе на содержание органического вещества не влияет. Однако содержание легкогидролизуемых форм азотсодержащих веществ при этом доказательно увеличивается, что свидетельствует об активации процессов разложения органического вещества опилок. Двойная доза Баркона приводит к повышению содержания органического вещества и достоверному увеличению концентрации легкогидролизуемого азота в сравнении с контрольным вариантом. Более того, увеличение дозы Баркона оказывает достоверное положительное влияние на процессы минерализации органического вещества грунтов. Это подтверждается сравнением вариантов 3 и 2: разница в содержании легкогидролизуемого азота на этих вариантах выше наименьшей существенной разницы, т.е. достоверна.

Содержание подвижного фосфора в грунтах на контрольном варианте в оба года проведения опытов трактуется как среднее. После внесения биопрепарата Баркон содержание фосфора повышается и оценивается как повышенное (исключение – вар. 2 в 2021 году, где оно осталось средним). Полученные результаты свидетельствуют, что минерализация органического вещества опилок при внесении Баркона двойной дозой шла еще более активно, что привело к доказательному увеличению содержания подвижных соединений фосфора в грунте варианта 3 не только в сравнении с контрольным вариантом, но и с вариантом, где внесена одинарная доза Баркона (вар. 2).

Содержание подвижных соединений калия в созданных грунтах оценивается как среднее, а при компостировании с микробиологическим препаратом Баркон – как повышенное. Использование Баркона в качестве деструктора органического вещества как в одинарной, так и в двойной дозе,

стабильно повышало содержание доступного для растений калия, что может быть следствием высвобождения его как из калийсодержащих минералов серой лесной почвы, так и из грубого органического вещества опилок.

Микробиологическую активность оценивали по двум показателям: целлюлолитическая активность и дыхание почвы (табл. 2).

Установлено, что способность микрофлоры созданного почвенно-биотического комплекса грунтов к разрушению целлюлозы без внесения препарата-деструктора очень слабая (вар. 1). Добавление биопрепарата Баркон несколько повышает её численно, что оценивается уже как «слабая целлюлолитическая активность», а в случае использования Баркона в двойной дозе численно приближает её к характеристике «средняя целлюлолитическая активность». Столь низкие значения активности прохождения процессов разрушения клетчатки, возможно, есть следствие относительно непродолжительного времени проведения опыта – 45 дней может быть недостаточно для полного завершения процессов деструкции древесных остатков.

Таблица 2 – Активность микрофлоры в почвогрунтах при компостировании

Варианты опыта	2020 г.		2021 г.		2020-2021 гг.	
	1	2	1	2	1	2
1. Почвогрунт – Опилки	8,4	5,6	10,2	6,8	9,3	6,2
2. Почвогрунт + Баркон-1	16,7	12,3	18,1	14,0	17,4	13,2
3. Почвогрунт + Баркон-2	25,5	18,3	30,4	20,3	28,0	19,3
<i>HCP₀₅</i>		5,4		5,2		

Примечание: 1 – целлюлолитическая активность, %; 2 – дыхание почвы, мг CO₂/10г/сут.

Общая активность хода микробиологических процессов в грунтах без биопрепарата, судя по объему выделяющегося углекислого газа, оценивается как слабая. Одинарная доза Баркона существенно активизирует процессы жизнедеятельности почвенной биоты и дыхание оценивается уже как средней интенсивности. Обработка опилок двойной дозой препарата-деструктора, смешивание с почвой и их полуторамесячное компостирование приводят к тому, что дыхание трактуется как высокое. Отдельно следует отметить, что между всеми вариантами опыта по этому показателю отмечена достоверная разница.

Выводы.

1. Установлено, что 45-дневное выдерживание почвогрунтов, приготовленных на основе серой лесной почвы (60%) и опилок (40%), с изучаемыми дозами препарата-деструктора Баркон, способствует повышению содержания легкогидролизуемого азота, при незначительном изменении содержания органического вещества и позитивном влиянии на обеспеченность почвогрунтов подвижными соединениями фосфора и калия.

2. Целлюлозоразрушающая способность грунтов при использовании препарата Баркон повышается, но остается слабой. Двойная доза Баркона численно изменяет целлюлолитическую активность, приближая её к границе почв со средней активностью.

3. Общая активность микробоценоза с введением в систему «почва – опилки» биопрепарата-деструктора Баркон повышается существенно и неуклонно, изменяясь от варианта к варианту от слабой до средней и высокой. Активность микрофлоры созданных почвогрунтов без биопрепарата очень слабая или слабая.

Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход // М. : Наука. «Интерпериодика», 2000. – 185 с.
2. Заболотских В.В. Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе экобиотехнологий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. – Т.14. – №1. – С.728-733.
3. Использование биокаталитических процессов лигниноцеллюлозного действия для комплексной переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Фундаментальные и прикладные аспекты / О.В. Королева [и др.] // Современные проблемы науки и образования, 2013. – № 5. – С. 5-23.
4. Леднев А.В. Экономическая оценка биосферных функций почвенного покрова // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы междунардн. научно-практич. конф. Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 242-246.
5. Новиков М.Н., Фролова Л.Д. Сидераты как фактор оптимизации использования органических удобрений // Агрохимия, 2015. – №4. – С. 44-53.
6. Титова В.И. Подходы к выбору показателей и опыт оценки способности почвенного покрова к выполнению общебиосферных функций // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2018. – Т. 67. – №6. – С. 4-16. doi: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.04-16.
7. Титова В.И. Влияние пирогенеза на продуктивность фитоценоза, содержание и компонентный состав органического вещества аллювиально-болотной осушенной почвы / В.И. Титова, Н.В. Полякова // Агрохимия, 2020. – №12. – С. 11-18. doi: 10.31857/S000218812012011X

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВИНОГРАДОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Середи́на Валенти́на Петро́вна, докт. биол. наук, профессор
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия
seredina_v@mail.ru

Овсянникова Светлана Васильевна, канд. биол. наук, доцент
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
Кемерово, Россия
sv_ovsyannikova@mail.ru

В статье представлены результаты полевых и экспериментальных исследований почв естественных и техногенных ландшафтов Виноградовского угольного разреза и выявлены специфические особенности почв, находящихся в зоне воздействия техногенного объекта.

Ключевые слова: Виноградовский угольный разрез, естественные и техногенные ландшафты, почвенный покров, эмбриоземы, свойства.

CHARACTERISTICS OF THE SOIL COVER OF VINOGRADOVSKY COAL MINE

Seredina Valentina Petrovna, doctor. biol. sciences, professor
National research Tomsk state university, Tomsk, Russia
seredina_v@mail.ru

Ovsyannikova Svetlana Vasilevna, Ph.D. biol. Sciences,
Associate Professor Kuzbass state technical university T.F. Gorbachev,
Kemerovo, Russia
sv_ovsyannikova@mail.ru

The article presents the results of field and experimental studies of soils in natural and technogenic landscapes of the Vinogradovsky coal mine and reveals the specific features of soils located in the impact zone of a technogenic object.

Key words: Vinogradovsky coal mine, natural and technogenic landscapes, soil cover, embryozems, properties.

Кузбасс – крупнейший из эксплуатируемых сегодня угольных бассейнов России, на долю которого приходится почти 40% общей добычи и более 70% добычи коксующихся углей. Угольная промышленность создает мощное техногенное воздействие на окружающую среду, которое сопровождается разрушением почвенного покрова и естественных ландшафтов при проведении горнодобывающих работ как открытым, так и подземным способом [2].

Настоящая работа имеет целью изучения условий формирования и свойств техногенных почв угольного разреза «Виноградовский»,

расположенного в Беловском районе Кемеровской области и относящемуся к лесостепной зоне Западно – Сибирской низменности. Беловский район – один из промышленно развитых районов, расположенных в пределах Кузнецкой котловины. Почвенные ресурсы широко используются для выращивания зерновых и технических культур, однако на земельные ресурсы этого региона оказываются в настоящее время значительные антропогенные нагрузки.

Достаточное количество осадков, равнинный слабовсхолмленный характер рельефа Кузнецкой котловины, лессовидность пород, лугово-степная растительность с примесью березово-осиновых лесов – все это создает условия для образования почв черноземного типа, представленных разрезами черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных и лугово-черноземных почв. В соответствии с классификацией и диагностикой почв России [3], черноземы выщелоченные относятся к стволу постлитогенных, отделу аккумулятивно-гумусовых, типу черноземов глинисто-иллювиальных, подтипу типичных, роду насыщенных; черноземы обыкновенные – к стволу постлитогенных, отделу аккумулятивно-гумусных, типу черноземов, подтипу миграционно-мицелярных, роду насыщенных; лугово-черноземные почвы – к стволу постлитогенных, отделу аккумулятивно-гумусных, типу черноземов, подтипу гидрометаморфизованных почв, роду насыщенных.

Почвенный покров техногенных ландшафтов Виноградовского каменноугольного разреза представлен различными типами эмбриоземов. Проведенные исследования вскрыли специфику почв техногенных экосистем. Она заключается в том, что морфологические, химические и физико-химические различия формирующихся почв обусловлены особенностями аккумуляции в почвенном профиле органического вещества. Это является причиной того, что почвенный покров техногенных ландшафтов лесостепи, в отличие от горно-таежного пояса [4], представлен в основном эмбриоземами двух типов – инициальными и дерновыми. В соответствии с профильно-генетической классификацией почв техногенных ландшафтов [1], эмбриоземы относятся к стволу постлитогенных почв, классу биогенно-неразвитых, подтипу типичных, роду обычных. Согласно классификации и диагностики почв России [2], инициальным эмбриоземам соответствует подгруппа литостратов из группы натурфабрикатов техногенных поверхностных образований. Дерновым типам эмбриоземов наиболее близки псаммоземы и пелоземы гумусовые, относящиеся к отделу слаборазвитых почв, также входящих в ствол первичного почвообразования. В соответствии с системой классификации WRB [5] данные почвы можно отнести к реферативной почвенной группе (RSG) регосолей и спониктовых антросолей.

Специфика почвообразования данного региона объясняется не только климатическими особенностями территории, но и генезисом почвообразующих пород, которые в значительной мере обуславливают химический и гранулометрический состав почв, а также их физические свойства. Исследуемые фоновые почвы по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым разновидностям, что связано с лессовидностью почвообразующих пород, широко распространённых на территории Кузнецкой

котловины. Преобладающими фракциями являются илистые и крупно-пылеватые. Поведение илистой фракции в профилях изученных почв подтверждает характер и направленность процессов почвообразования. Реакция среды исследованных почв находится в нейтральном диапазоне (6,53-7,05). Содержание обменных катионов $Ca^{2++}Mg^{2+}$ в исследованных выщелоченных и обыкновенных черноземах колеблется в пределах 40,15-46,45 мг-экв, с максимумом в лугово-черноземной почве (48,24 мг-экв на 100г почвы).

Особенности биологического круговорота, специфика условий гумусообразования и гумификации в пределах лесостепной зоны Кузнецкой котловины приводят к тому, что содержание гумуса закономерно увеличивается от выщелоченных и обыкновенных черноземов, относящихся по содержанию гумуса к среднегумусным (6,35-6,63%) к наиболее гумусированным (11,14%) лугово-черноземным почвам. Установлено, что по групповому и фракционному составу гумуса выщелоченные черноземы, являющиеся эталоном для техногенных почв, характерны черты, присущие данному подтипу. В групповом составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами; тип гумуса можно охарактеризовать как фульватно-гуматный ($C_{гк}/C_{фк}=1,33$). Доминирующей фракцией гуминовых кислот по всему профилю является наиболее ценная, связанная с кальцием. Содержание подвижных форм гумусовых кислот невелико. Отмечается высокая степень гумификации органического вещества. Соотношение C:N (9,92) свидетельствует о средней обогащенности гумуса азотом. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, а также их запасы в слое 0-20 см позволяют отнести изучаемые почвы к высокообеспеченным основными питательными элементами.

При оценке особенностей формирования почв в условиях угольного месторождения по сравнению с ненарушенными зональными почвами необходимо отметить, что изначально все почвообразующие субстраты техногенных почв представлены смесью вскрышных и вмещающих пород с различным составом. Поэтому техногенные почвы обладают иными, нежели фоновые почвы, свойствами. Они, как правило, имеют более высокую каменистость, что определяет неблагоприятный водный режим и незначительное содержание в них элементов минерального питания.

В морфологическом отношении исследуемые типы эмбриоземов имеют очень малую мощность профиля, не превышающую 40см и слабую степень дифференциации на генетические горизонты. Специфической особенностью эмбриоземов, существенно отличающей их от фоновых черноземных почв, является невысокое содержание мелкозема (в инициальных эмбриоземах 5,36-7,63%, в дерновых 8,62-17,79%), что можно считать косвенным показателем слабой выраженности структурообразовательных процессов и низкой водоудерживающей способности. В дерновых эмбриоземах, по сравнению с инициальными, установлено возрастание содержания мелкозема, что связано с постепенным усилением роли и интенсивности биохимических процессов. Эмбриоземы инициальные – эволюционно молодой тип почвоподобных тел, морфологическим признаком которых является отсутствие органогенного горизонта, что обусловлено недостаточной интенсивностью биогенного

преобразования субстрата. Результаты гранулометрического состава мелкозема свидетельствуют о том, что преобладающими фракциями в эмбриоземах являются песчаные фракции, содержание которых, как правило, увеличивается вниз по профилю.

Характер распределения обменных катионов в профиле эмбриоземов связан не только с особенностями их вещественного состава, но и с наличием привнесенных с окружающих территорий гумусовых веществ, а также с накоплением свежих органических веществ при разложении опада травянистых растений. Установлено, что по величине и составу обменных катионов дерновые эмбриоземы приближается к фоновым почвам. Профильный ход рН в эмбриоземах осложнен наличием угля и углефицированных частиц, влияющих на состав ППК, содержание углерода и буферные свойства. В верхней части профиля реакция почвенного раствора в дерновых эмбриоземах близка к нейтральной (рНводн 6,67-6,69), а в инициальных – к слабощелочной (рНводн. 7.63-7,67).

В отличие от фоновых почв (черноземов выщелоченных) состав гумуса дерновых эмбриоземов характеризуется гуматно-фульватным характером. Специфической особенностью гумуса этих почв является низкое относительное содержание гуминовых и фульвокислот и высокое – негидролизуемого остатка (67-79%). В результате изучения различных типов эмбриоземов угольного разреза «Виноградовский» прослеживается отчетливая положительная динамика их свойств. В дерновых эмбриоземах, по сравнению с инициальными, наблюдается более интенсивное накопление углерода органического вещества и биогенных элементов (азота, фосфора и калия). Почвообразовательные процессы в дерновых эмбриоземах наиболее активно проявляются лишь в верхних горизонтах, с глубиной профиля их активность уменьшается.

Литература:

1. Гаджиев И.М., Курачев В.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд., 1992. – 305 с.
2. Двуреченский В.Г., Середина В.П. Почвенно-экологическое состояние и пути восстановления техногенных экосистем лесостепного пояса Кузнецкой котловины // Безопасность жизнедеятельности. – 2017. – №12. – С. 47-52.
3. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
4. Середина В.П., Двуреченский В.Г., Пронина И.А., Акинина А.Н. Вещественный состав эмбриоземов, формирующихся на отвалах железорудных месторождений юга Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2017. – №. 40. – С.25-43.
5. World Reference Base for Soil Resources. 2014. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps World Soil Resources Reports, 2014. – Vol. 106. FAO, Rome. – 181 p.

**АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРОДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ
И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО
ПОКРОВА ПРЕДСАЛАИРЬЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА РАЗНЫХ
СТАДИЯХ ПОСТАГРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ**

Кудряшова Светлана Яковлевна, канд. биол. наук, с.н.с.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
sya55@mail.ru, kudryashova@issa-siberia.ru

Танасиенко Анатолий Алексеевич, докт. биол. наук, в.н.с.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
tanasienko@issa-siberia.ru

Чумбаев Александр Сергеевич, канд. биол. наук, зав. лабораторией

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
chumbaev@issa-siberia.ru

Соловьев Сергей Викторович, канд. биол. наук, н.с.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
solovyev@issa-siberia.ru

Миллер Герман Федорович, канд. биол. наук, н.с.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
miller@issa-siberia.ru

Безбородова Анна Николаевна, канд. биол. наук, ученый секретарь, н.с.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия
bezborodova@issa-siberia.ru

В хронологических рядах постагрогенных черноземов склоновых земель Предсалаирья Западной Сибири, скорость постагрогенной трансформации зависит от их способности к самовосстановлению, характера сукцессии растительности и интенсивности эрозионных процессов.

Ключевые слова: эродированные черноземы, Предсалаирье, постагрогенная динамика, агрофизические свойства, биологическая продуктивность.

**AGROPHYSICAL PROPERTIES OF ERODATED CHERNOZEM AND
BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF VEGETATION COVER OF THE
PRESALAIR REGION OF WESTERN SIBERIA AT DIFFERENT STAGES
OF POSTAGROGENIC SUCCESSION**

Kudryashva Svetlana Yakovlevna, Ph.D. biol. Sciences, Senior Researcher

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
sya55@mail.ru kudryashova@issa-siberia.ru

Tanasienko Anatoly Alekseevich, doctor. biol. Sciences, Leading Researcher

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
tanasienko@issa-siberia.ru

Chumbaev Alexander Sergeevich, Ph.D. biol. Sciences, Head of the Laboratory
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
chumbaev@issa-siberia.ru

Solovyev Sergey Victorovich, Ph.D. biol. Sciences, Researcher
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
solovyev@issa-siberia.ru

Miller German Phodorovich, Ph.D. biol. Sciences, Researcher
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
miller@issa-siberia.ru

Bezborodova Anna Nikolaevna, Ph.D. biol. Sciences, Scientific secretary Researcher,
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia
bezborodova@issa-siberia.ru

In the chronological series of post-agrogenic chernozems of the slope lands of the Predsalaïr region of Western Siberia, the rate of post-agrogenic transformation depends on their ability to self-recovery, the nature of vegetation succession, and the intensity of erosion processes.

Key words: eroded chernozems, Predsalaïr, post-agrogenic dynamics, agrophysical properties, biological productivity

Основной фонд пахотных земель Западной Сибири представляют черноземные почвы, значительная часть которых расположена в условиях Присалаирской дренированной равнины, характеризующейся высокой степенью вертикального и горизонтального расчленения рельефа и интенсивным развитием эрозионных процессов. В связи с изменением социально-экономических отношений в РФ после 1991 г. обширные площади пахотных земель были выведены из сельскохозяйственного оборота. По состоянию на 2019 г. в Новосибирской области из земель сельскохозяйственного назначения, площадью 11128,5 тыс. га, не использовалось 1101,1 тыс. га пашни, в том числе площадь пахотных земель до 2 лет составляла 146,5, от 2 до 10 лет 548,4 и более 10 лет – 406,2 тыс. га [1].

Учитывая актуальность и научно-практическую значимость проблемы, целью исследования являлось выявление направления и скорости почвообразовательных процессов на черноземных почвах, выведенных из сельскохозяйственного оборота, оценка трансформации показателей плодородия постагрогенных почв с учетом специфики эрозионных процессов.

В Методических рекомендациях по определению сроков пребывания земельных участков сельскохозяйственного назначения Новосибирской области в залежном состоянии, неиспользуемые земли сельскохозяйственного назначения в течение 2-3 лет считаются молодыми залежами и 10 лет – залежами среднего возраста [6]. На склоновых землях Предсалаирской лесостепи был выбран хронологический ряд почв: пашня – молодая залежь (2-3 года) - средневозрастная залежь (7-10 лет). В системе субстантивно-генетической классификации почв России (2004) эти почвы могут быть выделены как агрочерноземы типичные глинисто-иллювиальные [2].

По мнению большинства исследователей, к числу основных факторов, определяющих направление почвообразования и скорость формирования плодородия постагрогенных почв, относятся биологическая продуктивность и видовой состав фитоценозов залежных сукцессий [3, 5, 7]. На ключевых участках молодых залежей, растительный покров которых составляет 70% общего проективного покрытия, представлен доминирующими рудеральными видами, такими как молочай лозный (*Euphorbia virgata*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), льнянка остролопостная (*Linaria acutiloba*), овес пустой (*Avena fatua*). Всего на ключевом участке выявлен 21 вид растений, из которых наиболее обильны латук компасный (*Lactuca serriola*), мелколепестник канадский (*Conyza canadensis*), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum*). Пионерная стадия растительного покрова формируется в основном многолетними видами, доля которых составляет 70% общего видового состава, а доля однолетних видов значительно меньше - 30%. Основной вклад в формирование общего запаса растительного вещества средневозрастных залежей вносят злаки - ежа сборная (*Dactylis glomerata*), кострец безостый (*Bromus inermis*), вейник наземный (*Calamagrostis epigejos*) и пырей ползучий (*Elymus repens*), запас надземной фитомассы которых достигает 30-190 г/м². Виды семейства бобовых, встречаются единично, но формируют значительный объем фитомассы - люцерна серповидная (*Medicago falcata*) и чина клубненосная (*Lathyrus tuberosus*) вносят более 20% в общий запас растительного вещества. Доля участия остальных видов в формировании общего запаса фитомассы не велика - менее 5%. Всего на ключевом участке выявлено 24 вида растений, из которых 96% являются многолетними и только 4% представляют малолетние виды.

Общие запасы и структурный состав растительного вещества позволяют определить скорость биологического цикла при восстановлении залежных экосистем, направление почвообразования и формирование плодородия постагрогенных почв. Как было установлено ранее, средний запас зеленой фитомассы в агроценозах пшеницы в Новосибирской области составляет 385,1 и надземной мортмассы - 20,3 г/м². Для целинных и залежных земель эти данные составляют 42,2 и 169,8 г/м² [8]. Из-за ежегодного отчуждения не только товарной продукции (зерна) пшеницы, но и соломы в агроценозах пшеницы формируется крайне низкий запас надземной мортмассы. В сумме запас надземной фитомассы и мортмассы, включая ветошь, подстилку и пожнивные остатки в пахотных агрочерноземах составляет менее 310 г/м².

Смена доминантов приводит к количественным изменениям формирования запасов надземной мортмассы. При отмирании фитомассы образуется мортмасса, значительную часть которой составляет подстилка (601,5 г/м²). Изменение закономерностей формирования и минерализации надземной фитомассы и мортмассы в постагрогенных агроценозах существенно влияют на формирование форм почвенного органического углерода (Спов). Низкая концентрация Спов в пахотных почвах обусловлена небольшим количеством попадающих в почву растительных остатков, отчуждением части растительной продукции с урожаем, изменением условий гумификации и минерализации при возделывании почв, а также выносом в виде эрозионных

потерь (табл.). В молодых и особенно средневозрастных залежах отмечается некоторое накопление Спов в бывшем пахотном горизонте. Особо следует отметить повышение концентрации водорастворимого органического углерода (WSOC) в верхней части почвенного профиля залежи, что, вероятно, связано с накоплением и дальнейшей минерализацией надземной мортмассы. Общее накопление почвенного органического углерода в залежных почвах происходит за счет образования крупного (детритной стадии) органического вещества.

Таблица – Содержание форм органического углерода в агрочерноземах пашен и на разных стадиях постагрогенной сукцессии Присалаирской лесостепи, %.

Глубина , см	Содержание форм органического углерода, %				SOC / TOC
	органически е соединения углерода (SOC)	неорганически е соединения углерода (SIC)	общее содержани е углерода (TOC)	водорастворимы й органический углерод (WSOC)	
пашня					
0-10	4,8	0,3	5,1	6,8	93,7
10-20	4,7	0,4	5,0	5,9	92,3
20-30	3,0	0,4	3,3	5,7	88,4
30-40	1,8	0,4	2,2	3,8	80,9
40-50	1,7	0,4	2,1	1,0	82,5
молодая залежь (3 года)					
0-10	5,0	0,3	5,3	17,6	94,3
10-20	4,7	0,3	5,0	9,5	93,5
20-30	3,3	0,4	3,6	6,0	84,7
30-40	1,9	0,6	2,5	4,9	85,2
40-50	1,8	0,4	2,2	0,9	83,3
средневозрастная залежь (> 7 лет)					
0-10	4,97	0,36	5,33	20,3	93,2
10-20	4,90	0,38	5,28	21,5	92,8
20-30	4,72	0,47	5,20	15,0	90,9
30-40	2,87	0,34	3,20	8,5	89,5
40-50	1,95	0,34	2,29	0,9	85,1

Скорость и интенсивность трансформации агрофизических свойств агрочерноземов на разных этапах постагрогенного восстановления также существенно различаются. Установлено, что в почвах молодых залежей на 10% увеличилось содержание макроагрегатов (1-5 мм), определяющих соотношение объемов агрегатной и межагрегатной порозности, водоудерживающую способность и водопроницаемость почв [4, 9, 10]. В почвах как молодых и средневозрастных залежей отмечается высокое содержание (40-50%) агрономически ценных водопрочных агрегатов > 0,25 мм, обеспечивающих наиболее оптимальный для растений ход процессов в системе растение - почва - окружающая среда.

Существенных изменений гранулометрического состава, который дифференцирован на генетические горизонты по элювиально-иллювиальному типу, в результате вывода пахотных почв из сельскохозяйственного оборота, на стадии молодых и средневозрастных залежей не выявлено. В средневозрастных залежах отмечается высокая степень восстанавливаемости - способности достигать равновесного состояния для показателей плотности (объемной массы), количественные показатели которой используются для решения многих генетико-гидрологических проблем и опытно-агронимических вопросов.

Литература:

1. Доклад о состоянии и использовании земель в Новосибирской области по итогам 2018 года. – Сайт Росреестра РФ. – <https://rosreestr.ru/site>.
2. Классификация и диагностика почв России /Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Ковалева Ю.Н. Структура и динамика растительного вещества в залежных экосистемах степной зоны, находящихся на различных стадиях восстановления // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: Матер. всерос. конф. – Иркутск: Изд-во Иркутского технического университета, 2005. – С. 329-329.
4. Соловьев С.В., Миллер Г.Ф., Безбородова А.Н., Филимонова Д.А. Сукцессия на молодых и средневозрастных залежах лесостепной зоны Западной Сибири в пределах Новосибирской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2018. – № 10. – С. 116-120.
5. Сорокина О.А., Токавчук В.В., Рыбакова А.Н. Постагрогенная трансформация серых почв залежей. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 239 с.
6. Степанов М. И., Сысо А. И., Чумбаев А. С., Миронычева-Токарева Н. П. Методические рекомендации по определению сроков пребывания земельных участков сельскохозяйственного назначения Новосибирской области в залежном состоянии. – Новосибирск: Наука, 2017. – 20 с.
7. Телеснина В.М., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Овсепян Л.А., Личко В.И., Ермолаев А.М., Мирин Д.М. Динамика свойств почв и состава растительности в ходе постагрогенного развития в разных климатических зонах // Почвоведение, 2017. – №12. – С. 1514-1534.
8. Титлянова А.А., Кудряшова С.Я., Якутин М.В., Булавко Г.И., Миронычева-Токарева Н.П. Запасы лабильного углерода в экосистемах Западной Сибири // Почвоведение, 1999. – №3. – С. 332-341.
9. Kudryashova S.Ya., Chumbaev A.S., Tanasienko A.A., Solovyev S.V., Miller G.F., Bezborodova A.N., Filimonova D.A. Post-agrogenic dynamics of soil properties of eroded agrochernozeams in the forest-steppe zone of Western Siberia // The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society IOP Conf. Series: Earth

and Environmental Science 862 (2021) 012101 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/862/1/012101.

10. Filimonova D.A., Solovev S.V., Bezborodova A.N., Miller G.F. The degree of restoration of the soil properties developed under the fallows in the early stages of succession // E3S Web of Conferences. Сер. "Topical Problems of Agriculture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2020" 2020. С. 04025.

УДК 631.465

ФЕРРИРЕДУКТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ

Шеуджен Асхад Хазретович, доктор биологических наук, академик РАН
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
ashad.sheudzhen@mail.ru

Гуторова Оксана Александровна, доктор сельскохозяйственных наук
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
oksana.gutorova@mail.ru

Чеботарь Екатерина Александровна, магистр
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
chebotarekaterina99@gmail.com

Определена активность ферриредуктазы в почвах рисовых полей Кубани, которая зависела от окислительно-восстановительного их состояния. Установлена тесная корреляция этого фермента с показателями плодородия почв рисосеяния.

Ключевые слова: Кубань, рисовые поля, лугово-черноземная почва, лугово-болотная почва, активность ферриредуктазы, плодородие.

FERRY-REDUCTASE ACTIVITY OF RICE FIELDS SOILS

Sheudzhen Askhad Khazretovich, Doctor of Biological Sciences,
Academician of the Russian Academy of Sciences
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
ashad.sheudzhen@mail.ru

Gutorova Oksana Alexandrovna, Doctor of Agricultural Sciences
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
oksana.gutorova@mail.ru

Chebotar Ekaterina Alexandrovna, master
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
chebotarekaterina99@gmail.com

The activity of ferrireductase in the soils of rice fields of the Kuban was determined, which depended on their redox state. A close correlation of this enzyme with indicators of fertility of rice-growing soils has been established.

Keywords: Kuban, rice fields, meadow chernozem soil, meadow bog soil, ferrireductase activity, fertility.

Плодородие почв тесно связано с их ферментативной активностью. Наряду с агрохимическими показателями почвенные ферменты являются частью комплексного мониторинга в условиях антропогенного воздействия на почвы. Агротехнические мероприятия, и прежде всего внесение удобрений, способны влиять на протекающие в почве процессы, а также на активность ферментов [1, 4]. Для сравнения разных почв по ферментативной активности предложены соответствующие шкалы [2].

Для изучения ферриредуктазной активности почв были выбраны участки рисовой оросительной системы Кубанского типа, различающихся условиями залегания по рельефу. Низкие рисовые чеки, на которых сформировались лугово-болотные почвы, расположены в замкнутых понижениях плавневой равнины, высокие с преобладанием лугово-черноземной почвой – на грядообразных повышениях [1].

Одним из характерных показателей ферментативной активности почв рисовых полей является ферриредуктаза, которая относится к классу оксидоредуктаз, характеризующая окислительно-восстановительные и биохимические реакции. Для ее определения использовали модифицированный метод А.Ш. Галстяна и Н.А. Оганесяна, основанный на определении количества образующегося двухвалентного железа при взаимодействии окиси железа с почвой [3]. Установлено, что активность ферриредуктазы в лугово-черноземной почве составляет 7,2-16,0 мг Fe^{2+} /100 г/48 ч в пахотном и 5,4-13,8 мг Fe^{2+} /100 г/48 ч в подпахотном слоях. В лугово-болотной почве – 18,1-20,4 и 16,2-17,7 мг Fe^{2+} /100 г/48 ч соответственно.

Активность ферриредуктазы в условиях рисосеяния зависела от окислительно-восстановительного состояния почв. Величина ее активности на высоких рисовых чеках в 1,5-2,0 раза меньше, чем на понижениях.

Корреляционный анализ между активностью ферриредуктазы и показателями плодородия почв рисовых полей показали следующие закономерности. С развитием в почве восстановительных процессов ферриредуктаза активизировалась, отмечена положительная корреляция между этим ферментом и двухвалентным железом Fe^{+2} ($r = +0,54$). При преобладании окислительных условий она снижалась – отрицательная корреляция с трехвалентным железом (Fe^{+3}) и окислительно-восстановительным потенциалом ($-0,54$ и $-0,63$ соответственно). Обнаружена тесная связь между ферриредуктазой и уреазой ($r = +0,87$), а также с инвертазой ($r = +0,74$). Высокая способность почв редуцировать оксиды железа зависела от содержания в них гумуса ($r = +0,74$), азота ($r = +0,74$) и $pH_{вод}$ ($r = +0,75$).

Таким образом, в лугово-болотной почве, где анаэробные процессы более выраженные, активизируется ферриредуктаза. Её активность коррелируют с показателями плодородия почв.

Литература:

1. Гуторова О.А., Шеуджен А.Х. Эколого-агрохимическое состояние почв рисовых агроландшафтов: монография. – Майкоп: ООО «Полиграф-Юг», 2020. – 347 с.
2. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкала для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48-54.
3. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. – 180 с.
4. Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Ashinov Yu.N., Kashchits V.P. Biological soil activity when applying liquid manure on rice fields in Kuban // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. –2021. – V. 862 (1). – 012086.

УДК 631.417:631.461

ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ИЗ АГРОЧЕРНОЗЕМА ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ МИКРОБОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ И ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА

Власенко Ольга Анатольевна, кандидат биол. наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск
ovlasenko07@mail.ru

В лабораторном опыте показана суммарная эмиссия углекислого газа при заделке соломы пшеницы в агрочернозем под действием микробиологических препаратов Байкал ЭМ 1 и Атлант и внесении минерального азота.

Ключевые слова: солома, эмиссия, углекислый газ, агрочернозем, микробиологический препарат, инокуляция, биодеструктор.

CARBON DIOXIDE EMISSION FROM AGRICHERNOZEM WHEN INOCULATING WHEAT STRAW WITH MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND INTRODUCING MINERAL NITROGEN

Vlasenko Olga Anatolyevna, candidate biol. sci., associate professor
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
ovlasenko07@mail.ru

The total emission of carbon dioxide during composting of spring wheat straw under the action of microbiological preparations "Baikal EM 1" and "Atlant" in a laboratory experiment is shown.

Key words: straw, emission, carbon dioxide, microbiological preparation, inoculation, biodestructor.

Пожнивные остатки сельскохозяйственных культур в настоящее время оцениваются как важнейший ресурс для воспроизводства органического вещества и поддержания функциональных свойств агропочв [9]. Среди растительных остатков, попадающих в почвы агроценозов Красноярского края преобладает солома зерновых культур, ее количество достигает 2,04 -2,35 млн т в год [2]. Однако солома достаточно медленно разлагается, особенно в условиях Сибири [1], кроме этого, непосредственная заделка соломы как органического вещества с широким соотношением углерода к азоту отрицательно влияет на возделываемые культуры, снижая их урожайность из-за образования токсических и кислых продуктов разложения, а также иммобилизации минерального азота почвы [7]. Наличие соломы в почве может привести к развитию фитопатогенных организмов [6].

Одним из способов активизации разложения пожнивных остатков может являться обработка их микробиологическими препаратами, содержащими высокоэффективные штаммы микроорганизмов-деструкторов. Исследованиями ряда авторов показана эффективность подобных препаратов в качестве деструкторов соломы [8; 11], установлено увеличение скорости разложения растительных остатков, степени гумификации подвижных гумусовых веществ и улучшение их качественного состава [5], а также повышение урожайности культур [3; 4; 10].

Цель исследований – определить суммарную эмиссию углекислого газа из агрочернозема при заделке соломы пшеницы инокулированной микробиологическими препаратами Байкал ЭМ1 и Атлант и внесении минерального азота.

Исследование эмиссии углекислого газа проводили в лабораторном опыте с помощью абсорбционного метода по И.Н. Шаркову с применением сосуда-изолятора [12], повторность опыта шестикратная.

Почва для эксперимента – агрочернозем глинисто-иллювиальный тяжелосуглинистый, содержание гумуса высокое 7,6-7,9%, сумма обменных оснований очень высокая 52-63 мг-экв/100 г, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,6-6,9), содержание минеральных форм азота среднее (10,4 мг/кг).

Воздушно-сухую почву освобождали от видимых растительных остатков и просеивали через сито с диаметром ячеек 5 мм, затем помещали в темные лабораторные сосуды, масса почвы в каждом сосуде была 1 кг. В течение всего эксперимента в сосудах поддерживалась постоянная влажность (60 % ПВ) за счет добавления дистиллированной воды и постоянная температура 20 °С.

Солому пшеницы сорта Новосибирская 31 предварительно измельчали до 10-15 мм и взвешивали. Далее солому помещали сначала в унифицированные капроновые мешочки, а затем заделывали в лабораторные сосуды с почвой из расчета 10 т/га. Инокуляция соломы бактериальными препаратами проводилась согласно рекомендациям производителя. Рабочим (1%) раствором Байкал ЭМ 1 в дозе 3 л/м²; порошком препарата Атлант в дозе 1 г/м². В качестве источника минерального азота вносили аммиачную селитру из расчета 7 кг д.в. на 1 т соломы. Продолжительность опыта 157 суток. Для оценки влияния биопрепаратов и азота на разложение соломы эмиссию СО₂ определяли в

динамике: через 1 сутки, через первые 5 суток, затем 1 раз в 7 дней в течение 14 суток, в последующий период 1 раз в 14 дней, и далее 1 раз в 28-30 дней.

Схема опыта: 1. Почва без растительных остатков (контроль); 2. Почва + солома (П+С); 3. Почва + солома + N (П+С+N); 4. Почва + солома + Байкал ЭМ1 (П+С+Б); 5. Почва + солома + Атлант (П+С+А).

Интегральным показателем, отражающим интенсивность минерализации органического вещества в почве, является эмиссия углекислого газа [14]. Согласно полученным данным, минимальная скорость выделения С-СО₂ в течение периода наблюдений (157 сут.) была 545,2 г/м² и регистрировалась в контрольном варианте без соломы и биопрепаратов. Внесение соломы яровой пшеницы активизировало метаболическую активность микрофлоры агрочернозема и ускорило процессы минерализации углерода в 1,1 раза, особенно это заметно в первые 28 суток (рис. 1). Таким образом, растительные остатки соломы, характеризующиеся широким отношением С:N, не обеспечивают достаточного количества азота для метаболизма микроорганизмов. В связи с этим, добавление азота к соломе увеличивало скорость выделения С-СО₂ на 29 %, в сравнении с вариантом без азота. Действие добавок нитрата аммония на минерализацию соломы и эмиссию углекислого газа было особенно заметно в период с 5 по 12 сутки разложения, постепенно снижаясь в последующие 7 суток, видимо, за счет биологической иммобилизации внесенного минерального азота и истощения его доступных форм. Далее происходит постепенное нарастание активности выделения углекислого газа, возможно за счет формирования новых консорциумов микроорганизмов. Инокулирование соломы биопрепаратами Байкал ЭМ1 и Атлант по интенсивности воздействия на скорость ее разложения было существенно выше воздействия минерального азота (р-значение<0,05), в данном случае суммарная эмиссия С-СО₂ почвы составила 842,5 - 825,5 г/м² почвы (рис. 2).

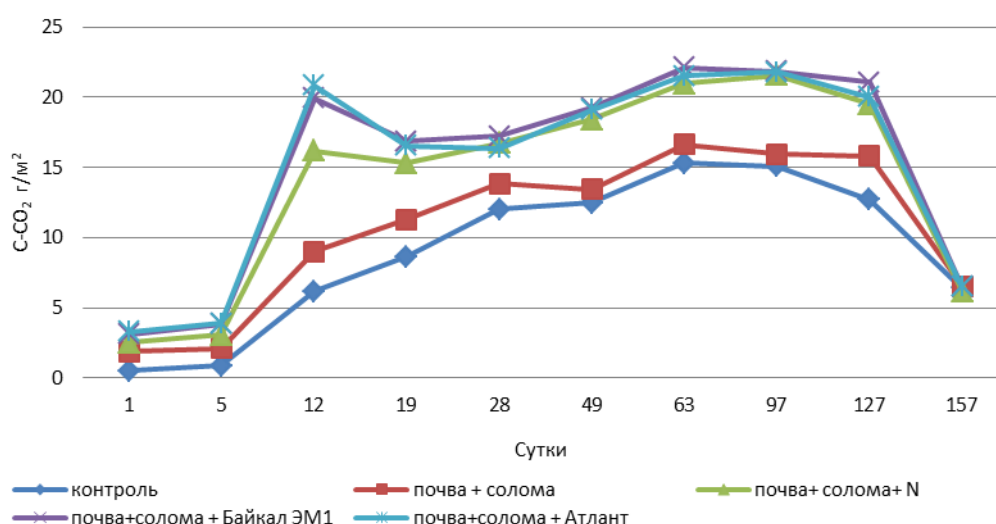


Рисунок 1 – Динамика эмиссии С-СО₂ из агрочернозема, г/м² (примечание: стандартное отклонение данных от средней величины в каждый период составляло ± 2,5 - 7,8 %)

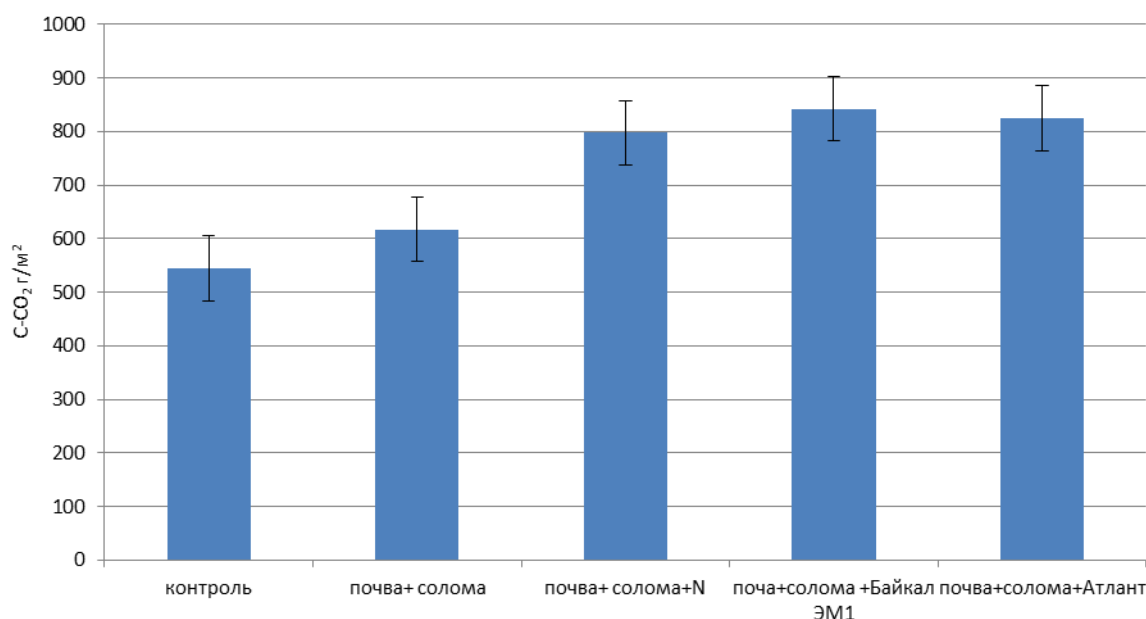


Рисунок 2 – Кумулятивная эмиссия C-CO₂ из агрочернозема за 157 суток, г/м²

Таблица 1 – Поток C-CO₂ за счет минерализации почвенного органического вещества и соломы за 157 суток компостирования, г/м²

Вариант	Кумулятивное выделение C-CO ₂ , г/м ²	
	Почва + солома	Солома
П (контроль)	545,2	-
П+С	617,4	72,1
П+С+N	797,5	252,3
П+С+Б	842,5	297,3
П+С+А	825,5	280,3
НСП _{0,5}	55,2	-

Можно отметить, что при близкой эффективности микробиологических препаратов, Байкал ЭМ1 оказал более заметное влияние на минерализационные процессы разложения соломы, чем Атлант. Максимальные различия между вариантами отмечены в первые 12 суток, в дальнейшем эти различия постепенно нивелировались, и после 4-месячной инкубации разница была незначительной. Как свидетельствуют данные исследований [10], значительное усиление минерализации пшеничной соломы при внесении целлюлозоразлагающей микробной системы также отмечено лишь на ранней стадии инкубации (1-2 недели), в дальнейшем производительность и выживаемость микроорганизмов-модификаторов резко падает. Всего за 157 суток компостирования за счет разложения органического вещества соломы выделилось 72,1 г/м² углерода (табл. 1). Внесение минерального азота увеличило минерализацию органического вещества соломы в 3,5 раза, инокулирование соломы биопрепаратами Байкал ЭМ1 и Атлант увеличило минерализацию углерода соломы в 4,1 и 3,9 раза соответственно.

Литература:

1. Власенко О.А. Запасы и трансформация растительных остатков в агрочерноземах лесостепной зоны Красноярского края // Вестник КрасГАУ, 2021. – №10. – С. 101-107.
2. Волошин Е. И. Ресурсы соломы на удобрение в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ, 2008. – №3. – С. 91-94.
3. Коряковский А. В. Обработка соломенной мульчи биопрепаратом «Байкал ЭМ1» эффективный способ повышения урожайности яровой пшеницы в засушливых условиях // Известия ОГАУ, 2011. – №32-1. – С. 47-48.
4. Лукин С. М., Марчук Е. В. Влияние биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК, 2011. – №8. – С. 18-21.
5. Масютенко Н. П., Кузнецов А. В., Масютенко М. Н. и др. Влияние биопрепаратов на содержание и состав подвижных гумусовых веществ чернозема типичного слабоэродированного // Земледелие, 2020. – № 5. – С. 14-18.
6. Новиков М.Н. Биологические приемы борьбы с болезнями растений в агроценозах // Владимирский земледелец, 2021. – №1. – С. 15-19.
7. Пегова Н. А. Влияние систем основной обработки дерново-подзолистой почвы, вида пара и соломы на урожайность культур звена севооборота // Пермский аграрный вестник, 2019. – №4 (28). – С. 65-75.
8. Русакова И.В. Влияние микробных препаратов и минерального азота на разложение соломы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. – № 3-1. – С. 107-111.
9. Семенов В. М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. – 233 с
10. Степанова Л. П., Стародубцев В. Н., Коренькова Е. А., Степанова Е. И., Тихойкина И. М. Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы // Вестник ОрелГАУ, 2013. – №1. – С. 17-22
11. Тарасов С. А., Шершнева О. М. Использование микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – №6. – С. 41-45
12. Шарков, И.Н. Абсорбционный метод определения эмиссии CO₂ из почв // Методы исследований органического вещества почв. – М.: Россельхозакадемия, ГНУ ВНИПТИОУ, 2005. – С. 401-407.
13. Шершнева О. М. Использование микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – №6. – С. 41-45.
14. Шиндорикина О.В., Ульянова О.А., Чупрова В.В. Влияние удобрений на эмиссию CO₂ из агрочернозема в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ, 2015. – №10. – С.174-179.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ

Иванова В.И., кандидат биологических наук
Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия
v_bambeeve@mail.ru

Кониева Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники
и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия
konieva.g@yandex.ru

В работе представлены результаты многолетних почвенных и геоботанических исследований, проведенных на территории западной зоны Республики Калмыкия. Почвенный покров исследуемой территории республики комплексный, представлен каштановыми солонцеватыми почвами со слабым или средним сульфатно-хлоридным и хлоридно-сульфатным засолением в комплексе с солонцами. Непосредственно у уреза водоемов и прибрежных участков располагаются аллювиально-луговые почвы и солонцы каштановые, у которых сильный хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный химизм засоления прослеживается и в верхних горизонтах. Гранулометрический состав исследуемых почв колеблется от легкосуглинистых до глинистых. Растительный природный ресурс, находится в тесной связи с природными условиями и хозяйственным использованием территории. На основе анализа геоботанического исследования определен видовой состав, экологическая структура фитоценозов зоны исследования.

Ключевые слова: тип почв, степень засоления, гранулометрический состав, химический анализ, гумус, геоботанические исследования, растительное сообщество.

ECOLOGICAL STATE OF SOIL KUMO-MANIC DEPRESSION

Ivanova V.I., Candidate of Biological Sciences
All Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russia
v_bambeeve@mail.ru

Konieva G.N., Candidate of Agricultural Sciences
All Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russia
konieva.g@yandex.ru

The paper presents the results of long-term soil and geobotanical studies carried out on the territory of the western zone of the Republic of Kalmykia. The soil cover of the studied territory of the republic is complex; it is represented by alkaline

chestnut soils with weak or medium sulfate-chloride and chloride-sulfate salinization in combination with solonetz soils. Alluvial meadow soils and chestnut solonchaks are located directly at the edge of water bodies and coastal areas, in which a strong chloride-sulfate and sulfate-chloride salinity chemistry is also traced in the upper horizons. The granulometric composition of the studied soils ranges from light loamy to clayey. Vegetable natural resource is in close connection with natural conditions and economic use of the territory. Based on the analysis of geobotanical research, the species composition, the ecological structure of phytocenoses in the study area was determined.

Key words: soil type, salinity degree, particle size distribution, chemical analysis, humus, geobotanical research, plant community.

Введение. Климат, рельеф и почвообразующие породы определяют характер почвенного и растительного покрова. В связи с этим даже незначительные различия в перераспределении осадков влияют на растительность, водно-солевой режим почв и процессы гумусонакопления. В пределах республики широкое распространение получили светло-каштановые и бурые полупустынные почвы, сформированные на Ергенинской возвышенности, в Кумо-Манычской впадине и Прикаспийской низменности. Темно-каштановые почвы и черноземы в почвенном покрове занимают небольшую площадь, и являются наиболее плодородными почвами [1, 2, 7].

Полевые исследования были проведены в западной зоне Республики Калмыкия на территории Яшалтинского района. Западная зона республики – полузасушливая и полувлажная, выше среднего и повышено обеспеченная теплом. Зона отличается наибольшим увлажнением на территории республики (ГТК = 0,7...0,75) и представляет собой зону республики, куда входят Городовиковский и Яшалтинский районы [4, 6]. Количество осадков за теплый период по среднемноголетним данным составляет 250...270 мм, при годовом количестве от 350 до 400 мм. Лето умеренно жаркое, часто наблюдаются суховеи и засухи. Сумма положительных температур (свыше +10°C) в пределах 3400°C, среднемесячная температура воздуха в июле 23,5...24,5°C. Безморозный период длится 175...180 дней, зима умеренно холодная.

Материалы и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили собственные исследования, проведенные в 2002-2021 гг. и обобщенные литературные данные. Основные агрохимические показатели почвы определялись в пахотном и подпахотном слое почвы. Количественный химический анализ почвы проводился в соответствии с методиками Природоохранного нормативного документа федерального уровня, определяли содержание ионов (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+). Содержание гумуса определялось по И.В. Тюрину, общий азот – по Корнфильду, нитратный азот – колориметрическим методом, подвижный фосфор и калий – по Б.П. Мачигину - ГОСТ 26205-91, гранулометрический состав – по Н.А. Качинскому.

Растительный покров описан на геоботанических площадках вблизи заложенных почвенных разрезов. Сбор гербарного материала и описание растительности проводились по стандартным методикам [5, 8]. Название видов

приводятся в соответствии со сводкой С.К. Черепанова [9]. Статистическую обработку материала проводили методами корреляционного, регрессионного, дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [3].

Результаты и обсуждение. Почвенный покров западной зоны Калмыкии сложен каштановыми и светло-каштановыми солонцеватыми почвами, встречаются темно-каштановые незасоленные почвы, в поймах рек широко распространены солонцы, а также сильнозасоленные аллювиально-луговые почвы и лугово-каштановые.

Содержание гумуса на исследуемой территории Республики Калмыкия находится в пределах от 1,43 до 3,28 %, стоит отметить, что максимальные значения гумуса зафиксированы в лугово-каштановых почвах и солонцах, в светло-каштановых солонцеватых среднесуглинистых почвах содержание гумуса находится в пределах 1,43...1,57 %. Исследуемые почвы низко и средне обеспечены азотом, фосфором и средне- и высоко обеспечены подвижным калием.

Профиль светло-каштановых и каштановых почв дифференцирован по гранулометрическому составу: верхние горизонты (0...30 см) среднесуглинистые пылеватые, с преобладанием крупной пыли, глубже – тяжелосуглинистые и легкосуглинистые. Гранулометрический состав темно-каштановых почв тяжелосуглинистый с содержанием физической глины 49,79%. Преобладают фракции ила 21,5...33,6%, крупной пыли 26,8...35,3%. Химический анализ водной вытяжки каштановых почв показал засоление слабое или среднее сульфатно-хлоридное и хлоридно-сульфатное в слое 0-60 см и сильное в нижней части первого метра и глубже (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав почв (мг-экв/%) под растительными сообществами

Глубина	HCO_3^- мг-экв %	Cl^- мг-экв %	SO_4^{--} мг-экв %	Сумма анионов мг-экв %	Ca^{++} мг-экв %	Mg^{++} мг-экв %	Na^+ мг-экв %	Сумма катионов мг-экв %	Сумма солей %
Солеросовое, солянковое									
0-30	<u>0,63</u> 0,038	<u>7,05</u> 0,250	<u>21,30</u> 1,022	<u>28,98</u> 1,310	<u>5,65</u> 0,113	<u>6,05</u> 0,073	<u>17,28</u> 0,397	<u>28,98</u> 0,583	1,89
30-60	<u>0,55</u> 0,034	<u>15,60</u> 0,554	<u>21,58</u> 1,036	<u>37,73</u> 1,624	<u>6,02</u> 0,120	<u>6,75</u> 0,081	<u>24,96</u> 0,574	<u>37,73</u> 0,775	2,39
Сарсазановое, сведковое, петросимониевое									
0-30	<u>0,75</u> 0,046	<u>9,80</u> 0,348	<u>2,75</u> 0,132	<u>13,30</u> 0,526	<u>1,00</u> 0,020	<u>2,25</u> 0,027	<u>10,05</u> 0,231	<u>13,30</u> 0,278	0,804
30-60	<u>0,60</u> 0,037	<u>9,90</u> 0,351	<u>3,75</u> 0,180	<u>14,25</u> 0,568	<u>1,25</u> 0,025	<u>2,50</u> 0,030	<u>10,50</u> 0,241	<u>14,25</u> 0,296	0,864
Разнотравно-лебедово-солончаково-полынное									
0-30	<u>0,70</u> 0,043	<u>2,40</u> 0,085	<u>2,42</u> 0,116	<u>5,52</u> 0,244	<u>0,50</u> 0,001	<u>0,42</u> 0,005	<u>4,30</u> 0,099	<u>5,52</u> 0,105	0,349
30-60	<u>0,72</u> 0,044	<u>6,53</u> 0,232	<u>2,75</u> 0,132	<u>10,00</u> 0,408	<u>1,17</u> 0,023	<u>1,75</u> 0,021	<u>7,08</u> 0,163	<u>10,00</u> 0,207	0,615
Разнотравно-полынное									
0-30	<u>0,93</u>	<u>1,00</u>	<u>1,63</u>	<u>3,56</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>3,06</u>	<u>3,56</u>	0,249

	0,057	0,036	0,078	0,171	0,005	0,003	0,070	0,078	
30-60	<u>1,45</u> 0,088	<u>2,00</u> 0,071	<u>1,00</u> 0,048	<u>4,45</u> 0,207	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,25</u> 0,003	<u>3,95</u> 0,091	<u>4,45</u> 0,099	0,306
Разнотравно-типчаково-полынное									
0-30	<u>1,10</u> 0,067	<u>0,83</u> 0,029	<u>0,42</u> 0,020	<u>2,35</u> 0,116	<u>0,33</u> 0,007	<u>0,25</u> 0,003	<u>1,77</u> 0,041	<u>2,35</u> 0,051	0,167
30-60	<u>1,93</u> 0,118	<u>1,87</u> 0,066	<u>0,92</u> 0,044	<u>4,72</u> 0,228	<u>0,67</u> 0,013	<u>0,33</u> 0,004	<u>3,72</u> 0,086	<u>4,72</u> 0,103	0,331
Разнотравно-белопопынно-типчаковое									
0-30	<u>0,68</u> 0,041	<u>1,30</u> 0,046	<u>0,33</u> 0,016	<u>2,31</u> 0,103	<u>0,83</u> 0,017	<u>0,67</u> 0,008	<u>0,81</u> 0,019	<u>2,31</u> 0,044	0,147
30-60	<u>0,70</u> 0,043	<u>5,27</u> 0,187	<u>2,67</u> 0,128	<u>8,64</u> 0,358	<u>2,75</u> 0,055	<u>2,33</u> 0,028	<u>3,56</u> 0,082	<u>8,64</u> 0,165	0,523
Разнотравно-типчаково-ковыльное									
0-30	<u>0,25</u> 0,015	<u>0,10</u> 0,003	<u>0,50</u> 0,024	<u>0,85</u> 0,042	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,25</u> 0,003	<u>0,35</u> 0,008	<u>0,85</u> 0,016	0,058
30-60	<u>0,85</u> 0,052	<u>6,40</u> 0,227	<u>2,75</u> 0,132	<u>10,00</u> 0,411	<u>0,50</u> 0,010	<u>1,00</u> 0,012	<u>8,50</u> 0,195	<u>10,00</u> 0,217	0,628

Солонцы относятся к группе гидроморфных (с глубиной грунтовых вод менее 3 м). По содержанию обменного натрия в поглощающем комплексе солонцы каштановые относятся к средне и много-натриевым (32...54% емкости поглощения). Гранулометрический состав от легко- и среднесуглинистого до глинистого. Засоление в метровом слое почвы очень сильное (1,2...3,9%) хлоридно-сульфатное и сульфатно-хлоридное.

Разнотравно-типчаково-ковыльные (*Petrosimonia crassifolia*, *Stipa sareptana*, *S. lessingiana*, *Festuca valesiaca*), разнотравно-типчаково-полынные (*Tanacetum achilleifolium*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia lerchiana*) сообщества на каштановых почвах приурочены к слабовыраженным плоским понижениям и равнинным участкам. В более глубоких понижениях развиты лугово-каштановые почвы, в растительном покрове которых преобладают разнотравье и злаки с разнотравьем.

На солонцах каштановых и аллювиально-луговых почвах по берегам озер, в приурезовой полосе характерны солерос (*Salicornia europaea*), солянка сорная (*Salsola tragus*), кермек каспийский (*Limonium caspium*), кермек Гмелина (*L. gmelinii*), сарсазан шишковатый (*Halocnemum strobilaceum*), петросимония супротиволистная (*Petrosimonia oppositifolia*), сведа морская (*Suaeda maritima*), бескислица расставленная (*Puccinellia distans*).

Заключение. Химический анализ водной вытяжки почв западной зоны Республики Калмыкия показал, что практически все отобранные образцы со слабым или средним сульфатно-хлоридным и хлоридно-сульфатным засолением, исключением являются аллювиально-луговые почвы и солонцы каштановые, которые слагают почвенный покров у урезов воды и прибрежных участков - здесь засоление прослеживается и в верхних горизонтах.

Литература:

1. Бакинова Т.И. Воробьева Н.П., Зеленская Е.А. Почвы Республики Калмыкия. – Элиста: НПП «Джангар», 1994. – 231 с.
2. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС. 2006. – 400 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 5 доп. и пер. – Москва: Альянс. 2014. – 351 с.
4. Иванова В.И., Кониева Г.Н. Геоботанические исследования территории западной зоны Калмыкии. // Вестник Мичуринского аграрного университета. 2021. – № 1 (64). – С. 60-63.
5. Ипатов В.С. Мирин Д.М. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. – СПб. : СПбГУ. 2008. – 71 с.
6. Кониева Г.Н., Иванова В.И. Экологические взаимосвязи природных компонентов в условиях Кумо-Манычской впадины. // Вестник Мичуринского аграрного университета. 2021. – № 3 (66). – С. 21-24.
7. Панкова Е.И., Горохова И.Н., Конюшкова М.В. и др. Современные тренды развития почв солонцовых комплексов на юге степной и в полупустынной зонах в природных условиях и при антропогенных воздействиях. // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т.3. – № 2. – С. 44-88.
8. Скворцов А.К. Флора Нижнего Поволжья. – М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. Т.1. – 435 с.
9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.

УДК 631.417.1

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Колесник Алена Андреевна, учебный мастер
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
airlexxx@mail.ru

Кураченко Наталья Леонидовна, докт. биол. наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kurachenko@mail.ru

Рассматриваются особенности сезонной динамики общего углерода гумуса в посевах яровой пшеницы на фоне вспашки и ресурсосберегающих технологий основной обработки. Установлено пополнение запасов углерода гумуса в условиях ресурсосберегающих технологий основной обработки.

Ключевые слова: агрочернозем, вспашка, минимальная обработка, нулевая обработка, общий углерод гумуса.

HUMUS STATE OF AGRICULTURAL CHERNOZEMS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE UNDER THE CONDITIONS OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF THE MAIN PROCESSING

Kolesnik Alena Andreevna

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
airlexxx@mail.ru

Kurachenko Natalia Leonidovna, Dr. biol. sciences, professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kurachenko@mail.ru

The features of the seasonal dynamics of the total carbon of humus in spring wheat crops against the background of plowing and resource-saving technologies of the main processing are considered. The replenishment of humus carbon stocks under the conditions of resource-saving technologies of basic processing has been established.

Keywords: agrochernozem, plowing, minimal tillage, no tillage, total humus carbon.

Главным источником питательных элементов, особенно азота, для обеспечения роста и развития растений является органическое вещество [1]. Оно обеспечивает формирование и поддержку основных режимов, свойств и функций почв. При вовлечении почв в обработку, происходит нарушение динамического равновесия процессов синтеза и распада органических веществ, и как следствие, изменение количества гумуса [2, 3].

Цель исследований – показать особенности сезонной динамики и оценить запасы общего углерода гумуса при возделывании яровой пшеницы в условиях вспашки и ресурсосберегающих технологий основной обработки.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в 2017-2018 гг. на базе учебно-опытного хозяйства «Миндерлинское», расположенного в центре Красноярской лесостепи (56°25'N и 92°53'E), на комплексе агрочерноземов глинисто-иллювиальных и криогенно-мицеллярных. Оценку влияния минимизации основной обработки изучали в агроценозе пшеницы, возделываемой по кукурузе, на 3 блоках основной обработки: I – отвальная обработка ПН-5–35 на глубину 23–25 см; II – минимальная обработка дискатором БДШ-5,6 на глубину 8–10 см; III – нулевая обработка (прямой посев сеялкой Агратор 4,8). Общая площадь опытных участков 1500 м², учетная 500 м². Отбор почвенных образцов проводили в июне, июле и августе. Повторность отбора образцов 3-кратная. Глубина отбора образцов 0-10, 10-20 и 20-40 см. В почвенных образцах определяли общий углерод гумуса по И.В. Тюрину [4]. Полученные результаты обрабатывали методами описательной статистики, корреляционного и регрессионного анализа при помощи программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Содержание углерода гумуса в агрочерноземах позволяет оценить их как почву с высокой и средней гумусированностью и поверхностным накоплением гумуса в 0-10 см слое почвы (табл. 1). С глубиной отмечается снижение содержания общего углерода гумуса. Наибольшее содержание Сгумуса в вегетационный сезон 2017 года установлено на вспашке (4518-4222 мгС/100г). На фоне почвозащитных технологий содержание общего углерода в слое 0-20 см оценивается на уровне (3600-4048 мгС/100г). В 2018 году минимальная обработка определила максимальное содержание Сгумуса в 0-40 см слое агрочерноземов (4151-3869 мгС/100г). Наименьшая концентрация компонента отмечается на вспашке (3574-2687 мгС/100г). В условиях отвальной и минимальной обработок установлена локализация гумусовых веществ в 0-20 см слое, что определило значительную дифференциацию 0-40 см толщи почвы. Эта разница достигала 291-307 мгС/100г и 794-824 мгС/100г по годам исследований. При оценке среднего содержания общего углерода гумуса за период исследований отмечена дифференциация пахотного слоя агрочерноземов на фоне прямого посева (разница между слоями 0-10 и 10-20 см составляла 338 мгС/100г).

Таблица 1 – Статистические характеристики содержания Сгумуса в агрочерноземах, мг/100г

Прием обработки	Слой, см	2017 г. (n=9)		2018 г. (n=9)	
		$X \pm Sx$	$Cv, \%$	$X \pm Sx$	$Cv, \%$
Отвальная	0-10	4518 ± 266	6	3574 ± 566	16
	10-20	4507 ± 179	4	3448 ± 682	20
	20-40	4222 ± 566	13	2687 ± 1447	54
Минимальная	0-10	3808 ± 594	16	4151 ± 531	13
	10-20	3601 ± 679	19	4104 ± 583	14
	20-40	3502 ± 1301	37	3869 ± 885	23
Нулевая	0-10	4048 ± 379	9	3909 ± 854	22
	10-20	3790 ± 639	17	3491 ± 1087	31
	20-40	3612 ± 1192	33	2906 ± 1434	49

X – среднее значение; Sx – стандартное отклонение; Cv – коэффициент варьирования

Характерная особенность почвообразовательного процесса – его цикличность [5]. Сезонное варьирование Сгумуса в пахотном слое оценивается незначительной, небольшой и средней величиной ($Cv = 4-31 \%$). Возрастание варьирования гумусовых веществ в подпахотном слое до высоких величин ($Cv = 49-54 \%$) определяется наличием здесь признаков языковатости и неоднородности переходного горизонта, а также неравномерной заделкой растительных остатков в нижележащие слои почвы.

Способность органического вещества минерализоваться в значительной степени зависит от условий внешней среды и в первую очередь от влажности и температуры [1]. Достаточный на осадки вегетационный сезон 2017 года выявил, что увеличение запасов влаги способствует разложению растительных остатков и пополнению запасов гумуса в почве (табл. 2). Его содержание на 50-

63 % сопряжено с влажностью почвы в слое 20-40 см на отвальной и минимальной обработках.

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа влияния влажности на динамику Сгумуса в агрочерноземах ($r_{05} = 0,60$)

Прием обработки	Слой, см	$r \pm Sr$	r^2	$r \pm Sr$	r^2
		2017 г. (n=9)		2018 г. (n=9)	
Отвальная	0-10	$0,27 \pm 0,38$	0,07	$0,81^* \pm 0,22$	0,66
	10-20	$0,58 \pm 0,31$	0,33	$0,83^* \pm 0,21$	0,69
	20-40	$0,79^* \pm 0,23$	0,63	$0,91^* \pm 0,15$	0,84
Минимальная	0-10	$-0,15 \pm 0,38$	0,02	$0,63 \pm 0,29$	0,40
	10-20	$0,36 \pm 0,35$	0,13	$0,45 \pm 0,33$	0,20
	20-40	$0,18 \pm 0,38$	0,03	$0,76^* \pm 0,24$	0,58
Нулевая	0-10	$0,33 \pm 0,35$	0,11	$0,48 \pm 0,33$	0,23
	10-20	$0,71^* \pm 0,27$	0,50	$0,56 \pm 0,32$	0,31
	20-40	$0,32 \pm 0,36$	0,10	$0,39 \pm 0,35$	0,16

Характер обработки почвы определяет различное пополнение запасов гумуса в агрочерноземах (табл. 3). В агроценозе пшеницы, возделываемой по кукурузе, запасы Сгумуса в слое 0-40 см возрастают на фоне минимальной обработки, и достигают 139 тС/га, превышая отвальную и минимальную на 12 и 8 тС/га соответственно. По всем фонам обработки отмечается накопление общего углерода гумуса в 0-20 см слое агрочерноземов. Наибольшая дифференциация слоя 0-40 см установлена на фоне прямого посева, разница между слоями 0-20 и 20-40 см достигает 12 тС/га. По запасам общего углерода гумуса в 0-20 см слое почвы способы основной обработки ранжируются в ряду: минимальная (71,7 тС/га) – нулевая (71,1 тС/га) – отвальная (64,9 тС/га); в слое 20-40 см убывающий ряд имеет вид: минимальная (67,2 тС/га) – отвальная (62,4 тС/га) – нулевая (59,4 тС/га).

Таблица 3 – Запасы Сгумуса в агрочерноземах по фонам основной обработки, тС/га (2017-2018 г., n=18)

Слой, см	Прием обработки		
	отвальная	минимальная	нулевая
0-20	64,9	71,7	71,1
20-40	62,4	67,2	59,4
0-40	127,3	138,9	130,5

Таким образом, содержание и сезонная динамика общего углерода гумуса в агрочерноземах при возделывании яровой пшеницы по кукурузе зависит от приема основной обработки. Ресурсосберегающие технологии способствуют пополнению запасов общего углерода гумуса до 131-139 тС/га в слое 0-40 см.

Литература:

1. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233с.

2. Кураченко Н. Л., Колесник А.А. Структура и запасы гумусовых веществ агрочернозема в условиях основной обработки почвы // Вестник КрасГАУ, 2017. – № 9. – С. 149-157.
3. Еремин Д. И. Изменение содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья // Почвоведение. – 2016. – № 5. – С. 582-592.
4. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
5. Кураченко Н.Л., Бопп В.Л. Динамика водорастворимого гумуса в черноземе обыкновенном под чистыми и бинарными посевами донника // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2016. – № 5. – С. 14-20.

УДК631.459

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИАНГАРЬЯ

Бережных Юлия Владимировна, ст. лаборант
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
juliapixell@gmail.com
Лопатовская Ольга Геннадьевна, докт. биол. наук, профессор
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
lopatovs@gmail.com

В работе освещены вопросы изучения процессов деградации почвенного покрова Приангарья при помощи Геоинформационных технологий (ГИС). Опыт использования ГИС-программы для создания карты эродированности почв позволил выявить степень и масштаб проявления процессов деградации почв.

Ключевые слова: деградация, эрозия почв, картографирование, ГИС, QuantumGIS, Приангарье.

USE OF GIS MAPPING METHODS STUDY THE DEGRADATION OF THE SOIL COVER IN THE ANGARA REGION

Berezhnykh Yulia Vladimirovna, Laboratory assistant
Irkutsk State University, Irkutsk, Russia
juliapixell@gmail.com
Lopatovskaya Olga Gennadievna, doctor. biol. sciences, professor
Irkutsk State University, Irkutsk, Russia
lopatovs@gmail.com

The article highlights the questions of studying the processes of degradation of the soil cover of the Angara region with the help of Geoinformation technologies

(GIS). The experience of using a GIS program to create a map of soil erosion allowed us to identify the degree and extent of the expression of soil degradation processes.

Keywords: degradation, soil erosion, mapping, GIS, QuantumGIS, Angara region.

В современном мире сельское хозяйство переходит в развитый сектор экономики. Это, в свою очередь, требует интенсивного использования и колоссального воздействия на почвенный покров, что приводит к деградации почв. Совокупное воздействие природных и антропогенных факторов влияет на качественный состав почвы, а главное на одну из важнейших функций почвы – плодородие. Основными процессами, приводящими к деградации почвенного покрова, являются: водная и ветровая эрозия, переувлажнение и заболачивание, подтопление, засоление, а также другие причины нарушения земель [1]. Поэтому, кроме проведения противоэрозионных мероприятий, целесообразно включать мероприятия, позволяющие проводить мониторинг, оценку и давать прогнозы о состоянии почвенного покрова [10].

Целью работы явилось создание электронной почвенной карты, содержащей данные о степени и масштабе развития эрозионных процессов. В отличие от традиционных бумажных карт электронные карты дают возможность добавления и изменения сведений о почвенном покрове. Для этого необходимо было изучить фондовые картографические материалы, перевести их в электронный вид и наполнить атрибутивными данными.

Изучение процесса деградации почв стало особенно актуальным после Второй мировой войны, когда происходило ускоренное восстановление сельского хозяйства. Были систематизированы сведения о разнообразии факторов и видов деградации почв, антропогенном воздействии на почвенный покров, изучены эрозионные процессы отдельных регионов России [2].

Как известно, эрозия – это постоянный процесс, вызываемый естественными и антропогенными факторами [2]. Основными причинами являются: наличие легкоразвешиваемых и смываемых почвообразующих пород, вспашка вдоль склона, неправильная обработка почвы, чрезмерное орошение почвы и другие. В результате эрозии ухудшается химический состав и агрофизические свойства почвы, определяющие ее плодородие и урожайность. Из-за нерационального использования разрушение верхнего слоя почвы может происходить очень быстро (примерно за 10-30 лет).

В России более 58 % площади сельскохозяйственных угодий подвержено разного рода деградационным процессам, в том числе: водной эрозии – 17,8%, ветровой – 8,4%, переувлажнению и заболачиванию – 12,3%, засолению – 20,1% [7].

В настоящее время учет нарушенных и деградированных земель ведется с помощью традиционных методов, одним из которых является почвенно-картографический. Почвенная карта является основным источником информации о рациональном и научно-обоснованном использовании земельных ресурсов [8]. Для создания картографических материалов

необходимо проведение почвенного картографирования. Почвенная карта должна содержать разную информацию, в том числе основные сведения о почвенном покрове и физико-химических свойствах почв.

В мире компьютерных технологий актуальным является применение цифрового картографирования. Электронные карты позволяют преобразовывать печатные картографические материалы в цифровую форму, наполнять их различными символами, базами данных и разрабатывать для них систему управления [8].

QGIS – это одна из наиболее популярных ГИС программ в мире и, в частности, в России. Возможности программы позволяют обрабатывать большое количество картографического материала путем наложения информационно-тематических слоев [4]. Современный этап развития картографии почв практически полностью заключается в создании цифровых карт, а использование методов дистанционного зондирования больше подходит для создания тематических карт высокого пространственного разрешения [8]. Сельское хозяйство в Приангарье является основной отраслью, которая обеспечивает продукцией не только Иркутскую область, но и другие регионы [5]. В Иркутской области сельскохозяйственные земли приурочены к поймам крупных рек (Ангара, Белая, Ока и др.) и их притокам. Почвенный покров характеризуется разнообразием и пестротой состава, что обусловлено региональными особенностями территории и в основном представлен основными типами: дерновыми подзолистыми, серыми лесными, дерново-карбонатными, частично черноземами, луговыми и их комплексами [3].

Создание карты эродированности почв является необходимостью для оценки состояния сельскохозяйственных земель, проведения мониторинга и разработки комплекса рекомендаций по охране земель.

Работа над картой эродированности проводилась с использованием фондовых отчетов, в которых имелись почвенные карты и карты нарушенных земель Приангарья за 1977 и 1992 года. Кроме этого обрабатывались космоснимки, отображающие современное состояние почвенного покрова.

В результате исследований было выявлено, что в условиях расчлененного рельефа почвами наиболее подверженными ветровой и водной эрозии являются серые лесные почвы. Для предотвращения эрозии необходимо: на пашнях проводить вспашку поперек склонов и с почвоуглубителями, создавать водозадерживающие валы, полосное размещение посевов и паров, щелевание, кротование; на сенокосах и пастбищах – боронование, дискование и подсев трав поперечных склонов, а также проводить нормированный выпас скота; на участках занятых лесом запретить рубку леса и раскорчевку [10].

С помощью современной ГИС-программы QGIS была оцифрована фрагментарная часть почвенной карты путем наложения на гидрологическую сеть (рис. 1).

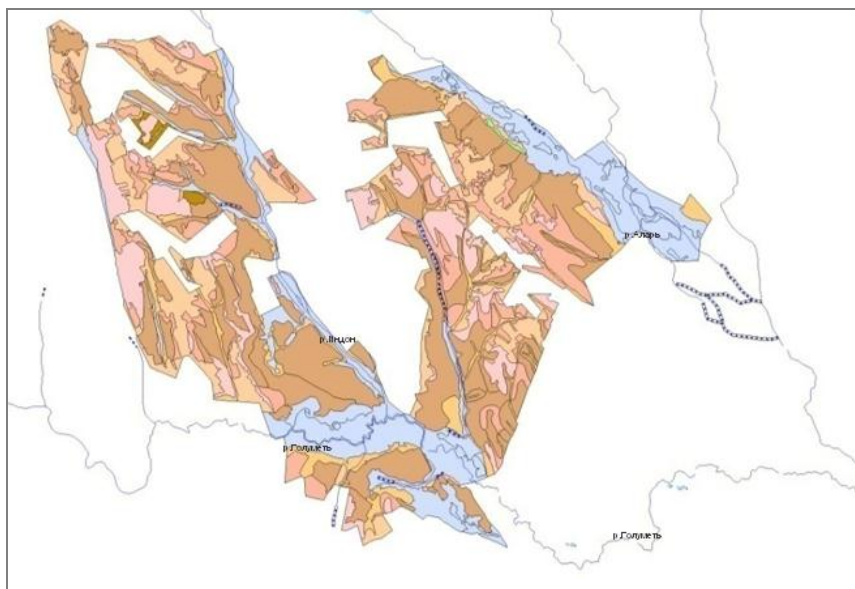


Рисунок 1 – Фрагмент оцифрованной карты почвенного покрова Приангарья

Данная почвенная карта содержит информацию о гранулометрическом составе почв, почвообразующих породах и условия залегания в рельефе.

Последующим этапом работы стало добавление сведений о категориях эрозионной опасности, а так же о степени эродированности. Что позволило определить, какие почвы в большей степени подвержены процессам эрозии (рис. 2).

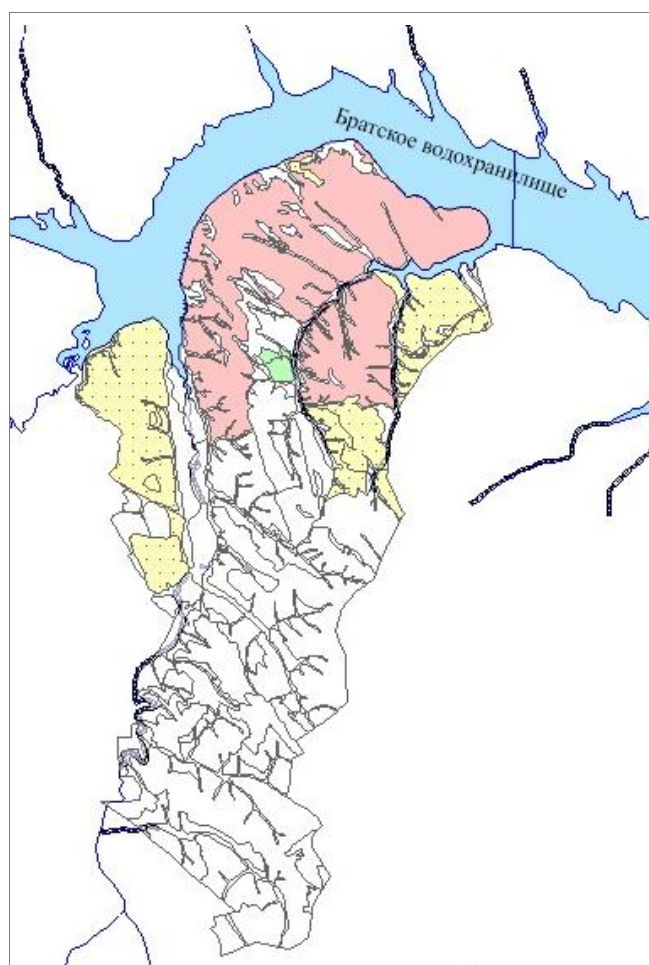


Рисунок 2 – Фрагмент карты эродированных земель Приангарья.

Сопоставление электронной карты эродированности со спутниковыми картами указывает на то, что многие земли в настоящий момент находятся в состоянии заброшенной пашни. Процессы эрозии присутствуют и представляют собой небольшие овраги, что свидетельствует о наличии деградации почв (рис. 3).

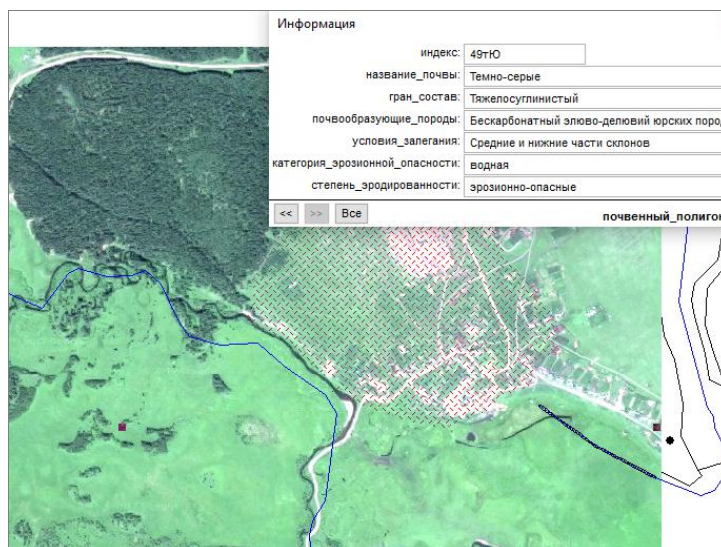


Рисунок 3 – Фрагмент сопоставленной эрозионной карты и базы данных с современными космоснимками

Почвенно-эрозионная карта, основанная на применяемых ГИС технологиях является более точной, поскольку имеет связь с системой координат. Такая оптимизация сбора и обработки различной информации о почве поможет эффективно решить актуальную современную проблему управления земельными ресурсами и повысить получение точных данных о почвенном покрове.

Литература:

1. Бережных Ю. В. Использование программы MapInfo Professional в создании электронных карт почвенного покрова и эродированности почв Южного Приангарья / Ю. В. Бережных // Почва и устойчивое развитие государства : материалы междунар. научной конференции XX Докучаевские молодежные чтения. – СПб., 2017. – С. 210-211.
2. Бычков В. И. Эрозия в лесостепных районах Приангарья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. И. Бычков. Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. – Иркутск, 1964. – С. 26.
3. Корзун М. А. Почвы Иркутской области / М. А. Корзун, В. А. Кузьмин // Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1979. – С. 17-36.
4. Лопатовская О. Г. ГИС в картографии почв. Использование программы MapInfoProfessional в почвенном картировании: учеб. - метод. пособие / О. Г. Лопатовская, Е. А. Самойлова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014 – С. 7.

5. Лопатовская О. Г. Природно-мелиоративное районирование Приангарья / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – №1. – С. 48-50
6. Лопатовская, О.Г. Засоленные почвы Приольхонья как объект геоинформационного картографирования / О.Г. Лопатовская, Е.А. Самойлова, А.А. Сороковой // Геодезия и картография. – 2016. – №5. – С. 19-23.
7. О состоянии и использовании земель в российской федерации в 2015 году: Государственный (национальный) доклад от 11 янв. 2017 г. // Росреестр. – 2016. – С. 100–101.
8. Савин И.Ю. Современные тренды и проблемы почвенной картографии / И.Ю. Савин, А.В. Жоголев, Е.Ю. Пруднин // Почвоведение, 2019. № 5. – С. 517-528.
9. Семендяева Н. В. Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб. пособие / Н. В. Семендяева, А. Н. Мармулев, Н. И. Добротворская. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2011. – 202 с.
10. Трегубов П.С. Методологические основы воспроизводства плодородия эродированных почв / П. С. Трегубов // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. – М., 1985. – С. 5-11.

УДК 631.412

СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В АГРОЧЕРНОЗЕМЕ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РЫЖИКА ПОСЕВНОГО

Казанова Екатерина Юрьевна, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Laletina95@bk.ru

Казанов Виталий Викторович, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Kazanov.24@mail.ru

Кураченко Наталья Леонидовна,
д.б.н., профессор кафедры почвоведения и агрохимии
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kurachenko@mail.ru

В статье представлены результаты полевого опыта по содержанию минеральных форм азота в агрочерноземе Канской лесостепи при возделывании рыжика посевного сорта Ужурский. Показано, что снижение минерального азота связано с выносом вегетативной массой посевного рыжика, а также трансформацией аммонийной формы в нитратную в результате нитрификации.

Ключевые слова: агрочернозем, нитратный азот, аммонийный азот, плодородие, рыжик посевной.

THE CONTENT OF MINERAL NITROGEN IN THE AGRICHERNOZEM OF THE KANSK FOREST-STEPPE DURING THE CULTURATION OF COTTAGE SALT

Kazanova Ekaterina Yuryevna,
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Laletina95@bk.ru

Kazanov Vitaliy Viktorovich,
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Kazanov.24@mail.ru

Scientific supervisor: Dr. Biol. Sci., Prof. Chair of Soil Science and
Agrochemistry Kurachenko Natalya Leonidovna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kurachenko@mail.ru

The article presents the results of a field experiment on the content of mineral forms of nitrogen in the agrochernozem of the Kansk forest-steppe when cultivating camelina cultivar Uzhursky. It is shown that the decrease in mineral nitrogen is associated with the removal of the vegetative mass of the sowing camelina, as well as the transformation of the ammonium form into the nitrate form as a result of nitrification.

Keywords: agrochernozem, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, fertility, sowing camelina.

Возделывание масличных культур в значительной степени, зависит от содержания доступных азотсодержащих веществ в почве, так как азот входит в состав многих важнейших веществ, определяющих рост и развитие растительного организма. Растения поглощают азот, преимущественно, в нитратной и аммонийной формах. Содержание минерального азота в целом не является стабильным и подвержено изменениям в течение сезона (а аммонийного даже в течение суток). Нитратный азот может вымываться в грунтовые воды, а аммонийный – улетучиваться в атмосферу. В течение вегетационного сезона содержание минерального азота в почве может изменяться в 3 и более раз. А.А. Завалин [6] отмечает, что по минеральным соединениям азота можно судить об эффективном плодородии почв, т.к. они могут быстро трансформироваться под воздействием погодных условий, предшественника и уровня удобренности. Рыжик посевной (*Camelina sativa*) – нетрадиционная и перспективная масличная культура семейства капустных, происходящая из Малой Азии со своими биологическими особенностями и исторически сложившимися требованиями растений к условиям выращивания. Это малотребовательная культура, легко приспосабливающаяся к различным почвенно-климатическим условиям, экономно расходующая влагу и сравнительно легко переносящая засуху. Семена рыжика содержат 40-46 % масла, которое используется как для пищевых, так и для технических целей [10;12]. Рыжик не требователен к почвам и может расти на легких, довольно бедных по плодородию, даже песчаных почвах. Однако все-таки лучшими для

рыжика являются черноземы [11;1]. Несмотря на нетребовательность к почвенным условиям и питанию, рыжик положительно отзывается на уровень обеспеченности почвы питательными элементами. Азот в растениях – составная часть белков аминокислот и других соединений, необходимых для роста. Однако избыточное азотное питание, обеспечивая увеличение урожая, не способствует образованию высококачественных семян. Повышенное кущение при этом ведет к усилению разнокачественности семян, уменьшению массы 1000 семян. Одна из особенностей рыжика – способность усваивать из почвы труднодоступные для других растений питательные вещества. При этом вынос элементов питания с урожаем рыжика посевного небольшой [9].

Цель настоящей работы – оценить содержание минерального азота в агрочерноземах Канской лесостепи при возделывании рыжика посевного.

Методика проведения исследования. Исследование проведено в 2020 году в землепользовании ООО «ОПХ Солянское» в Канской лесостепи Канско-Рыбинского геоморфологического округа. Агроценоз рыжика посевного сорта Ужурский представлен сочетанием агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных разных видов, агрочерноземов глинисто-иллювиальных оподзоленных мощных и агрочерноземов криогенно-мицеллярных маломощных [7]. Отбор почвенных образцов проведен по 10 пробным площадям на глубину 0-20 и 20-40 см в период с мая по сентябрь. На 4 пробных площадях, выделенных в пределах поля, определяли: влажность термовесовым методом, температурный режим термометром «Bayer». В смешанных агрохимических образцах провели определение нитратного азота по ГОСТ [3]; обменного аммония по ГОСТ [4]. Полученные результаты обрабатывали методом описательной статистики при помощи программы Excel [5].

Результаты исследований.

Минеральный азот – основной источник азота для питания растений в почве, на который приходится всего 1–3 % [2]. Его содержание в почве зависит от азотфиксирующей способности свободноживущих и клубеньковых микроорганизмов, поступления с атмосферными осадками, а также от антропогенной деятельности.

Исследованиями установлено, что количество аммонийного азота оценивалось низкими значениями, как в пахотном, так и подпахотном слоях агроценоза рыжика посевного, что обусловлено процессами его трансформации в почве. Этому способствовали благоприятные гидротермические условия, сложившиеся перед посевом культуры. Исследованиями установлена средняя корреляционная зависимость аммонийного азота от влажности почвы ($r = -0,63$). В динамике аммонийной формы азота в агроценозе рыжика обнаружена тенденция постепенного нарастания процессов аммонификации от июля к августу. При этом обеспеченность почвы аммонийным азотом оценивалась на низком уровне и не превышала 7 мг/кг. Исследованиями установлено, что среднесезонная обеспеченность агрочернозема аммонийным азотом в агроценозе рыжика посевного оценивалась на низком уровне (табл.). В пахотном и подпахотном слое содержание аммонийного азота в среднем

составляло 5 мг/кг при средней сезонной изменчивости показателя ($C_v = 27 - 36$ %).

Таблица – Статистические показатели содержания минеральных форм азота в агроценозе рыжика посевного, мг/кг

Показатель	Аммонийный азот		Нитратный азот	
	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
X	5,1	5,2	5,8	4,8
Sx	1,4	1,9	1,6	1,8
Min	3,2	2,9	4,0	2,7
Max	6,8	7,0	7,9	6,6
C_v , %	27	36	27	37

Примечание: X – среднее арифметическое; Sx – стандартное отклонение; min, max – предельные значения; C_v – коэффициент вариации, %.

Следует отметить, что ценность аммонийного азота намного ниже, чем нитратного азота. Это объясняется тем, что основная часть аммония находится в почве в поглощенном состоянии и его доступность зависит от комплекса факторов. Кроме того, Г.П. Гамзиков [2] для черноземных почв не обнаружил четкой корреляции между содержанием обменного аммония и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Исследованиями установлено, что сезонная динамика нитратного азота в посевах рыжика, заключалась в постепенном снижении этой формы азота к сентябрю. Даже в период цветения рыжика посевного, когда вследствие благоприятного сочетания тепла и влаги интенсивно протекают биохимические процессы, заметного накопления нитратного азота в агрочерноземах не наблюдалось. Установлено, что содержание нитратного азота в среднем составляло в пахотном и подпахотном слоях 5-6 мг/кг, что является низкой обеспеченностью (табл.). Динамика содержания нитратного азота в посевах рыжика характеризуется средней изменчивостью ($C_v = 27 - 37$ %). Известно, что поведение нитратного азота отличается от поведения аммиачного вследствие того, что анион NO_3 не поглощается почвой ни химически, ни физико-химически и при достаточной влажности полностью находится в почвенном растворе. Это создает предпосылки для его интенсивного усвоения растениями [8].

Таким образом, интенсивное потребление азота вегетативной массой рыжика посевного приводит к обеднению агрочерноземов нитратами. Снижение количества аммонийной формы азота до очень низкого уровня обеспеченности, связано с его выносом, а также трансформацией этой формы азота в нитратную в результате нитрификации.

Литература:

1. Ulyanova O. A., Kurachenko N. L., Vlasenko O. A., Kazanov V. V. Nutrient regime of agrochernozems in oilseeds cultivation in the Kansk forest-steppe // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings /

Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, 2020. – P. 62013.

2. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: Рос. Акад. с.-х. наук. Сиб. Отд-ние: Новосиб. гос. аграр. ун-т., 2013. – 790 с.

3. ГОСТ 26488-85 Определение нитратов по методу ЦИНАО. Государственный стандарт Союза ССР. - М.: Издательство стандартов, 1985. – 5 с.

4. ГОСТ 26489-85 Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Государственный стандарт Союза ССР. - М.: Издательство стандартов, 1985. – 6 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Альянс, 2014. –351 с.

6. Завалин А.А. Азот в агроecosистеме на черноземных почвах / А.А. Завалин, О.А. Соколов, Н. Я. Шмырева. – М.: РАН, 2018. – 180 с.

7. Кураченко Н.Л., Ульянова О.А., Власенко О.А., Бопп В.Л., Казанов В.В. Оценка соответствия почвенно-агрохимических условий Канской лесостепи биологическим потребностям растений рапса и рыжика // Достижения науки и техники АПК, 2019. – № 11. – С. 5-9.

8. Назарюк В.М. Савенков О.А., Смирнова Н.В. Обоснование и оценка параметров плодородия и продуктивности растений для моделирования цикла азота в агроecosистемах // Сибирский экологический журнал, 2004. – № 3. – С. 391- 410.

9. Прахова Т. Я. Вельмисева Л. Е. Влияние удобрений на продуктивность рыжика посевного // Зерновое хозяйство России, 2015. – № 5. – С. 27-30.

10. Смирнов А.А. Прахова Т.Я., Плужникова И.И., Вельмисева Л.Е. Основы технологии возделывания рыжика посевного. Практические рекомендации. – Пенза, 2013. – 32 с.

11. Черкасов Г.Н. Пыхтин И.Г., Гостев А.В., Нитченко Л.Б. Актуальность создания регистров технологий возделывания масличных культур// Достижения науки и техники АПК, 2014. – № 12. – С. 3-4.

12. Шевцова Л.П. Шьюрова Н.А., Каленюк А.В. Агробиологические особенности и продуктивность традиционных и редких видов масличных культур в засушливом Поволжье // Нива Поволжья, 2008. – №4. – С. 36-39

**Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ
И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

УДК 631.84

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ
УДОБРЕНИЙ КАС НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ МУЛЬТИИНЖЕКТОРОМ
И ОПРЫСКИВАТЕЛЕМ ТУМАН (ООО ПЕГАС-АГРО, г. Самара, РФ)**

Милюткин Владимир Александрович, докт. техн. наук, профессор
Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия
oiapp@mail.ru

В статье представлены результаты исследований эффективности внесения жидких минеральных удобрений КАС - на основе карбамидно-аммиачной смеси с серой (КАС+S) производства ПАО «КуйбышевАзот» нормой 200 л/га с добавлением в раствор гумата калия (5 л/га) и меди (0,5 кг/га) в соответствии с почвенным плодородием на урожайность озимой пшеницы агрегатами Туман производства АО ПЕГАС-АГРО опрыскивателем и мультиинжектором.

Ключевые слова: удобрения, жидкие, ЕАС, внесение, способы, опрыскиватель, мультиинжектор, озимая пшеница, урожайность, эффективность.

**COMPARATIVE EFFICIENCY OF APPLICATION OF LIQUID
FERTILIZERS OF CAS ON WINTER WHEAT BY MULTI-INJECTOR AND
SPRAYER TUMAN (PEGAS-AGRO LLC, Samara, Russia)**

Milyutkin Vladimir Aleksandrovich, doctor. of technical sciences, professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia
oiapp@mail.ru

The article presents the results of studies of the effectiveness of the application of liquid mineral fertilizers CAS - based on a carbamide-ammonia mixture with sulfur (CAS+S) produced by PJSC KuibyshevAzot with a norm of 200 l/ha with the addition of potassium humate (5 l/ha) and copper (0.5 kg/ha) in accordance with soil fertility on the yield of winter wheat with Fog aggregates produced by PEGAS-AGRO LLC sprayer and multiinjector.

Введение. Максимально-возможное производство продуктов питания из растительного сырья становится первостепенной задачей в экономике России. В стране сегодня достигнута ситуация, когда длительный спад агропромышленного комплекса-АПК в нашей стране успешно преодолен за счет его радикального реформирования, в результате которого РФ вошла в число мировых лидеров по экспорту важнейших сельхозпродуктов, особенно таких как зерно пшеницы, сои, семян подсолнечника. Также мы экспортируем в больших объемах минеральные удобрения, в частности такое перспективное удобрение как карбамидно-аммиачную смесь КАС в жидкой форме,

изобретенное в Америке в 1984 году. В РФ на трех химических заводах, в том числе и на ПАО Куйбышев-Азот (г. Тольятти, Самарская обл.), КАС [1-7] производится в объемах 3,5 млн. тонн или при норме внесения 100 кг/га им можно обработать 35 млн.га посевов. Однако до 2022 года из всего произведенного КАС в России только Америка закупала и использовала в своем сельском хозяйстве более 60%, не считая Европы и Канады. В сложившихся на сегодня условиях международных санкций появилась реальная возможность полностью использовать КАС в Российском АПК. Для этого все есть: заводы производители КАС и техники [8-10] для внесения, перевозки и хранения, исследования по эффективному применению КАС, в том числе и Самарского государственного аграрного университета [2-7,10], накопленный значительный опыт аграриев.

Цель исследований. Оценка эффективности применения инъекторного прикорневого внесения КАС инновационными сельскохозяйственными машинами – мультиинжектором «Туман» производства ООО «Пегас-Агро» (г. Самара) в сравнении с листовой обработкой традиционными опрыскивателями с крупнокапельными распылителями на самой распространенной сельскохозяйственной культуре-озимой пшенице в условиях недостаточного увлажнения и ризоманного земледелия в зоне Среднего Поволжья Самарской области.

Методика исследований. Исследования проводились на производственных посевах ИП «Агроакадемия» А.П.Цирулева на озимой пшенице сорта «Ба-зис» с изучением эффективности различных способов внесения КАС-мультиинжектором внутрпочвенно и опрыскивателем поверхностно с различными нормами внесения: 200, 300, 350 л/га.

В исследованиях проведено сравнение эффективности внесения КАС инновационной техникой «Туман» производства ООО «Пегас-Агро»: самоходными мультиинжектором для внутрпочвенного внесения КАС и опрыскивателем для поверхностного внесения КАС.

Штанговый опрыскиватель «Туман» (рис. 1) решая задачу обработки посевов пестицидами также эффективно вносит жидкие минеральные удобрения КАС поверхностно с помощью крупнокапельных форсунок. Опрыскиватель установлен на универсальное самоходное шасси с комплектацией двумя типами колес-узкими тракторными для работы по междурядьям и шинами низкого давления для работы по мерзлоталой почве. Благодаря этому фактору и небольшому весу машин (в среднем, в 2.5 раза меньше, чем у высококлиренсных опрыскивателей), происходит снижение повреждения растений при работе после выхода в трубку, а легкость и маневренность техники обеспечивает движения на поле след в след. Самоходные базы «Туман» движутся по полю со скоростью до 35 км/ч, что обеспечивает производительность штангового опрыскивателя до 80 га/час с расходом горючего от 0,2 до 0,35 л/га. Благодаря современному оснащению автоматизированным управлением, техника серии «Туман» позволяет точно настроить дозировку КАС и обеспечить равномерность внесения, исключая перерасход препарата и сокращая затраты. «Туманы» оснащаются различными

вариантами спутниковых систем навигации для оптимизации траектории движения без перекрытий и «мертвых зон», что повышает качество обработки и снижение затрат на удобрения. Агрегаты могут комплектоваться подруливающим устройством, функцией дифференцированного внесения удобрений, функцией автоматического отключения секций и др.



Рисунок 1 – Последняя модель опрыскивателя «Туман-3» производства «Пегас-Агро»

Мультиинжектор (рис. 2) - это инновационный высокопроизводительный модуль от «Пегас-Агро» для точечного внутрипочвенного внесения жидких удобрений - КАС, ЖКУ в корневую систему растений. Преимущество данного способа внесения удобрений - возможность достигать корневую систему без связывания свободными органическими частицами, не теряя азот при стекании или испарении. До недавнего времени на рынке АПК РФ был представлен один сельскохозяйственный агрегат для точечного внесения жидких удобрений - Liquiliser от голландской компании Dupont. Данный агрегат представляет собой прицепное оборудование, для работы которого необходимо задействовать трактор, в то время как Самарский мультиинжектор самоходный, и это уже четвертый модуль для «Тумана» среди шлейфа машин для внесения удобрений.



Рисунок 2 – Инновационный самоходный агрегат-мультиинжектор «Туман» ООО «Пегас-Агро» для внутрипочвенного внесения жидких удобрений

Результаты и их обсуждение. Исследуемый на базе Самарского ГАУ агрегат представляет собой мультиинжектор с прикрепленным к нему продуктопроводом с устройством регулировки и распределения потоков КАС к

рабочим органам мультинжектора и форсункам. В опытах для сравнения технологий использовались отдельно опрыскиватель с пятиструйными крупнокапельными форсунками, мультинжектор и их совместное применение. В опытах Самарского ГАУ изучался КАС с серой (S), содержащий азота N-26% и серы S-4%). Агрегаты ООО «Пегас-Агро» использовались отдельно и совместно при норме внесения КАС+S-200 л/га. Сравнительная эффективность раздельного и одновременного внесения жидких удобрений мультинжектором и штанговым опрыскивателем представлена на рисунках 3 и 4.

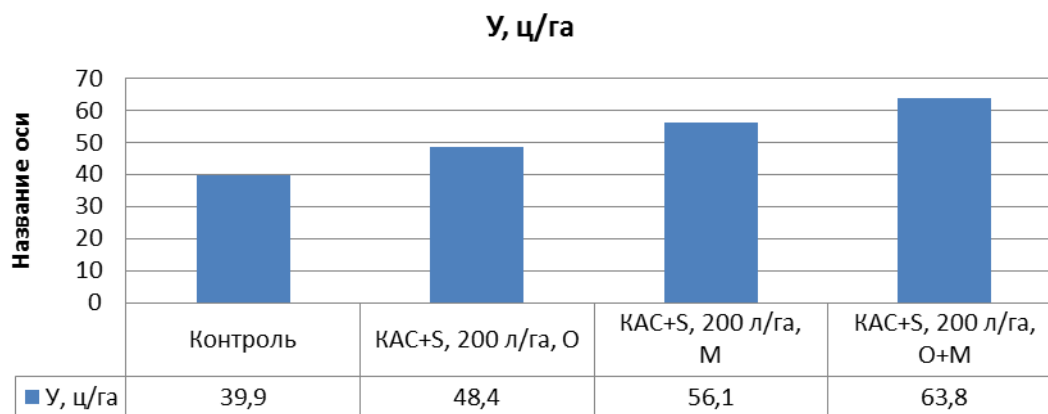


Рисунок 3 – Повышение урожайности (ц/га) озимой пшеницы «Базис» от применения жидких минеральных удобрений КАС+S техникой ООО «Пегас-Агро»: поверхностно в фазу кущения опрыскивателем (О), внутрипочвенно мультинжектором (М) и совместно (О+М) по сравнению с контролем - без удобрений

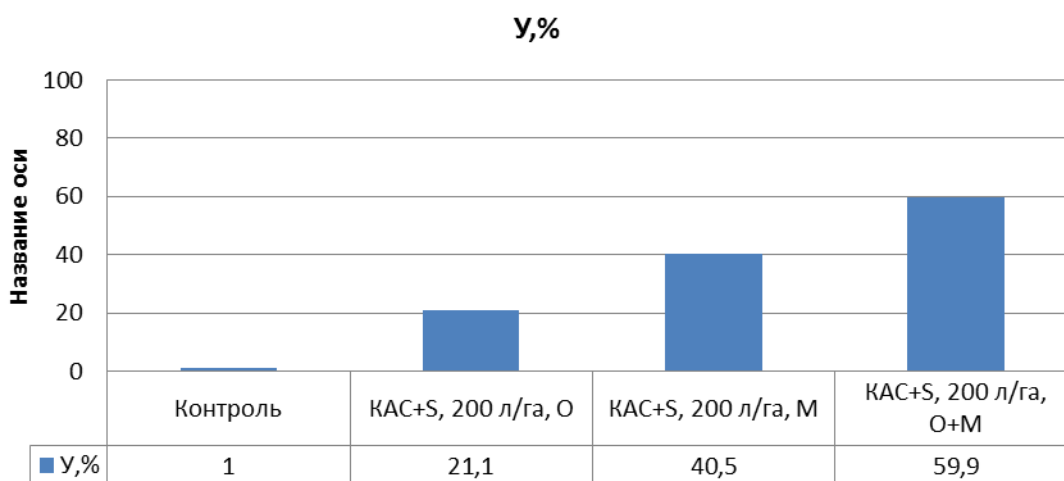


Рисунок 4 – Урожайность (%) озимой пшеницы сорта «Базис» при обработке поверхностно в фазу кущения опрыскивателем (О), внутрипочвенно мультинжектором (М) и ярусно совместно опрыскивателем и мультинжектором (О+М)

В процессе вегетации проводились наблюдения за содержанием азота в почве и листьях, а также урожайность озимой пшеницы и ее качество. Оценка урожайности в опытах показала более эффективное - на 20% с 48,4 до 56,1 ц/га

влияние на урожайность озимой пшеницы внутрпочвенной обработки мультиинжектором по сравнению с листовой обработкой опрыскивателем в фазу кущения. Листовая обработка опрыскивателем в фазу кущения с одновременной внутрпочвенной обработкой мультиинжектором повлияла на увеличение урожайности до 63,8 ц/га, что на 60% выше по сравнению с контролем.

В целом сравнивая урожайность озимой пшеницы, обработанной в фазу кущения жидкими минеральными удобрениями КАС+S нормой 200 л/га, необходимо отметить, что урожайность озимой пшеницы без весенней подкормки жидкими удобрениями удобрениями-контроль на 21,2; 40,5 и 59,9% ниже, чем обработанных опрыскивателем, мультиинжектором и опрыскивателем+мультиинжектором (рис.4). Оценка качества зерна озимой пшеницы проводилась по основным мукомольным показателям: белку и клейковине. Применение КАС+S при норме внесения 200 л/га опрыскивателем, мультиинжектором и при ярусной обработке повышают классность пшеницы по белку с III до I кл., а по клейковине с III до II кл. по сравнению с пшеницей не обработанной жидкими удобрениями.

Заключение. Проведенными исследованиями доказана большая эффективность инновационной технологии внесения жидких минеральных удобрений КАС+S с применением самоходных агрегатов: опрыскивателя с крупнокапельными форсунками и мультиинжектора серии «Туман» ООО «Пегас-Агро».

Литература:

1. Завалин А.А., Ефремов Е.Н., Алферов А.А., Самойлов Л.Н., Чернова Л.С., Благовещенская Г.Г. Преимущества и проблемы применения жидких азотных удобрений в земледелии // *Агрохимия*, 2014. – № 5. – С. 20-26.
2. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // В сборнике: *Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции.* Ответственный за выпуск Е.А. Галиуллина. Пенза, 2018. – С. 122-127.
3. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г. Комплексное обеспечение инновационных технологий производства сельскохозяйственных культур с применением жидких азотных удобрений КАС // *Вестник ИрГСХА*, 2022. – № 108. – С. 19-31.
4. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких

азотных минеральных удобрений КАС // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2022. – Т.7. – № 1. – С. 38-47.

5. Милюткин В.А. Инновационные техника и технологии применения жидких удобрений КАС в регионах с недостаточным увлажнением при прогнозируемом глобальном потеплении/В.А. Милюткин // Монография : Кинель, 2021. – 181 с.

6. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Цирулев А.П., Попов А.В. Исследование эффективности инновационной технологии внесения жидких удобрений КАС внутрипочвенно и поверх-носно агрегатами «Пегас-Агро» // В сборнике: Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадиновича. Молодёжный, 2021. – С. 114-121.

7. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Техно-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования //АгроФорум, 2020. – № 2. – С. 47-51.

8. Милюткин В.А., Канаев М.А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник статей : в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет, 2016. – С.36-37.

9. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективный агрегат для внутрипочвенного внесе-ния удобрений XTender с культиватором Senius - TX (Amazonen-Werke, АО "Евротехника") в технологиях NO-TILL, MINI-TILL и гребне-рядовых // В сборнике: Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XIV Международной научной конференции, 2017. – С. 488-493.

10. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твердых минеральных удобрений одновременно с посевом // Техника и оборудование для села, 2018. – № 10. – С. 16-21.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА В САДОВОДСТВЕ

Кондратьева Ольга Вячеславовна, канд. экон. наук
ФГБНУ «Росинформагротех», п. Правдинский Московской обл., Россия,
inform-iko@mail.ru

Федоров Анатолий Дмитриевич, канд. техн. наук
ФГБНУ «Росинформагротех», п. Правдинский Московской обл., Россия,
inform-iko@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сведения о роботизированных средствах для производства посадочного материала, закладки сада, содержания и ухода за плодово-ягодными культурами.

Ключевые слова: садоводство, пловодство, питомниководство, роботизированные средства, механизация.

ROBOTIC TOOLS IN GARDENING

Kondratieva Olga Vyacheslavovna, Ph.D. economy Sciences
Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", Pravdinsky
settlement, Moscow region, Russia,
inform-iko@mail.ru

Fedorov Anatoly Dmitrievich, Ph.D. tech. Sciences
Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", Pravdinsky
settlement, Moscow region, Russia,
inform-iko@mail.ru

Annotation. The article presents information about robotic tools for the production of planting material, gardening, maintenance and care of fruit and berry crops.

Key words: gardening, fruit growing, nursery, robotic means, mechanization.

Важнейшей задачей агропромышленного комплекса (АПК) в современных условиях является обеспечение продовольственной независимости страны, что в значительной степени зависит от реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП) [1]. На результаты ее реализации оказывает влияние уровень механизации и автоматизации технологических процессов при производстве сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В этой связи в соответствии с «дорожной картой» по подготовке Минсельхозом России совместно с Минобрнауки России, Минпромторгом России и ФГБУ «Российская академия наук» подпрограмм ФНТП разрабатывается подпрограмма «Сельскохозяйственная техника и оборудование» [1],

предусматривающая разработку и производство современных технических средств, в том числе для питомниководства и садоводства.

Практика садоводства показала, что основой долголетних и высокопродуктивных садов является правильный выбор зональных технологий возделывания плодовых насаждений, которые включают в себя: оптимизацию размещения плодовых культур с учетом агэкологического потенциала земельных ресурсов; оценку почвенных условий и определения наличия или отсутствия лимитирующих почвенных факторов для возделывания плодовых насаждений; подбор для обследуемой территории плодовых культур с наибольшей потенциальной продуктивностью; подбор высокопродуктивных привойно-подвойных комбинаций, наиболее адаптированных к заданным почвенно-климатическим условиям возделывания; разработку элементов технологии управления продуктивностью плодовыми насаждениями с учетом зональной специфики; внедрение в практику цифровых технологий.

В нашей стране разработкой техники и оборудования для питомниководства и садоводства занимаются такие известные организации и центры как ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Региональный научно-технический центр интенсивного садоводства, ВНИИ садоводства имени И.В. Мичурина, Мичуринский государственный аграрный университет, ООО «Научно-производственное предприятие «ПитомникМаш» и др.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ совместно с ведущими научными и производственными учреждениями (ФНЦ им. И.В. Мичурина, ФГБНУ ФНЦ Садоводства, НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства и др.) осуществляется разработка концепции Программы Союзного государства «Система машин и технологий для садоводства и питомниководства» [2].

Ключевой структурой систем машин и технологий для плодового сада являются: машины для закладки сада; машины для ухода за насаждениями; машины для уборки и транспортировки урожая. Разработан и успешно прошел производственные испытания первоочередной комплекс машин, базовой составляющей которого является самоходное многофункциональное высококлиренсное энергосредство с системой электронного управления (СУВЭС) [3].

В садоводстве для выполнения ряда технологических процессов применяются сельскохозяйственные машины общего назначения. Так, при основной обработке почвы используются плуги, культиваторы, бороны, при внесении органических и минеральных удобрений – навесные и прицепные разбрасыватели [4].

Современные технологические комплексы для выращивания и посадки саженцев включают технические средства для выращивания клоновых подвоев, производства саженцев, выкопки саженцев и рассады, посадки саженцев, сеянцев и подвоев, обустройства опорных конструкций [5].

Пока технико-технологическое обеспечение садоводческих хозяйств находится на недостаточно высоком уровне, специализированные машины для

питомниководства и садоводства серийно не выпускаются, российские аграрии вынуждены использовать ряд зарубежной техники, особенно это касается внедрения цифровых технологий и роботизированных средств. Поэтому в целях импортозамещения, непосредственно господдержка отрасли способствуют развитию разработки и производства специализированной сельскохозяйственной техники нового поколения, созданная по блочно-модульному принципу конструирования и способная работать в системе точного земледелия с учетом факторов интенсификации технологии [6].

В развитии роботизации в садоводческой отрасли требуется ряд оптимальных решений: [7]:

- система компьютерного зрения на базе AI, способная эффективно обнаруживать плоды в кроне дерева и принимать решение о степени спелости плода;

- система, способная собирать плоды, отделять плод от ветки, не повреждая плод или дерево, за определенное время, сравнимое с тем, что затрачивает опытный сборщик яблок. Как правило, для этого используют пневмозахват;

- система, способная переместить плод в соответствующий бункер для временного хранения. Распространенное решение это подсоединенный к пневмозахвату рукав, по которому плод (яблоко) перемещается от ветки до бункера, другое решение – механический манипулятор.

- мобильная платформа, способная нести на себе остальные системы и контейнеры с собранными плодами. Эта платформа не должна потреблять много энергии, желательно, чтобы ее привод был электрическим, чтобы она была простой в эксплуатации и ремонте, чтобы она могла перемещаться по территории сада. Такая платформа может быть автономной в плане ориентации в аллеях сада. Допустима частичная автономия, когда платформой управляет человек, он же присматривает за ее функционированием, занимается погрузкой и разгрузкой.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработан Роботизированный опрыскиватель для низкорастущих ягодных культур (рис. 1). Роботизированный опрыскиватель с интеллектуальной системой обеспечивает минимизацию вредного воздействия химикатов на человека за счет его непосредственного участия в управлении агрегатом.

Таблица 1 – Техническая характеристика роботизированного опрыскивателя для низкорастущих ягодных культур

Грузоподъемность, кг	500
Дорожный просвет, мм	600
Угол статической устойчивости, град.	12
Наименьший радиус поворота, не более, мм	2900
Скорость поступательного движения, км/ч:	
рабочая	2-6
транспортная	8
Габаритные размеры, не более, мм:	
длина	2300

ширина	1800
высота (с баком)	1600

Представляет интерес для садоводов роботизированная платформа для сбора урожая плодово-ягодных культур (ФНАЦ ВИМ). Установка предназначена для роботизированного сбора урожая ягод земляники, включает в себя адаптивную ходовую систему, систему позиционирования и объезда препятствий, автоматизированное манипуляторное устройство, систему распознавания спелости ягод, устройство автоматического съема ягод, контроллер управления процессами.

Компания «Аврора Роботикс» представило роботизированное энергетическое средство для работы с сельскохозяйственными машинами АгроБот 2.0, которое предназначено для автоматизации передвижения сельскохозяйственных машин. Выполняет технологические операции: обработка почвы; кошение травы; полив; обработка культур с дополнительным оборудованием; транспортировка грузов и урожая.

Помимо выполнения технологических операций при возделывании плодово-ягодных культур, роботизированные машины востребованы и для мониторинга состояния растений и выявления вредителей и болезней в закрытом и открытом грунте, а также выполнения работ в селекции и семеноводстве. Поэтому, переход от традиционных технологий к высокотехнологической системе сегодня стал возможным благодаря контролю и полному технологическому циклу производства продукции, путем применения умных устройств: робототехнических систем, датчиков, беспилотных летательных аппаратов, систем точного земледелия и других интеллектуальных разработок.

Примером использования роботизированного средства для мониторинга биологических объектов в садоводстве может быть электроприводное шасси, оснащённое модулями технического стереозрения и лазерными сенсорами для высокоточного позиционирования на плантации (табл. 2) [8].

Таблица 2 – Технические характеристики роботизированного средства для мониторинга биологических объектов в садоводстве

Запас хода при +5 °С, км 25	25
Скорость автоматического движения днем, км/час 4-9	4-9
Скорость автоматического движения ночью, км/час 3-6	3-6
Оптимальная ширина полосы движения, м 1,2	1,2
Минимальный радиус разворота, внешний, м 3,4	3,4
Максимальный преодолеваемый уклон, ° 18	18
Высота преодолеваемой ступени, см	14

Робот совершает перемещение между позициями наблюдения без участия оператора под управлением системы автоматического вождения. Путь движения задается однократным проездом робота под управлением оператора. Система видеovoждения позволяет роботу совершать успешные проезды в

условиях неустойчивого приема сигналов спутниковой навигационной системы (в условиях защитных лесополос, крон высокорослых плодовых деревьев или радиотени от объектов застройки). Во время автоматического перемещения робот совершает самостоятельный объезд препятствий [9].

Поэтому для развития отечественного промышленного садоводства необходимо разработка и внедрение автоматизированных средств с применением новейших технологий, в т.ч. цифровизации и роботизированных средств, где важным составляющим является финансовая и организационно-экономическая поддержка государства.

Литература:

1. Yuanshen Zhao, Liang Gong, Yixiang Huang, Chengliang Liu. A review of key techniques of vision-based control for harvesting robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2016. DOI: 10.1016/j.compag.2016.06.022 No 127 P. 311-323.
2. Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Хорт Д.О. Цифровые агротехнологии в системе «Умный сад» // *Садоводство и виноградарство*. – 2018. – № 6. – С. 33-39.
3. Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В. Оптимизация технологических процессов в садоводстве // *Техника и оборудование для села*, 2021. – № 10 (292). – С. 33-35.
4. Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В., Кадыкало Г.И. Инновационные технологии выращивания посадочного материала плодово-ягодных культур // *Техника и оборудование для села*, 2020. – № 11 (281). – С. 29-31.
5. Проект концепции программы Союзного государства «Система машин и технологий для садоводства и питомниководства» [Электронный ресурс]. URL: <https://vim.ru/science/projects/326/> (дата обращения 06.04.2022).
6. Робот для сбора урожая [Электронный ресурс]. URL: <https://concranes.ru/robot-dlya-sbora-urozhaya/> (дата обращения: 09.02.2022).
7. Слинько О.В., Кондратьева О.В. Цифровые технологии в садоводстве // В сборнике: *Инновационные технологии в АПК: теория и практика : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Курган, 2021. – С. 200-203.
8. *Техника для садоводства и питомниководства: каталог* / Н.П. Мишуков, В.Ф. Федоренко, А.И. Завражнов [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 80 с.
9. *Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы*. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 52 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ОРОШЕНИИ С ФЕРТИГАЦИЕЙ ИННОВАЦИОННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ КАС-32 и КАС+S

Милюткин Владимир Александрович, докт. техн. наук, профессор
Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия
oiapp@mail.ru

В статье представлены результаты исследований эффективности внесения жидких минеральных удобрений КАС-32 и КАС+S производства ПАО «КуйбышевАзот» в качестве подкормок (фертигация) при орошении картофеля, что обеспечило прибавку урожайности до 6,4% без изменения качества продукта.

Ключевые слова: удобрения, жидкие, КАС, внесение, способы, подкормка, фертигация, картофель, урожайность, повышение.

MODERN POTATO CULTIVATION TECHNOLOGIES WITH IRRIGATION AND FERTIGATION WITH INNOVATIVE MINERAL FERTILIZERS CAS-32 and CAS+S

Milyutkin Vladimir Alexandrovich, doctor. of technical Sciences, Professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia
oiapp@mail.ru

The article presents the results of studies of the effectiveness of the use of liquid mineral fertilizers CAS-32 and CAS+S produced by PJSC KuibyshevAzot as top dressing (fertigation) during irrigation of potatoes, which provided an increase in yield up to 6.4% without deterioration in the quality of the product..

Keywords: fertilizers, liquid, CAS, application, methods, fertilizing, fertigation, potatoes, yield, increase.

Введение. На сегодняшний день многие позиции собственной продовольственной безопасности в Российской Федерации успешно решены, кроме недостаточного производства таких продуктов как овощи - картофель в первую очередь [1,8,9]. В последние десятилетия переход производства картофеля на гребнегрядовую технологию с искусственным орошением позволил кардинальным образом обеспечить подъем данной отрасли, однако всей потребности населения в картофеле отечественный агропром пока не обеспечивает по разным причинам. При этом есть еще резервы по производству, в частности за счет оптимизации таких технологических процессов как улучшение питания картофеля. В нашем случае исследовалось влияние на урожайность картофеля инновационных жидких удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси КАС-32 (N-32%) и КАС+S (N-26%, S-4%) производства ПАО «КуйбышевАзот» (г. Тольятти, Самарская обл.) [2,4]. Российская Федерация экспортирует в больших объемах КАС, изобретенный в Америке в 1984. В нашей стране на трех химических заводах, в том числе и на ПАО «Куйбышев-Азот» КАС производится в объемах 3,5 млн. тонн или при

норме внесения 100 кг/га им можно обработать 35 млн. га посевов. Однако до 2022 года из всего произведенного КАС в Р.Ф. только США закупала и использовала в своем сельском хозяйстве более 60%, не считая Европы и Канады, остальной КАС использовался в АПК России. В сложившихся на сегодня условиях международных санкций появилась реальная возможность полностью использовать КАС в Российском АПК. Для этого все есть: заводы производители КАС и техники [3,5-7,10-12] для внесения, перевозки и хранения [13], исследования по эффективному применению КАС, в том числе и Самарского государственного аграрного университета [2-13], накоплен значительный опыт аграриев с учетом технологического его преимущества.

Цель исследований. Оценка эффективности применения инновационного удобрения КАС с определением оптимальных норм внесения во время фертигации (подкормки) картофеля при искусственном орошении в условиях недостаточного увлажнения и прогнозируемом глобальном потеплении в зоне рис-кованного земледелия Среднего Поволжья, в частности - Самарской области.

Методика исследований. Исследования эффективности жидких азотных и азото-серосодержащих минеральных удобрений на основе КАС (КАС-32 и КАС+S) при фертигации с подкормками картофеля на орошении дождевальным агрегатом «Фрегат» проводились в передовом в Самарской области овощеводческом агропредприятии ИП КФХ Е.П. Цирулев. Предприятие имеет сельхозугодья на площади-7,8 тыс. га, из которых 70% на искусственном орошении. Агрегат «Фрегат» был дополнительно укомплектован дозатором для КАС (рис.1 а, б), в исследованиях оценивался ранний сорт картофеля Нандина. Исследования проводились на тяжелосуглинистом черноземе, с почвенными характеристиками: рН 7,8-8,0; содержание органического вещества 4,1-5,1% (среднее), легкогидролизуемого азота от 11 до 21 (низкое), подвижного фосфора от 85 до 150 (среднее), обменного калия от 300 до 600 мг/кг (повышенное). Норма полива составляла 250 л/га дождевальными машинами «Фрегат» (рис. 1в).

Жидкие минеральные удобрения КАС-32 и КАС+S дозатором с приводом от мобильной электростанции с расчетной нормой подавались в сеть «Фрегата» для подкормки картофеля азотом и серой во время полива. при вегетации Подкормка картофеля при вегетации проводилась во время цветения картофеля и клубнеобразования.



а)

б)



в)

Рисунок 1 – Подкормка картофеля жидкими минеральными удобрениями КАС: а) дозатор, б) емкость опрыскивателя для КАС, в) дождевальная установка «Фрегат» на поливе картофеля с подкормкой КАС-32 и КАС+S

В Самарской области картофель возделывается по грядно-гребневой технологии техникой «Grimme» (Германия) (Рис. 2) [8-9]. Перед окучиванием и началом цветения картофеля вносятся твердые минеральные удобрения сульфат аммония - 500 кг/га в физическом весе.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Сельскохозяйственная техника фирмы «Grimme»: а) гребнеобразователь GF-800, б) сажалка CL-38, в) прицепной комбайн SE-150-60

Исследовалось два варианта (по 20 га): 1 - подкормка КАС-32 (N-32%) общей нормой (за два полива) из расчета 179,2 кг/га в физическом весе; 2 - подкормка КАС+S (N-26%, S-4%) такой же нормой как и в 1-ом варианте.

Результаты и их обсуждение. После созревания картофель Нандина – ранний сорт на исследуемых участках убирали в ранний срок 29.07.21 г. - «ранний картофель». В первом варианте с подкормкой во время полива жидкими удобрениями КАС-32 общей нормой (за два полива) из расчета 179,2 кг/га в физическом весе, была получена урожайность - 41,0 т/га (с базовой фракцией - 46 мм); отход, фракция меньших размеров, составил - 5,5 т/га. Или общая урожайность картофеля при двухкратных подкормках при поливе (фертигация) жидкими азотными удобрениями составила - 46,5 т/га с товарностью-88,1% (рис. 3а). Во втором варианте с подкормкой во время полива инновационными жидкими азото-серосодержащими минеральными удобрениями КАС+S: N-26%, S-4% общей нормой (за два полива) из расчета 179,2 кг/га в ф. в. Урожайность картофеля составила - 43,3 т/га с базовой фракцией - 46 мм; отход составил - 9 т/га. То есть урожайность картофеля при двухкратных подкормках жидкими удобрениями КАС+S составила - 52т/га с товарностью - 82,7% (Рис.3б). Или проведение подкормок при поливе жидкими азотными и азото-серосодержащими удобрениями КАС-32 и КАС+S повысило урожайность картофеля в опытах 2021 года на 6,4% (положительные результаты в опытах в 2021 году требуют исследования долгосрочные).

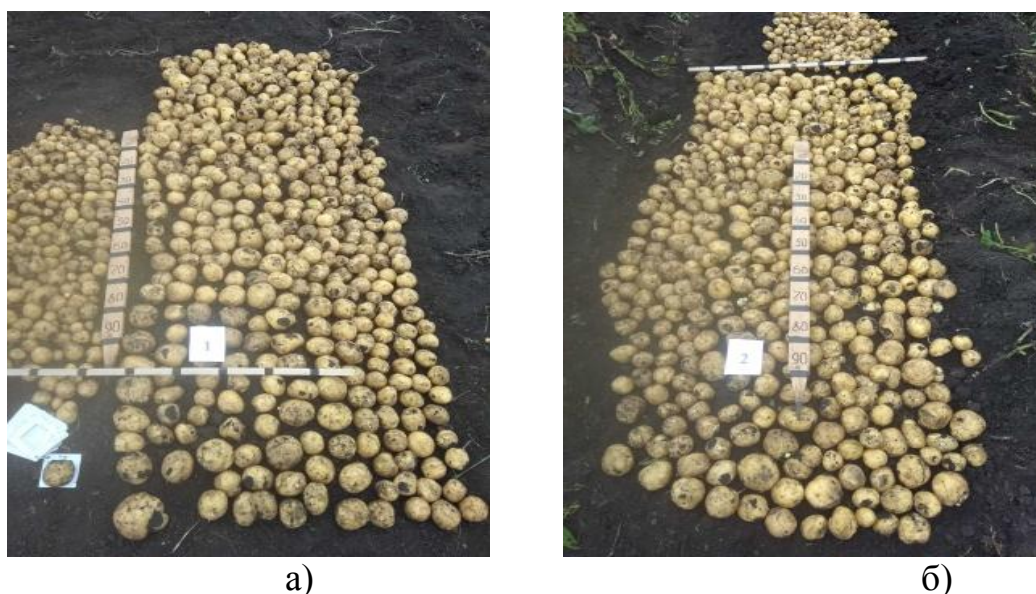


Рисунок 3 – Картофель - сорт Нандина: 1) подкормка КАС-32; 2) подкормка КАС+S

Выращенный картофель с применением КАС имел высокое пищевое качество, наличие нитратного азота в клубнях находилось в пределах ПДК.

Заключение. Проведенными Самарским ГАУ совместно с ПАО «КуйбышевАзот» исследованиями эффективности инновационных жидких азотных и азотосеросодержащих минеральных удобрений КАС-32 и КАС+S, установлено положительное их влияние на рост урожайности картофеля при его подкормках-фертигации во время полива нормой 179,2 кг/га в физическом весе, без ухудшения качества продукции. Урожайность картофеля при этом увеличилась на 6,4%, или урожайность при подкормке картофеля

азотосеросодержащими удобрениями КАС+S с поливом составила 43,3 т/га, без подкормки (контроль) - 40,7 т/га.

Литература:

1. Листовые подкормки картофеля (краткий обзор) // Картофель и овощи, 2015. – № 11. – С. 25.
2. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск Е.А.Галиуллина, 2018. – С.122-127.
3. Милюткин В.А., Милюткин А.В., Беляев М.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энерго-ресурсосберегающих технологиях // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2011. – № 4. – С. 73-74.
4. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г. Комплексное обеспечение инновационных технологий производства сельскохозяйственных культур с применением жид-ких азотных удобрений КАС // Вестник ИрГСХА, 2022. – № 108. – С. 19-31.
5. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2022. – Т.7. – № 1. – С. 38-47.
6. Милюткин В.А. Инновационные техника и технологии применения жидких удобрений КАС в регионах с недостаточным увлажнением при прогнозируемом глобальном потеплении // Монография : Кинель, 2021. – 181 с.
7. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Техничко-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования //АгроФорум, 2020. – № 2. – С. 47-51.
8. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Боровкова Н.В. Исследование эффективности жидких минеральных удобрений на основе КАС с подкормочными поливами картофеля // В сборнике: АГРОБИОТЕХНОЛОГИЯ-2021. Сборник статей международной научной конференции. – Москва, 2021. – С. 1002-1006.
9. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Соловьев А.А., Боровкова Н.В., Сазонов М.В. Выращивание картофеля на орошении с подкормками жидкими азотными и азото-серосодержащими минеральными удобрениями на основе КАС // В сборнике: Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ,

профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича. – Молодёжный, 2021. – С. 107-114.

10. Милюткин В.А., Канаев М.А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник статей в 3 книгах : Алтайский государственный аграрный университет. – 2016. – С.36-37.

11. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективный агрегат для внутрпочвенного внесения удобрений XTender с культиватором Cenius - TX (Amazonen-Werke, АО "Евротехника") в технологиях NO-TILL, MINI-TILL и гребне-рядовых // В сборнике: Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XIV Международной научной конференции. – 2017. – С. 488-493.

12. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твердых минеральных удобрений одновременно с посевом // Техника и оборудование для села, 2018. – № 10. – С. 16-21.

13. Милюткин В.А. Современное техническое обеспечение транспортирования, хранения и внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС // В сборнике: Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной с международным участием научно-практической конференции, посвященной 70-летию юбилею инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, 2021. – С. 23-29

УДК 631.84

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС FDC-6000 АО «ЕВРОТЕХНИКА» ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ПОСЕВА СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР С ВНЕСЕНИЕМ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ (ОПЦИЯ СЕЯЛОК) УДОБРЕНИЙ

В.А. Милюткин, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры технологии производства и экспертиза продукции из растительного сырья ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия
oiapp@mail.ru

В.Э. Буксман, канд. техн. наук, почетный профессор Кубанского ГАУ, почетный доктор Донского ГТУ, советник АО «Евротехника», Россия

Рассмотрены тенденции развития многофункциональных комбинированных сельскохозяйственных агрегатов, обеспечивающих одновременное выполнение нескольких технологических операций за один проход. Примером решения данной проблемы являются почвообрабатывающе-посево-удобрительный комплекс ведущего в России сельхоз-машиностроительной фирмы предприятия АО «Евротехника» (г. Самара) с использованием инновационного

агрегата FDC-6000 для жидких удобрений КАС-32 сеялок для посева зерновых и пропашных сельхозкультур.

Ключевые слова: технологии, инновации, техника, комбинированные агрегаты, почво-обработка, посев, внесение удобрений, жидкие, твердые.

**MULTIFUNCTIONAL COMBINED COMPLEX FDC-6000 JSC
"EUROTECHNIKA" FOR SIMULTANEOUS TILLAGE AND SOWING
WITH THE INTRODUCTION OF LIQUID AND SOLID FERTILIZERS**

V.A. Milyutkin, doctor. of technical Sciences, Professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia
Oiapp@mail.ru

V.E. Buksman, Candidate of Technical Sciences, Honorary Professor of the Kuban State University, Honorary Doctor of the Don State Technical University, Advisor to Eurotechnika JSC, Russia

The tendencies of development of multifunctional combined agricultural aggregates providing simultaneous execution of several technological operations in one pass are considered. An example of solving this problem is the tillage-sowing-fertilizing complex of the leading agricultural engineering company in Russia, Eurotechnika JSC (Samara), using the innovative FDC-6000 unit for liquid fertilizers CAS-32 seeders for sowing grain and row crops.

Keywords: *technologies, innovations, machinery, combined aggregates, soil treatment, sowing, fertilization, liquid, solid.*

Введение. Одним из определяющих факторов эффективного земледелия и растениеводства является сбалансированное питание растений с помощью удобрений. В частности, в исследованиях американских ученых в системе мер повышения урожаев наибольший удельный вес (в %) имеют удобрения - 41, далее гербициды - от 13 до 20, благоприятные погодные условия - 15, гибридные семена 8, ирригация - 5 и прочие факторы - от 11 до 18. Немецкие ученые половину прироста урожая относят на счет применения удобрений, французские - до 70 %, российские - до 60 % [1,2]. В связи с чем ведущие ученые-аграрии и производители сельхозтехники постоянно в поиске инновационных решений не просто однооперационных сельскохозяйственных машин, а многофункциональных комплексов, обеспечивающих за один проход обработку почвы, посев и внесение удобрений. Известное и ведущее в России сельхозмашиностроительное предприятие по прицепной технике АО «Евротехника» (г. Самара) разработало обобщающий технико-технологический комплекс FDC-6000 для обеспечения возможности внесения жидких азотных удобрений на основе карбамида-аммиачной смеси КАС-32 одновременно с обработкой почвы и посевом также фирменной широко востребованной в России техникой [3]. Особая перспективность данных удобрений в зонах недостаточного увлажнения и при прогнозируемом глобальном потеплении [4-5] подтверждается тем, что из 3,5 млн тонн КАС, производимых в России,

более 60% закупает Америка для своего АПК несмотря на значительные транспортные затраты при морских танкерных перевозках.

Цель и задачи исследований. ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет (Самарский ГАУ) более 20 лет плодотворно сотрудничает с АО «Евротехника». В связи с чем целью наших исследований является эффективное адаптирование фирменной техники к почвенно-климатическим условиям РФ (в первую очередь зоны Поволжья) и решение вопросов использования преимущественных конструктивно-технологических особенностей ин-новационных машин. Для этого решаются задачи с помощью аналитической и экспериментальной оценки почвообрабатывающей и посевной техники. Идеологией АО «Евротехника», представляемой так называемым «интеллигентным растениеводством» является создание многофункциональных почвообрабатывающе-посево-удобрительные комплексы АО «Евротехника» с FDC-6000 для внесения жидких удобрений одновременно с обработкой почвы и посевом. При этом КАС при посеве вносится одновременно с твердыми удобрениями с помощью специальных конструктивно-технологических опций сеялок Primer DMC, Condor, EDX. Применение КАС с его транспортированием и подачей к рабочим органам почвообрабатывающих машин Cenius, Catros и сеялок Primer DMC, Condor, EDX обеспечивается специально-разработанным и выпускаемым АО «Евротехника» агрегатом FDC-6000 (рис. 1), прицепляемым к трактору. Почвообрабатывающие машины и сеялки АО «Евротехника» агрегируются с FDC-6000 и работают как единый многофункциональный почвообрабатывающе-посево-удобрительный агрегат (рис. 2-4,6).



Рисунок 1 – Агрегат FDC - 6000 для перевозки и подачи КАС почвообрабатывающим агрегатам и сеялкам АО «Евротехника»

FDC-6000 в прицепном исполнении с пластмассовыми емкостями $3+3=6$ м³ для КАС имеет все необходимые технологические устройства (центробежный бензиновый насос, продуктопровод, регулировочные вентили и т.д.),

агрегируется с сеялками (рис. 2) Primer DMC, Condor с долотовидными сошниками для посева зерновых культур по традиционной технологии и энерго-ресурсо-влагосберегающими - NO-Till и MINI-Till, а также сеялками точного высева EDX с дисковыми сошниками (рис. 4) для посева пропашных культур.



Рисунок 2 – Комбинации FDC-6000 с сеялками Primer DMC, Condor, EDX

Для внесения КАС одновременно с посевом сошники сеялок комплектуются дополнительными приспособлениями из продуктопроводов и наконечников со специальными штуцерами, по примеру сеялки Primer DMC (рис.3).



Рисунок 3 – Сеялка Primer DMC с долотовидными сошниками, оборудованными для внесения КАС

При решении проблемы внесения жидких минеральных удобрений КАС одновременно с посевом АО «Евротехника» выбрала достаточно эффективную конструктивно-технологическую схему использования специально созданного агрегата FDC-6000 в комплектации с зерновыми и пропашными сеялками. То есть машинно-тракторные посевные комплексы с универсальным агрегатом

FDC- 6000 для жидких удобрений и сеялками: пропашными (EDX 9000-ТС) и зерновыми (DMC 9000, DMC 12000, Condor 12000 и Condor 15000), имеющими зерновые и туковые бункерами для семян и твердых минеральных удобрений имеют возможность обеспечить за один проход благоприятные условия для семян сельскохозяйственных культур, высеваемых с одновременным внесением как твердых, так и жидких минеральных удобрений, включающих различные основные макроэлементы - N, P, K, мезоэлемент серу-S и микроэлементы в твердой и жидкой формах, что естественным образом способствует интенсивному развитию сельскохозяйственных культур с получением продукции высокого качества и большей урожайности [6].



Рисунок 4 – Агрегат FDC-6000 с EDX 9000-ТС для посева подсолнечника и кукурузы одновременно с внесением жидких-КАС и твердых минеральных удобрений

Технологические емкости агрегата FDC-6000 для жидких минеральных удобрений имеют объем 6000 литров, сеялочный агрегат EDX 9000-ТС для пропашных культур имеет бункер для твердых минеральных удобрений объемом 800 литров и для семян-5000 литров, зерновая сеялка DMC 9000-соответственно 1050 и 3150 литров, сеялка DMC 12000-соответственно, 1500 и 4500 литров, сеялки Condor 12000 и Condor 15000 имеют одинаковые бункеры для удобрений и семян - соответственно, 3000 и 5000 литров, что обеспечивает высокую производительность агрегатов при минимальном количестве заправок.

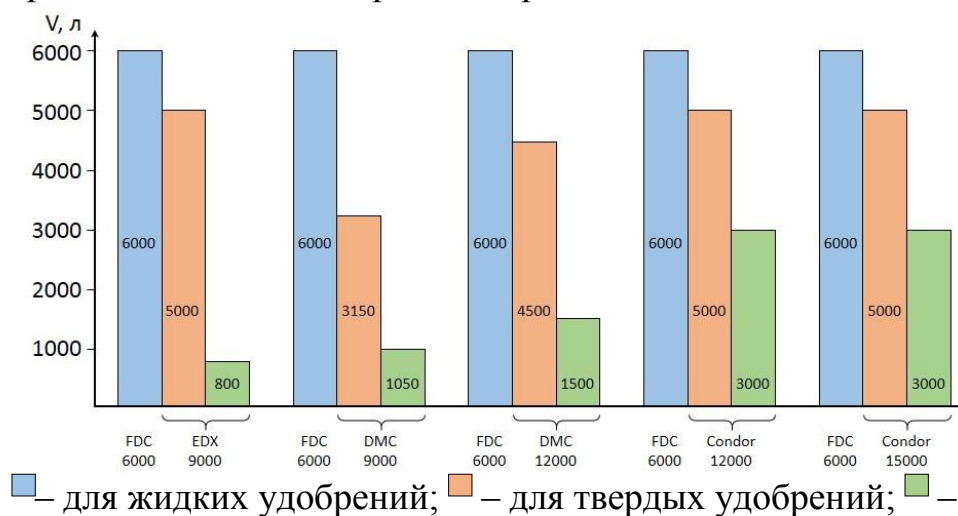


Рисунок 5 – Емкости бункеров в удобрительно-посевных комплексах FDC 6000 с сеялками EDX 9000-ТС, DMC 9000, DMC 12000, Condor 12000, Condor 15000

Разработанная номограмма (рис. 5), представляющая соотношения объемов емкостей для семян высеваемых культур и вносимых различного вида удоб-рений (жидкие, твердые) при установленных нормах применения дают возможность обеспечивать эффективную логистику при подготовке агрегатов к посеву при их заправке удобрениями и семенами, и планировать проведение посевных работ с возможно меньшими технологическими остановками при дозаправке агрегатов в процессе эксплуатации, то есть с максимально-возможной производительностью и выработкой машинно-тракторного агрегата [5, 7, 9].

Комбинация агрегата FDC-6000 с почвообрабатывающими агрегатами: мульчирующим культиватором Senius и дисковыми боронами Catros, Certos АО «Евротехника», решает проблему одновременного с обработкой почвы внесения удобрений как твердых, так и жидких КАС-32. Для этого у культиватора Senius рабочие органы дополнительно оборудуются подводящей КАС магистралью с форсунками на конце, а у дисковых борон Catros, Certos перед дисковыми секциями устанавливаются форсунки, распыливающие КАС на поверхность почвы для перемешивания с обрабатываемым слоем - дисковыми рабочими органами.

Учитывая широкое применение инновационных агрегатов для инъекторного внесения жидких удобрений КАС [8], АО «Евротехника» разработало и серийно выпускает эквалайзер (рис. 6).



Рисунок 6 – Эквалайзер сельхоз-машиностроительного предприятия АО «Евротехника»

Проведенные Самарским ГАУ исследования работы эквалайзера на озимой пшенице при внесении КАС в фазу кущения показали значительную эффективность в увеличении урожайности по сравнению с обработкой посевов опрыскивателями поверхностно «по листу» крупнокапельными форсунками.

Выводы.

Совершенствование агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур с целью повышения их урожайности при использовании инновационных процессов внесения твердых и жидких минеральных удобрений одновременно с обработкой почвы и посевом инновационными сельскохозяйственными агрегатами и удобрениями является основой повышения аграрного производства, надежного импорто-замещения,

значительного экспорта особоликвидной сельхозпродукции РФ, являющейся на сегодня одним из мировых лидеров.

Литература:

1. Мерзликин А.С. Ценовая политика, эффективность химизации сельскохозяйственного производства России // Проблемы агрохимии и экологии, 2010. – № 1. – С. 45-54.
2. Минеев В. Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии, 2011. – 1. – С. 3-8.
3. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск Е.А. Галиуллина. Пенза. Изд-во: «Пензенский государственный аграрный университет», 2018. – С. 122-127.
4. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Техничко-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования // Краснодар. АгроФорум, 2020. – № 2. – С. 47-51.
5. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твердых минеральных удобрений одновременно с посевом // Техника и оборудование для села, 2018. – № 10. – С. 16-21.
6. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г. Логистика жидких удобрений ПАО "КуйбышевАзот" - от завода до сельхозпредприятия - АПК // В сборнике: Теоретические и концептуальные проблемы логистики и управление цепями поставок. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, 2020. – С. 49-53.
7. Милюткин В.А., Милюткин А.В., Беляев М.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энергоресурсосберегающих технологиях // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2011. – № 4. – С.73-74. (45)
8. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Цирулев А.П., Попов А.В. Исследование эффективности инновационной технологии внесения жидких удобрений КАС внутрпочвенно и поперхнос-тно агрегатами «Пегас-Агро» // В сборнике: Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Молодёжный : Изд-во «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского», 2021. – С. 114-120.
9. Милюткин, В.А. Инновационные техника и технологии применения жидких удобрений КАС в регионах с недостаточным увлажнением при прогнозируемом глобальном потеплении // Кинель. Монография. Изд-во : ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021. – 182 с.

10. Милюткин В.А., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г., Сысоев В.Н. Повышение эффективности производства сельхозкультур в засушливых климатических условиях применением жидких минеральных удобрений // В сборнике: Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. С. Соленое Займище, 2020. – С. 186-191.

УДК 631.51; 631.432

ВЛИЯНИЕ ПРИЁМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В АГРОЧЕРНОЗЁМЕ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Колесников Алексей Сергеевич, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vozrojdenie124@mail.ru

Кураченко Наталья Леонидовна, докт. биол. наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kurachenko@mail.ru

В полевом опыте в условиях Красноярской лесостепи изучено влияние приёмов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочерноземе зернопарового севооборота. Показано, что сохранение запасов влаги в 0-20 см слое почвы на 28-31 % определялось взаимодействием факторов «приём обработки – агроценоз».

Ключевые слова: агрочернозем, отвальная обработка, минимальная обработка, нулевая обработка, продуктивная влага, яровая пшеница

INFLUENCE OF BASIC TREATMENT METHODS ON PRODUCTIVE MOISTURE RESERVES IN AGRICHERNOZEM OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Kolesnikov Alexey Sergeevich, post-graduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
vozrojdenie124@mail.ru

Kurachenko Natalia Leonidovna, Dr. biol. sciences, professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kurachenko@mail.ru

In a field experiment in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe, the influence of the main tillage methods on the reserves of productive moisture in the agrochernozem of the grain-fallow crop rotation was studied. It is shown that the preservation of moisture reserves in the 0-20 cm soil layer by 28-31% was determined by the interaction of the factors "treatment method - agrocenosis".

Keywords: agrochernozem, dump tillage, minimum tillage, zero tillage, productive moisture, spring wheat

В сохранении и правильном использовании влаги исключительно большая роль принадлежит системе обработки почвы. Анализ современной литературы показывает расхождение в оценке влияния разных систем обработки на содержание продуктивной влаги в почве. По мнению [4], отвальная вспашка увеличивает водопроницаемость пахотного слоя, что приводит к увеличению запасов продуктивной влаги. И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигостаева [12], Н.И. Придворяев и др. [10], А.А. Романенко, Н.К. Мазитов [11], А.Н. Ильин с соавторами [3] отмечают преимущества мелкой и нулевой обработки в накоплении влаги. Согласно результатам исследований [9; 13; 7], поверхностные обработки равноценны по влиянию на содержание влаги в почве. Исходя из этого следует, что к реализации минимальных и нулевых обработок следует подходить осмотрительно с учетом почвенно-климатических условий региона [5].

Цель исследований – оценить влияние приёмов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочерноземе Красноярской лесостепи.

Исследования проведены в 2013-2015 гг. в условиях полевого опыта на стационаре «Минино» Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в Красноярской лесостепи. Объекты исследования – агрочернозем криогенно-мицелярный маломощный среднесуглинистый и пятипольный полевой севооборот (пар – пшеница – рапс – ячмень – овес). Почва опытного участка в слое 0-20 см характеризовалась высоким содержанием гумуса (7,9-9,6 %), слабощелочной реакцией среды (рН_{н2о} - 7,1-7,8), высокой суммой обменных оснований (40,0-45,2 м-экв/100г).

Исследования проведены на трех блоках основной обработки почвы: I – отвальная вспашка на глубину 20-22 см; II – минимальная обработка дискатором на глубину 10-12 см; III – прямой посев (нулевая обработка). Ячмень сорта Буян возделывали на фоне применения минеральных удобрений со стартовой дозой N₃₀P₃₀. В фазу кущения посевы обрабатывали гербицидом Магнум, ВДГ в дозе 0,01 кг/га против широколиственных сорняков. Размещение вариантов опыта – систематическое, повторность – 3-х кратная. Учетная площадь делянки – 100 м². Повторность отбора образцов и аналитических определений - 3-х кратная. Почвенные образцы отбирали в слоях 0-10, 10-20 см. Сроки отбора образцов были приурочены к фазам развития культуры: всходы (июнь), июль (колошение), август (молочная спелость). Влажность почвы определяли термовесовым методом. Результаты аналитических определений обработаны методами дисперсионного анализа и описательной статистики [2].

Запасы продуктивной влаги, накопленные в 0-20 см слое агрочернозема криогенно-мицелярного среднесуглинистого гранулометрического состава, свидетельствуют об удовлетворительной влагообеспеченности почвы в годы исследований (20-36 мм). При близких средних значениях запасов доступной для растений влаги, установлено расхождение в оценке влияния разных приёмов обработки на её накопление по годам. Так, в условиях избыточного увлажнения вегетационного сезона 2013 года максимальное накопление

продуктивной влаги в 0-20 см слое агрочернозема зафиксировано на фоне отвальной и поверхностной минимальной обработки чистого пара (31-33 мм; $НСР_{05} = 2-3$), что на 4-6 мм больше по сравнению с нулевой обработкой (химическим паром). Минимальная и нулевая обработка агрочернозема в посевах пшеницы и ячменя создавали лучшие условия увлажнения по сравнению с отвальной вспашкой. Особенно эти различия достоверны в период от начала выхода в трубку до созревания зерновых культур, где количество продуктивной влаги превышало вспашку на 4-10 мм при $НСР_{05} = 3-5$. В агроценозе овса лучшие условия увлажнения создавались в поле, обработанном дискатором (31 мм). При этом различия по фонам основной обработки были несущественными в течение вегетационного сезона ($F_{ф} < F_{т}$).

Динамические изменения запасов продуктивной влаги в вегетационный сезон 2014 года имели более выраженный характер ($C_v = 5-31\%$). Нулевая обработка паровых полей способствовала существенному накоплению влаги в течение вегетационного сезона до 36 мм, что превышало отвальную вспашку на 11 мм ($НСР_{05} = 6-9$). Ресурсосберегающие технологии основной обработки почвы под пшеницу и ячмень на фоне избыточного увлажнения вегетационного сезона 2014 года не давали явных преимуществ в накоплении запасов влаги по сравнению с отвальной вспашкой. Среднесезонные запасы продуктивной влаги на всех фонах основной обработки оценивались близкой величиной (25-27 мм). В агроценозе овса поверхностная минимальная обработка почвы способствовала сохранению и накоплению влаги на уровне 32 мм. Хорошо известно, что обработка почвы без оборота пласта с оставлением пожнивных остатков на поверхности почвы сводит к минимуму испарение влаги с поверхности. Мульчирующий слой, состоящий из измельченной соломы и растительных остатков, снижает интенсивность конвекционно-диффузного испарения почвенной влаги и способствует накоплению и сохранению влаги. Однако роль стерневых фонов для улучшения влагообеспеченности растений повышается с увеличением засушливости климата и с облегчением гранулометрического состава почвы [6].

Удовлетворительная влагообеспеченность полей зернопарового севооборота отмечена в начале вегетационного сезона 2015 года (22-36 мм). С началом активного роста и развития сельскохозяйственных культур севооборота, динамика запасов продуктивной влаги в большей степени определялась метеорологическими факторами. Засушливые условия августа 2015 года способствовали постепенному снижению запасов влаги к концу вегетационного периода до плохих (21-16 мм) ($C_v = 17-28\%$). Анализ динамики запасов влаги в 0-20 см слое почвы агроценозов зерновых культур и пара показал неоднотипный ход изменчивости. Так, к июлю, под зерновыми культурами, которые в это время находятся в фазе кущение-выход в трубку, запасы влаги составили по блокам основной обработки 17-28 мм; в паровых полях запасы влаги достигали 30-34 мм. Исследованиями установлено, что ресурсосберегающие технологии основной обработки почвы под агроценозы зерновых культур определили пополнение запасов продуктивной влаги в 0-20 см слое агрочернозема. Максимальные значения среднесезонных запасов влаги при возделывании пшеницы и ячменя отмечены на нулевом фоне (27-28 мм), овса – на минимальном (27 мм). На нулевом посеве на поверхности почвы

сохраняются стерня и другие пожнивные остатки. Стерня защищает почву от солнечного перегрева, задерживает снег, а главное, сохраняет почву от разрушения ветром. Благодаря повышению влажности почвы, возрастает и урожайность сельскохозяйственных культур. По наблюдениям Т.С. Мальцева [8], в посевах на дискованной почве большая часть корней злаковых культур размещается в верхнем разрыхленном слое, а общее количество корневых остатков в пролущенной почве в ряде случаев больше, чем во вспаханной.

Оценивая в среднем запасы продуктивной влаги за вегетационные сезоны 2013-2015 гг., следует отметить, что роль основной обработки почвы в сохранении и накоплении запасов влаги определялась типом агроценоза. Установлено, что нулевая обработка паровых полей и возделывание пшеницы на этом фоне определило повышение запасов продуктивной влаги в 0-20 см слое в среднем на 2 мм ($F_{ф} < F_{т}$), по сравнению со вспашкой и поверхностной минимальной обработкой. В посевах ячменя величина накопления продуктивной влаги на нулевой обработке оценивалась уже на достоверном уровне с повышением на 3-4 мм. В агроценозе овса запасы продуктивной влаги на фоне ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы достигали 30-26 мм, что на 6-2 мм больше, чем на отвальной обработке. Изложенное выше позволяет заключить, что запасы продуктивной влаги и их сезонная динамика в 0-20 см слое паровых полей и агроценозов зерновых культур определялись погодными условиями, способом основной обработки и особенностями возделываемых культур. Эти предположения подтверждаются данными двухфакторного дисперсионного анализа. Результаты показывают, что в первый год внедрения ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы существенную роль в содержание запасов продуктивной влаги вносили факторы, которые не были предметом изучения (32 %) и характер агроценоза (30 %). На второй и третий год использования минимальной и нулевой обработки почвы достаточно весомый вклад в запасы продуктивной влаги вносил фактор «приём обработки» (30-32 %) и взаимодействие этого фактора с агроценозом (29-31 %). Полученные закономерности позволяют утверждать, что регулирование запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы определяется особенностями возделываемой культуры и сроками внедрения ресурсосберегающих технологий основной обработки. Исследования [1] на черноземах Воронежской области показали, что влияние фактора «приём обработки почвы» по сравнению с фактором «фаза вегетации» было менее выраженным. Это характеризовалось меньшей долей вклада в вариабельность запасов продуктивной влаги в слоях 0-20, 20-50 и 50-100 см. Однако доля вклада способа обработки почвы в запасы продуктивной влаги в отличие от фактора фаз вегетации была больше при благоприятных условиях роста и развития озимой пшеницей по сравнению с неблагоприятными погодными условиями.

Таким образом, агрочернозем криогенно-мицелярный Красноярской лесостепи характеризуется удовлетворительной влагообеспеченностью (20-36 мм) в полях зернопарового севооборота. Сохранение и накопление запасов влаги в 0-20 см слое почвы стабильно на 28-31 % определялось взаимодействием факторов «приём обработки – агроценоз». Нулевая обработка

паровых полей и под посевы пшеницы и ячменя определяет накопление продуктивной влаги на 2-4 мм в среднем больше, чем отвальная и минимальная. В агроценозе овса запасы продуктивной влаги на фоне ресурсосберегающих технологий обработки почвы достигают 30-26 мм, что на 6-2 мм больше, чем на вспашке.

Литература:

1. Гребенников А.М., Фрид А.С., Сапрыкин С.В., Чевердин Ю.И. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агроценозах // *Агрохимия*, 2019. – № 8. – С. 40-47.
2. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 319с.
3. Ильин А.Н., Васильев О.А., Ильина Т.А., Никитин К.П. Влияние ресурсосберегающей технологии на плодородие серой лесной почвы // *Аграрный научный журнал*, 2015. – № 7. – С. 18-22.
4. Казаков Г.И., Кабанова Н.И. Влияние основной обработки на физические свойства и влажность почвы в лесостепи Заволжья // *Интенсивные технологии возделывания зерновых и кормовых культур*. – Самара, 1990. – С. 38-43.
5. Каличкин В.К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // *Земледелие*, 2008. – №5. – С. 24-26.
6. Кравченко Р.В., Тронева О.В. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность гибридов кукурузы // *Земледелие*, 2011. – № 7. – С. 27-28.
7. Кураченко Н.Л., Картавых А.А., Ржевская Н.И. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям // *Вестник КрасГАУ*, 2014. – № 5. – С. 58-64.
8. Мальцев Т.С. Безотвальная обработка – лучший способ защиты почв от эрозии // *Защита почв от эрозии*. – М.: Колос, 1964. – С. 51-67.
9. Новиков В.М., Нечаев Л.А., Коротеев В.И. Эффективность систем основной обработки почвы при возделывании гречихи // *Земледелие*, 2006. – № 2. – С. 19-20.
10. Придворев Н.И., Родионов Е.А. Зависимость запаса влаги в почве от способа основной обработки под подсолнечник // *Земледелие*, 2009. – №8. – С.16-17.
11. Романенко А.А., Мазитов Н.К. Противозасушливая энергосберегающая система обработки почвы // *Земледелие*, 2011. – №3. – С.30-31.
12. Чуданов И.А., Лигаева Л.Ф. Оптимизация режима влажности черноземных почв при ресурсосберегающих технологиях // *Достижения науки и техники АПК*, 2007. – № 8. – С. 21-23.
13. Чуманова Н.Н., Гребенникова В.В. Влияние минимально-нулевых систем обработки почвы на засоренность зерновых агрофитоценозов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2013. – № 9. – С.14-17.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Секция 1. САМОБЫТНОСТЬ ПОЧВ СИБИРИ: ГЕНЕЗИС, СВОЙСТВА, ОЦЕНКА ПОЧВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	
Шпедт А.А. О ПРОФЕССОРЕ П.С. БУГАКОВЕ, С БЛАГОДАРНОСТЬЮ	9
Гопп Н.В. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КИСЛОТНОСТИ, СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ОБМЕННОГО КАЛЬЦИЯ В ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ МЕСТНОСТИ	14
Козлова А.А., Людвиг У.И., Николаев А.В. ПОЧВЫ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ: ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА, СВОЙСТВ, ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	18
Каллас Е.В. СПЕЦИФИКА СИБИРСКИХ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ПОРОДАХ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	21
Сорокина О.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПЛОЩАДОК В ОЦЕНКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ	25
Белоусова Е.Н., Белоусов А.А. ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА НА ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ	31
Кутькина Н.В., Еремина И.Г. АГРОЛАНДШАФТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В ХАКАСИИ	36
Спирина В.З. СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	41
Марон Т.А., Родикова А.В., Кулижский С.П. ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПИ ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ И СВОЙСТВА	46
Мартынова Н.А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ГОРНО-ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ	50
Коваленко О.В. ВЕДУЩИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В НИЗКОГОРНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА	55
Трубников Ю.Н. ПРОВИНЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ	59
Демьяненко Т.Н. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	62
Секция 2. АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ: СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Васильев О.А., Ильина Т.А., Чернов А.В. О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	67
Титова В.И., Мартынова О.С., Ерастова Н.В. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА БАРКОН НА ХАРАКТЕРИСТИКУ ГРУНТОВ, СОЗДАННЫХ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОПИЛОК	72
Середина В.П., Овсянникова С.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВИНОГРАДОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА	77

Кудряшова С.Я., Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Соловьев С.В., Миллер Г.Ф., Безбородова А.Н. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРОДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПРЕДСАЛАИРЬЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ПОСТАГРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ	81
Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Чеботарь Е.А. ФЕРРИРЕДУКТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ	86
Власенко О.А. ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ИЗ АГРОЧЕРНОЗЕМА ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ И ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА	88
Иванова В.И., Кониева Г.Н. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ КУМОМАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ	93
Колесник А.А., Кураченко Н.Л. ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ	97
Бережных Ю.В., Лопатовская О.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИАНГАРЬЯ	101
Казанова Е.Ю., Казанов В.В., Кураченко Н.Л. СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В АГРОЧЕРНОЗЕМЕ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РЫЖИКА ПОСЕВНОГО	106

Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Милюткин В.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ КАС НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ МУЛЬТИИНЖЕКТОРОМ И ОПРЫСКИВАТЕЛЕМ ТУМАН (ООО ПЕГАС-АГРО, г. Самара, РФ)	111
Кондратьева О.В., Федоров А.Д. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА В САДОВОДСТВЕ	117
Милюткин В.А. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ОРОШЕНИИ С ФЕРТИГАЦИЕЙ ИННОВАЦИОННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ КАС-32 и КАС+S	122
Милюткин В.А., Буксман В.Э. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС FDC-6000 АО «ЕВРОТЕХНИКА» ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ПОСЕВА СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР С ВНЕСЕНИЕМ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ (ОПЦИЯ СЕЯЛОК) УДОБРЕНИЙ	127
Колесников А.С., Кураченко Н.Л. ВЛИЯНИЕ ПРИЁМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В АГРОЧЕРНОЗЁМЕ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	134

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

**Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных
наук, профессора Петра Семёновича Бугакова**

22 апреля 2022 года, г. Красноярск

Отв. за выпуск:

*Н.Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор кафедры
«Почвоведения и агрохимии» ИАЭТ*

Электронное издание

Издается в авторской редакции

Подписано в свет 31.05.2022. Регистрационный номер 102
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного
аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117