



УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

Материалы Межрегиональной научной
конференции VIII Докучаевские молодежные чтения

Красноярск, 22-23 декабря 2023 г.

www.kgau.ru

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

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

*Материалы Межрегиональной научной конференции
VIII Докучаевские молодежные чтения*

Электронное издание

Красноярск 2024

ББК 65.281

У 81

Ответственный за выпуск

*Н.Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и агрохимии
Института агроэкологических технологий*

Редакционная коллегия:

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

У 81 Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем [Электронный ресурс]: материалы Межрегиональной научной конференции VIII Докучаевские молодежные чтения / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – 208 с.

В научных материалах Межрегиональной научной конференции VIII Докучаевские молодежные чтения «Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем» (Красноярск, 22–23 декабря 2023 г.) представлены достижения студентов, аспирантов и молодых учёных. Научная тематика докладов связана с вопросами почвенных ресурсов и рациональным использованием почв и земель, проблемами агрохимии и оптимизации питания растений, а также с современными почвозащитными технологиями в земледелии и растениеводстве.

Предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов, научных и педагогических работников научно-исследовательских учреждений и вузов сельскохозяйственного профиля, а также специалистов агропромышленного комплекса.

ББК 65.281

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, 2024

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2024

**Секция 1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ**

УДК 631.434.6; 631.87

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЧЕРНОЗЕМА
ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ С МИКРОВОДОРОСЛЯМИ**

Абакумова Наталья Викторовна, аспирант
111snow@mail.ru

Варганова Диана Андреевна, студентка
d.varganova06.01.2005@gmail.com

Дымченко Евгения Игоревна, студентка
dymchenko04@inbox.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор

Кураченко Наталья Леонидовна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

kurachenko@mail.ru

Представлены результаты полевого опыта по оценке действия биопрепаратов с микроводорослями Clorella vulgaris и Arthrospira platensis на фракционный состав структурных агрегатов и содержание агрономически ценных агрегатов при возделывании яровой пшеницы.

Ключевые слова: агрочернозем, микроводоросли, структура почвы, яровая пшеница.

**CHANGES IN THE STRUCTURAL STATE OF AGROCHERNOZEM
UNDER THE ACTION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS WITH
MICROALGAE**

Abakumova Natalia Viktorovna, Postgraduate student
111snow@mail.ru

Varganova Diana Andreevna, student
d.varganova06.01.2005@gmail.com

DymchenkoEvgeniyaIgorovna, student
dymchenko04@inbox.ru

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: doctor of biological sciences, professor

Kurachenko Natalia Leonidovna

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

kurachenko@mail.ru

The results of a field experiment to assess the effect of biologics with microalgae Clorella vulgaris and Arthrospira platensis on the fractional composition

of structural aggregates and the content of agronomically valuable aggregates in the cultivation of spring wheat are presented.

Keywords: agrochernozem, microalgae, soil structure, spring wheat.

Физические свойства почвы являются важным фактором динамики почвенных процессов, формирования урожайности сельскохозяйственных культур и эффективности различных технологий их возделывания [11; 10]. Структурное состояние почв считается одним из значимых физических показателей почв. Это свойство необходимо принимать во внимание, т.к. с помощью его регулирования возможно формирование оптимального водного, воздушного, теплового и питательного режимов, исключительно важных для нормального роста и развития растений [7; 8; 9]. По мнению [3], структурообразование считается одним из главных показателей динамичности почв во времени. В зависимости от размера и формы структурных отдельностей почва обладает различными свойствами и уровнем плодородия.

Одним из способов регулирования структурного состояния агропочв является использование в технологии возделывания сельскохозяйственных культур биологических препаратов на основе микроводорослей. Биологические удобрения с использованием микроводорослей, получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве. В последние годы начали успешно использовать одноклеточные зеленые и сине-зелёные водоросли (цианобактерии), что способствовало повышению плодородия почв и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [1; 6; 5].

Цель настоящих исследований – оценить влияние биопрепаратов на основе микроводорослей на структурное состояние агрочернозема при возделывании яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи.

Исследования по оценке действия биопрепаратов на основе микроводорослей проведены в 2023 году в полевом опыте кафедры почвоведения и агрохимии в учебном хозяйстве «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи (56° с.ш., 92° в.д.). Объекты исследования – агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный, агроценоз яровой пшеницы сорта Новосибирская 15, биопрепараты на основе одноклеточных зелёных водорослей *Clorella vulgaris* и синезеленых водорослей рода цианобактерий *Arthrospira platensis*.

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1. Контроль (химическая защита - фон), 2. *Chlorella vulgaris* - 2-х кратная обработка 1% водным раствором суспензии надземной части растений. 3. *Chlorella vulgaris* - гранулы при посеве, 4. *Chlorella vulgaris* + *Arthrospira platensis* – гранулы при посеве; 5. *Arthrospira platensis* – гранулы при посеве.

Гранулы, используемые в опыте, представляли собой суспензию, иммобилизованную в биологический полимер в аликвотной концентрации. Гранулы вносились в почву на глубину 5-6 см одновременно при посеве, обработка вегетирующих посевов суспензией хлореллы проводилась в баковых смесях с гербицидами, фунгицидами и инсектицидами. Норма расхода рабочей жидкости рассчитывалась исходя из гектарной нормы в 300 л/га. Химическая

защита яровой пшеницы включала применение следующих препаратов: Скарлет, МЭ; Арго Прим, МЭ; Фемида, МД; Титул Трио, ККР; Эсперо, КС. Дозы препаратов соответствовали рекомендациям производителя [13]. Яровая пшеница возделывалась по чистому пару. Общая площадь опытных делянок - 200 м², учетная – 60 м². Повторность 3-х кратная, расположение систематическое. Отбор почвенных образцов проводился в слое 0-20 см и 20-40 см в фазу всходов (июнь), колошения (июль), молочной спелости (август) и полной спелости (сентябрь) пшеницы.

В образцах определяли структурный состав по Саввинову в 3-х кратной повторности [2]. Статистическая обработка полученных результатов проведена методами дисперсионного анализа и описательной статистики [4].

Устойчивость структурного состояния пахотных почв реализуется за счет взаимодействия различных специфических почвенных механизмов и в большей степени за счет способности к переагрегации. Переагрегация почвенной массы происходит в результате циклов набухания – усадки при увлажнении и высыхании, замораживании и оттаивании, обработки почвы, внесения удобрений и биологических факторов.

Исследованиями установлено, что применяемые в опыте биопрепараты способствовали трансформации фракций структурного состава агрочернозема. В структурном составе почвы опытного участка доминирующими агрегатами являлись глыбистые фракции >10 мм. На их долю в 0-20 см слое почвы приходилось от 29 до 21 % с максимальной глыбистостью на контрольном варианте. Поступление в агроценоз пшеницы биологических препаратов с *Chlorella vulgaris* и *Arthrospira platensis* в виде гранул при посеве и с опрыскиванием вегетирующих растений 1 % раствором *Chlorella vulgaris* снижало содержание крупных глыбистых отдельностей на 1-8 % по сравнению с контролем. Среди агрономически ценных фракций размером от 10 до 0,25 мм преобладали комковатые и зернистые отдельности размером 2-1 мм (20-24 %), что является типичным для черноземов Красноярского края [12]. Незначительное увеличение доли этой фракции (до 4 %) на вариантах опыта с применением биопрепаратов подтверждает агрегирующий эффект микроводорослей. В наибольшей степени эти изменения были выражены в слое почвы 20-40 см. На варианте опыта с внесением в почву гранул выявлено максимальное формирование отдельностей 2-1 мм (25 %). Установлено, что опрыскивание яровой пшеницы 1 % раствором *Chlorella vulgaris* и внесение в почву гранул *Chlorella vulgaris* и *Arthrospira platensis* снизили содержание глыбистых фракций до 14-16 % и способствовали формированию отдельностей от 5 до 1 мм. Благоприятная переагрегация почвенной массы под действием биопрепаратов микроводорослей может быть объяснена действием экзополисахаридов, продуцируемых микроводорослями. При попадании в почву эти полисахариды имеют тенденцию образовывать клейкую и студенистую оболочку, которая способствует агрегации почв и предотвращает их эрозию. Эти полисахариды также играют важную роль в аэрации почв [14; 15]. Слизистые оболочки и экзополисахариды также позволяют микроводорослям выживать при высыхании даже до 70 лет хранения и

восстанавливать свою деятельность после влияния негативных экологических факторов [16]. Кроме того, хелаторы слизистых оболочек образуют органоминеральные комплексы для усиления агрегации за счет связывания металлов, таких как кальций, железо и цинк, а также алюмосиликатные глинистые минералы.

Оценка структурного состояния агрочернозема в посевах яровой пшеницы показала положительное действие применяемых форм биопрепаратов (табл.).

Таблица – Содержание агрономически ценных агрегатов в агрочерноземе посевов яровой пшеницы, % (n = 12)

Вариант	Хср	Lim	Cv
<i>0-20 см</i>			
Контроль (химическая защита - фон)	70,2	67,1-73,6	5
<i>Chlorella vulgaris</i> - 2-х кратная обработка 1 % раствором суспензии	75,8	63,6-82,7	11
<i>Chlorella vulgaris</i> - гранулы при посеве	72,4	55,8-87,2	23
<i>Chlorella vulgaris</i> + <i>Arthrospira platensis</i> – гранулы при посеве	75,0	67,8-80,0	8
<i>Arthrospiraplatensis</i> – гранулы при посеве	77,8	63,7-91,0	17
<i>20-40 см</i>			
Контроль (химическая защита - фон)	74,8	73,0-78,2	3
<i>Chlorella vulgaris</i> - 2-х кратная обработка 1 % раствором суспензии	85,3	73,6-92,1	9
<i>Chlorell avulgaris</i> - гранулы при посеве	83,6	72,8-93,2	10
<i>Chlorella vulgaris</i> + <i>Arthrospira platensis</i> – гранулы при посеве	76,4	67,8-80,8	8
<i>Arthrospira platensis</i> – гранулы при посеве	82,3	71,8-88,8	9

Содержание агрономически ценных агрегатов (АЦФ) размером от 10 до 0,25 мм свидетельствовало об отличной структурности почвы в среднем за вегетационный сезон 2023 года. В различные периоды роста и развития яровой пшеницы структурное состояние менялось от хорошего уровня до отличного с коэффициентами сезонной динамики от незначительного до среднего уровня (Cv = 3-23 %). В 0-20 см слое почвы контрольного варианта содержание агрономически ценных фракций составляло в среднем 70 %. Максимальный агрегирующий эффект, достигающий 75-78 % АЦФ, выявлен на вариантах опыта с опрыскиванием посевов *Chlorella vulgaris* с внесением в почву гранул *Chlorella vulgaris* + *Arthrospira platensis* и *Arthrospira platensis* в чистом виде. Достоверные различия между вариантами в этом слое почвы установлены во все сроки отбора образцов, кроме июльского периода (НСР₀₅ = 10,3-7,1). Более

существенный агрегирующий эффект биопрепаратов установлен на глубине почвы 20-40 см. По сравнению с почвой контрольного варианта содержание АЦФ здесь увеличилось в среднем на 2-10 %. Достоверные различия между вариантами опыта были выявлены в июне, июле и сентябре ($НСР_{05} = 8,2-2,7$). Высокий уровень содержания агрегатов ценного размера до глубины почвы 40 см сохранялся при опрыскивании вегетирующих посевов 1 % раствором и внесении в почву *Chlorella vulgaris*, а также при внесении гранул цианобактерий *Arthrospira platensis* (82-85 %).

Таким образом, возделывание яровой пшеницы на агрочерноземах Красноярской лесостепи с применением биопрепаратов на основе микроводорослей *Chlorella vulgaris* и *Arthrospira platensis* отразилось на их структурном состоянии. Биопрепараты не зависимо от их формы и способа применения способствовали снижению глыбистости агрочернозема и увеличению доли отдельностей 2-1 мм. Максимальный оструктурирующий эффект в 0-20 см слое почвы выявлен при внесении гранул *Arthrospira platensis* при посеве (78 %), в 20-40 см слое *Chlorella vulgaris* в виде опрыскивания и гранул определила содержание агрономически ценных фракций до 84-85 %.

Литература:

1) Абакумова, Н. В. Влияние биопрепаратов на основе культуры *Chlorellavulgaris* на гумусное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи / Н. В. Абакумова, Д. Д. Бурак, Н. Л. Кураченко // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика: Материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых АПК, п. Рассвет, 19–20 мая 2022 года. – п. Рассвет: Общество с ограниченной ответственностью "АзовПринт", 2022. – С. 13-18.

2) Александрова, Л. Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л. Н. Александрова, О. А. Найденова. – Л.: Колос, 1986. – 350с.

3) Груздева, Н. А. Влияние многолетней распашки на структурно-агрегатное состояние собственно серых лесных почв Северного Зауралья / Н. А. Груздева, Д. В. Еремина, Д. И. Еремин // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 4(32). – С. 3-7.

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

5) Зыкин, Д. А. Влияние обработки культурой хлореллы на морфологию и урожайность гречихи сорта Дикуль / Д. А. Зыкин // E-Scio. – 2023. – № 5(80). – С. 341-346.

6) Климкина, М. Э. Эффективность применения суспензии хлореллы в качестве биостимулятора семян томатов / М. Э. Климкина, А. Н. Кукушева, А. Б. Калиева // Вестник Торайгыров университета. Химико-биологическая серия. – 2023. – № 1. – С. 47-57.

7) Кураченко, Н. Л. Влияние удобрений и мелиорантов на структурно-агрегатное состояние серых лесных почв и содержание в них лабильных гумусовых веществ / Н. Л. Кураченко, Ю. Н. Трубников // Агрохимия. – 2002. – № 5. – С. 17-21.

8) Кураченко, Н. Л. Оценка и динамика агрофизического состояния черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи: специальность 03.02.13 "Почвоведение": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Кураченко Наталья Леонидовна. – Томск, 2010. – 35 с.

9) Кураченко, Н. Л. Агрофизическое состояние почв Красноярской лесостепи / Н. Л. Кураченко. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2013. – 194 с.

10) Современное агрофизическое состояние почв Центральной почвенно-экологической провинции / А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. И. Касьяненко // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1(56). – С. 15-25.

11) Структурное состояние почвы в посевах разных сортов озимой пшеницы / Н. В. Ширяева, А. В. Ширяев, Л. Н. Кузнецова, И. Е. Романцова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 3(27). – С. 114-122.

12) Ульянова, О. А. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / О. А. Ульянова, Н. Л. Кураченко, В. В. Чупрова // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 10-19.

13) Химическая защита зерновых культур в Красноярском крае : методические рекомендации / В. К. Пурлаур, Ю. Н. Трубников, Л. К. Бутковская [и др.]. – Красноярск: ГНУ КНИИСХ СО Россельхозакадемии, 2009. – 105 с.

14) Lababpour, A. A. Mathematical representation of microalgae distribution in aridisol and water scarcity / A. A. Lababpour // Biogeosciences Discuss. – 2017.

15) Lababpour, A. Potentials of the microalgae inoculant in restoration of biological soil crusts to combat desertification / A. Lababpour // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2016. – Т. thirteen. – No. 10. – pp. 2521–2532.

16) Goncalves, A. L. The use microalgae and cyanobacteria in the improvement of agriculture practices: a review on their biofertilising, biostimulating and biopesticide roles / A.L. Goncalves // Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol. 11. – No. 2. – WITH. 1–21.

**СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ
ПОЧВЫ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛА СЕМЕНОВОДСТВА ФГБОУ ВО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГАУ**

Арешкова Елена Алексеевна, студент
Дальневосточный государственный аграрный университет,
Благовещенск, Россия
eleneereskova52@gmail.com

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Черноситова Татьяна Николаевна
Дальневосточный государственный аграрный университет,
Благовещенск, Россия
TNChe@yandex.ru

При возделывании сельскохозяйственных культур на пахотной черноземовидной почве происходит изменение структурно-агрегатного состава. Агротехнически ценные агрегаты обладают отличной и избыточно высокой водопрочностью. Почва испытывает слабую степень деградации, необходимо учитывать противоэрозионные мероприятия при агротехнических мероприятиях.

Ключевые слова: почва, структура, агрегаты, коэффициент структурности, водопрочность, антропогенная деградация

**STRUCTURAL AND AGGREGATE COMPOSITION OF CHERNOZEM
SOIL ON THE EXAMPLE OF THE SEED PRODUCTION DEPARTMENT
OF THE FAR EASTERN STATE AGRARIAN UNIVERSITY**

Arehkova Elena Alekseevna, student
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
eleneereskova52@gmail.com

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Chernositova Tatyana Nikolaevna
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
TNChe@yandex.ru

When cultivating crops on arable chernozem soil, the structural and aggregate composition changes. Agronomically valuable aggregates have excellent and excessively high water resistance. The soil is experiencing a low degree of degradation, it is necessary to take into account anti-erosion measures during agrotechnical measures.

Keywords: soil, structure, aggregates, structural coefficient, water resistance, anthropogenic degradation

По мнению авторов, [1, 2, 3, 5] отмечено, что поддержание физических свойств корнеобитаемого слоя почвы в интервале значений, близких к оптимальным, это необходимое условие получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Почвенные агрегаты являются уникальным продуктом почвообразования, в которых протекают практически все почвенные микропроцессы, характерные для почвы в целом.

Определяющим фактором оптимизации физических свойств почвы является ее структурно-агрегатное состояние. В структурной почве создаются оптимальные условия водного, воздушного и теплового режимов, что в свою очередь обуславливает высокую порозность, отсутствие поверхностного стока, и как правило, исключение эрозионных процессов [5].

Структурное состояние почвы, в особенности пахотного и подпахотного горизонтов, является одним из главных показателей ее плодородия, поэтому изучение изменения агрегатного состава почв, активно используемых в сельском хозяйстве, является необходимым аспектом в принятии мер, направленных на сохранение плодородия [4].

Цель исследований – изучить структурно-агрегатный состав лугово-черноземовидной почвы при антропогенном воздействии на примере отдела семеноводства ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ.

Объект, методы и условия проведения исследований

Научные исследования проводились в 2023 году на пахотных лугово-черноземовидных почвах отдела семеноводства ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ. Площадь пашни составляет 1057,45 га (рис. 1).



Рисунок 1 – Карта-схема полей ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»

Отдел семеноводства расположен в с. Грибское, юго-западной части Благовещенского района, климат которого муссонный, резко континентальный, характеризуется теплым летом, очень холодной зимой с устойчивым незначительным снежным покровом и слабо выраженными переходными периодами.

Почвы отдела семеноводства представлены в основном наиболее плодородными в Амурской области лугово-черноземовидными различной мощности (67%) и лугово-бурыми (33%) от площади пашни.

На поле были заложены 9 пробных площадок размером 6м². Мезо- и микрорельеф поля представлен слабоволнистой равниной и уклонами 1-2° и незначительными блюдцеобразными понижениями. После уборки ячменя с пахотного горизонта (0-10, 10-20 см) и подпахотного 20-30 см были отобраны почвенные образцы для определения агрегатного состава.

В учебно-исследовательской лаборатории «Агрохимия» содержание агрономически ценных структур в почве определяли в соответствии с методикой Н.И. Саввинова (сухое и мокрое просеивание). По данным проведенных анализов были рассчитаны показатели процентного содержания фракций и коэффициенты структурности пахотного горизонта черноземовидной почвы.

Результаты исследований.

Существует множество показателей для характеристики структуры почв. Первым количественным показателем структуры является содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера. Макроагрегаты и микроагрегаты почвы указывают на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры. Мезоагрегаты самые важные в агрономическом отношении, чем выше их содержание, тем лучше почва.

По результатам сухого рассева в пахотном слое лугово-черноземовидной почвы было выявлено, что содержание макроагрегатов составляет от 30 до 43% мезоагрегатов – от 56 до 69%, а микроагрегатов – 1% общего количества (табл. 1). Такая разница в количестве макроагрегатов и микроагрегатов значительно влияет на агрофизические свойства почв, водный и воздушный режимы.

Таблица 1 – Структурно-агрегатный состав лугово-черноземовидной почвы, % (n=9)

Генетический горизонт	Глубина, см	Макро-агрегаты, мм	Мезоагрегаты, мм								Микро-агрегаты, мм	Кстр.
			>10	10	7	5	3	2	1	0,5		
А пах	0-10	43	16 90	10 90	11 85	5 85	8 70	4 70	1	1	1	1,3
	10-20	30	17 70	14 70	15 70	7 70	10 50	4 50	1	1	1	2,3
	20-30	26	16 60	14 60	16 50	8 50	11 40	6 40	1	1	1	2,7
Примечание: в числителе значение при сухом просеивании, в знаменателе – мокрое просеивание												

По содержанию агрономически ценных агрегатов, которые характеризуют агрегированность структуры почвы, проведена оценка агрегатного состояния структуры лугово-черноземовидной почвы. Выявлено, что в пахотном горизонте (0-20 см) агрегатное состояние почвы плохое (неудовлетворительное).

Оценку водоустойчивости структуры лугово-черноземовидной пахотной почвы проводили по агрегатному составу после «мокрого» просеивания. Отмечено, что мезоагрегаты обладают разной степенью водопрочности и колеблется от хорошего до избыточно высокого.

Коэффициент структурности используется для качественной оценки структуры почвы. По результатам расчета пахотный горизонт лугово-черноземовидной почвы имеет отличное агрегатное состояние.

В качестве показателей для измерения деградации структуры предлагается использовать содержание глыбистой фракции и содержание агрегатов агрономически ценного размера. Оценка деградации пахотного горизонта лугово-черноземовидной почвы можно охарактеризовать как слабая степень.

Таким образом, агрономически ценные агрегаты лугово-черноземовидной почвы в пахотном горизонте обладают отличной и избыточно высокой водопрочностью. Это доказывает, что при антропогенной нагрузке почва имеет благоприятный для развития растений водно-воздушный режим. В связи с тем, что почва испытывает слабую степень деградации, необходимо учитывать противоэрозионные мероприятия при агротехнических мероприятиях.

Литература:

1) Боронтов, О. К. Влияние обработки почвы и предшествующей культуры на структуру чернозема выщелоченного / О. К. Боронтов, И. М. Никульников // Почвоведение. – 1998. – № 6. – С. 674-679.

2) Капинос, В. А. Изменение физических свойств и способов обработки дерново-подзолистой почвы под влиянием органических удобрений / В. А. Капинос, А. М. Зейлигер, Г. В. Смирнов // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 139-151.

3) Морковкин, Г. Г. Влияние сидеральных удобрений на структурно-агрегатный состав черноземов выщелоченных / Г. Г. Морковкин, И. В. Дёмина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – №11 (37) – С. 9-13.

4) Рычкова, М. И. Структурно-агрегатный состав и плотность почвы в зависимости от способа основной обработки и предшественника озимой пшеницы на эрозионно-опасном склоне / М. И. Рычкова // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2019. – Vol. 11. – 1 (38). – P.62-66.

5) Хан, К. Ю. Строение и устойчивость почвенных агрегатов / К.Ю. Хан, А. И. Поздняков, Б. К. Сон // Почвоведение. – 2007. – № 4. – С. 450-456.

**АГРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ АРБАШЕВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА
ООО «УРАЛ»**

Аслямова Ляйсан Фарисовна, студент
Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
laisanaslyamova020928@gmail.com
Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Курмашева Надежда Геннадьевна
Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
n.kurmasheva@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ почвы Арбашевского сельсовета ООО «Урал» на 2022 год. Были определены тип и гранулометрический состав почвы. Проведен химический анализ проб серых лесных почв. Приведены расчёты по содержанию гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, реакции почвенной среды.

Ключевые слова: гумус, анализ, почва, подвижный фосфор, обменный калий, кислотность, плодородие.

**AGROCHEMICAL SOIL ANALYSIS ARBASHEVSKY VILLAGE COUNCIL
LLC "URAL"**

Aslyamova Laysan Farisovna, student
Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
laisanaslyamova020928@gmail.com
Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kurmasheva Nadezhda Gennadiievna
Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
n.kurmasheva@mail.ru

Abstract. The article analyzes the soil of the Arbashevsky village council of Ural LLC for 2022. The type and granulometric composition of the soil were determined. Chemical analysis of samples of gray forest soils was carried out. Calculations are given for the content of humus, mobile phosphorus, exchangeable potassium, and the reaction of the soil environment.

Key words: humus, analysis, soil, mobile phosphorus, exchangeable potassium, acidity, fertility.

Принятию целесообразных и продуманных решений, направленных на повышение эффективности и плодородия земель способствует агрохимический анализ почвы. Этот анализ является ключевым для определения необходимости и формулирования мероприятий, проводимых в рамках организации таких действий. Учитывая результаты агрохимического анализа, можно принять

обоснованные решения о том, какие меры могут быть предприняты для улучшения состояния почвы и повышения успешности использования земельных ресурсов [1-4].

К одним из основных агрохимических свойств почв относятся: содержание гумуса, состав поглощенных катионов, емкость катионного обмена, реакция среды, содержание усвояемых форм элементов питания [2].

Лишь небольшая часть общего запаса элементов питания доступна для растений даже в плодородной почве. Различные факторы влияют на содержание этой доступной части, включая микробиологические и химические процессы, реакцию почвы (рН), влажность, аэрацию и тепловой режим. Также на содержание влияет динамика потребления питательных элементов растениями и микроорганизмами. С целью сокращения разрыва между потребностью растений и наличием соответствующих питательных веществ в усваиваемой форме почвы, их можно внести с помощью удобрений [5].

Цель исследований заключалась в проведение агрохимического анализ почв Арбашевского сельсовета ООО «Урал».

Материалы и методика исследования. Агрохимические исследования проведены в 2022 г. в ООО «Урал» Арбашевского сельсовета, расположенного в Аскинском районе Республики Башкортостан. По почвенно-географическому районированию территория ООО «Урал» относится к северной лесостепи. Общая площадь пахотных угодий составляет 4675,12 га.

Объектом исследования являются серые лесные почвы. Определение органического вещества (гумуса) осуществлялось по ГОСТ 26213-91; подвижных соединений фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО ГОСТ Р 54650-2011; рН водной вытяжки по ГОСТ 26423-85. Анализ гранулометрического состава почв на этой территории показал, что в пределах землепользования преобладают легкоглинистые почвы – 3092,33 га, а тяжелосуглинистые почвы – 1266,52 га.

На землях сельскохозяйственного назначения в границах СП Арбашевский сельский совет были выделены следующие типы почв: серые лесные, аллювиальные и почвы овражно-балочного комплекса. После корректировки почвенных карт были проведены анализы почв, и полученные агрохимические показатели сводятся в таблице 1.

По содержанию основных агрохимических показателей в пахотном слое, таких как гумус, подвижные формы фосфора и обменный калий, а также уровень кислотности почвы можно определить плодородие почвы [3].

Гумус представляет собой часть органического вещества почвы, включая специфические и неспецифические органические соединения, исключая вещества, присутствующие в живых организмах и их остатках. Содержание сложного химического комплекса биогенных органических веществ, где около 90 % составляет гумус является одним из ключевых показателей потенциальной плодородности почвы. Примерно 60-70 % потребности растений в азоте, 30-40 % в фосфоре и 90 % в сере обеспечивает гумус. К повышению урожайности зерновых культур на 0,8-1,2 центнеров на гектар, а

также усиливает эффективность минеральных удобрений в 1,2-2 раза приводит увеличение содержания гумуса в почве на 0,1 % [5].

Таблица 1 – Агрохимические результаты анализов почв СП Арбашевский сельский совет

Подтипы почв	Агрохимические показатели				
	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Реакция почвенной среды	рН солевой вытяжки
Светло-серые лесные	от 2,1 до 2,3	2- 5	13 - 15	слабокислая и нейтральная	4,0-4,5,
Серые лесные	3,1 до 4,6	5 - 25	20 - 54	слабокислая и нейтральная	4,0-4,6
Темно-серые лесные	7,6 до 9,9	50-249	66 - 113	слабокислая и нейтральная	4,7-5,0
Аллювиальные	Показатели не определились				
Почвы овражно-балочного комплекса	Показатели не определились				

Анализ показал, что содержание гумуса в почвах колеблется от 2,1% до 9,9%. Это дает основание сделать вывод, что плодородие почвы на большой площади пашни в среднем имеет средний уровень органических веществ. Однако, для серых лесных и темно-серых лесных почв характерно высокое содержание гумуса, что свидетельствует о их богатстве органическими компонентами.

Из результатов агрохимического обследования почвы видно, что на территории ООО «Урал» преимущественно встречаются слабокислые и нейтральные почвы с уровнем рН от 4,0 до 5,0.

Фосфор и калий играют не только роль в увеличении урожайности, но и улучшают качество сельскохозяйственной продукции. Фосфор и калий снижают вероятность поражения растений грибковыми болезнями. Они повышают эффективность использования азотных удобрений. Фосфор и калий обеспечивают оптимальное использование почвенной влаги и снижают содержание радионуклидов в продукции [1-2].

Неотъемлемой составной частью живых клеток является фосфор. Особенно важно обеспечить семена фосфором во время прорастания, так как недостаток фосфора на этой стадии не всегда может быть компенсирован позже. Соответствующее питание растений фосфорными удобрениями способствует не только высокому урожаю, но и накоплению крахмала в клубнях картофеля и жира в семенах подсолнечника. Однако повышенное содержание фосфора в почве может препятствовать впитыванию растениями

других важных элементов питания, таких как калий, железо, цинк, медь, что может привести к хлорозу и замедленному росту растений [5].

Распределение подвижного фосфора по исследуемой площади является неоднородным. Темно-серые лесные почвы на исследуемом участке выделяются высоким содержанием подвижного фосфора, измеренного методом Кирсанова (151-250 мг/кг). В свою очередь, светло-серые и серые лесные почвы характеризуются очень низким уровнем подвижного фосфора по тому же методу (менее 25 мг/кг).

Одним из незаменимых элементов питания для растений является кальций. Он играет важную роль в формировании благоприятных физических и биологических свойств почвы. Кальций также способствует развитию корневой системы растений [2, 5].

Распределение обменного калия по площади неоднородно. Для светло-серых лесных почв характерно содержание обменного калия в пределах 13-15 мг/кг, что по методу Кирсанова классифицируется как почвы с очень низким содержанием обменного калия. В отличие от этого, серые лесные почвы согласно методу Кирсанова относятся к почвам с низким содержанием обменного калия, так как его уровень составляет 41-80 мг/кг.

Выводы. По результатам агрохимического анализа пахотных угодий ООО «Урал» выявлено, что по реакции почвенной среды является слабокислая и нейтральная. В обследованной территории занимают серые лесные, аллювиальные и почвы овражно-балочного комплекса. Гранулометрический состав почв легкоглинистые или тяжелосуглинистые почвы. Анализ показал, что содержание гумуса в почвах колеблется от 2,1 % до 9,9 %, что свидетельствует о среднем уровне органических веществ. Распределение обменного фосфора по исследуемой площади является неоднородной. Почвы на исследуемом участке выделяются от высокого содержания подвижного фосфора, измеренного методом Кирсанова (151-250 мг/кг). Распределение обменного калия по площади неоднородно. Содержание обменного калия по площади варьируется от очень низкого содержания до низкого содержания калия.

Литература:

1) Курмашева, Н. Г. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы / Н. Г. Курмашева // В сборнике: Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXIX международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2019». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», ООО «Башкирская выставочная компания». 2019. С. 127-130. Панова Л.П. Агрохимический анализ почвы фермерского хозяйства // Природопользование и проблемы загрязнения окружающей среды. – 2012. – № 14. – С. 67-73.

2) Минеев, В. Г. Агрохимия: учебник. М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

3) Mirsayapov, R. R. Agroecological assessment of soils in the system of agricultural land use / R. R. Mirsayapov, I. G. Asylbaev, N. G. Kurmasheva, R. A. Lukmanov, I. R. Miftakhov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2019. – Т. 25. – № Suppl. 2. – P. 187-190.

4) Курмашева, Н. Г. Мониторинг состояния плодородия почв при длительном сельскохозяйственном использовании / Н. Г. Курмашева, Г. Ф. Фаткутдинова // В сборнике: Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 56-62.

УДК 631.417.2-047.44(571.13)

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Бефус Мария Владимировна, инженер-лаборант
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия

Корзюков Игорь Евгеньевич, студент
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия

av.shumaneva06.06.01@omgau.org, ie.korzyukov1811@omgau.org

Научный руководитель: д-р с.-х.наук, профессор

Азаренко Юлия Александровна
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия

yua.azarenko@omgau.org

В работе приводится сравнительный анализ данных по содержанию и запасам гумуса в пахотных и залежных лугово-черноземных почвах южной лесостепи Омского Прииртышья. В результате обследования почв дана оценка их современного гумусного состояния, являющегося интегрированным показателем естественного плодородия почв.

Ключевые слова: гумус, запасы гумуса, лугово-черноземная почва, пашня, залежь

HUMUS STATE OF MEADOW-CHERNOZEM SOILS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE OMSK IRTYSH REGION

Befus Maria Vladimirovna, laboratory engineer
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk, Russia

Korzyukov Igor Evgenievich, student
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,

Omsk, Russia
av.shumaneva06.06.01@omgau.org, ie.korzyukov1811@omgau.org
Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor
AzarenkoYuliaAleksandrovna
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk, Russia
yua.azarenko@omgau.org

The paper provides a comparative analysis of data on the content and reserves of humus in arable and fallow meadow-chernozemic soils of the southern forest-steppe of the Omsk Irtysh region. As a result of the soil survey, an assessment was made of their current humus state, which is an integrated indicator of natural soil fertility.

Keywords: humus, humus reserves, meadow-chernozemic soil, arable land, fallow land.

Гумусное состояние почв является одной из информативных характеристик плодородия почв, оно определяет множество других (агрохимических, физических, физико-химических) свойств и режимов почвы [10]. Система показателей гумусного состояния почв формируется в ходе длительного процесса гумусообразования и является отражением экологических условий функционирования почв, их трансформации под влиянием внешних и внутренних сил [1]. Содержание гумуса и его распределение по профилю почв представляет характерный генетический и диагностический признак. Количественный и качественный состав гумуса тесно коррелирует со многими физическими свойствами и режимами почвы и в значительной степени определяет её биологическую и биохимическую активность [5].

Предотвращение ухудшения гумусного состояния почв является одной из актуальных задач современного земледелия России [9]. Снижение параметров плодородия почв, выраженное в уменьшении их гумусированности, неизбежно ведет к устойчивому снижению продуктивности агроценозов. В связи с этим важной задачей является мониторинг гумусного состояния агропочв и применение мер по его оптимизации [3, 8]. Также необходимой является информация о гумусном состоянии почв при разных типах ее использования, в том числе в пахотных и залежных почвах.

Целью исследования являлось изучение гумусового состояния лугово-черноземных почв агроландшафтов южной лесостепи Омского Прииртышья в зависимости от типа их использования.

Объектом исследования являлись лугово-черноземные почвы опытных полей Омского ГАУ в Камышловском сельском поселении Любинского района Омской области. Территория расположена в геоморфологической области Ишимской неоген-четвертичной денудационно-аккумулятивной равнины с плоско-западинным рельефом. Почвообразующие породы – элювиально-

делювиальные четвертичные карбонатные покровные отложения суглинистого и глинистого гранулометрического состава.

В период с 2020 по 2022 гг. были проведены полевые и лабораторные исследования. На пашне (чистый пар) и залежи были заложены полнопрофильные разрезы, проведен отбор проб почв из генетических горизонтов. В них было определено содержание органического вещества (гумуса) по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова с дополнениями Б.А. Никитина. Также в обработке данных использовали результаты определения гумуса в почвах залежей, обследованных в 2014-2016 гг. Залежные участки имели возраст ориентировочно 10-15 лет. Возделываемая культура на пахотных полях – яровая пшеница.

При полевом обследовании было установлено, что почвенный покров представлен преимущественно лугово-черноземными мало- и среднемощными почвами тяжелосуглинистого, реже среднесуглинистого состава. Мощность гумусовых горизонтов является важным диагностическим и экологическим показателем. Почвы пахотных участков характеризовались суммарной мощностью горизонтов $A_{\text{пах}}+AB$ 33-41 см. На залежных участках гумусовый профиль имел мощность от 32 до 64 см. Согласно критериям оценки, предложенной Д.С. Орловым и О.Н. Бирюковой [6, 9], гумусовый профиль пахотных почв является типичным и типично мощным. На залежах он также преимущественно относится к данным категориям, но встречаются почвы с высоко мощным и глубоким профилем (51-64 см).

Некоторые показатели гумусного состояния почв приведены в таблице 1.

Таблица 1 –Содержание и запасы гумуса в лугово-черноземных почвах

Угодье	Горизонт	Содержание гумуса, %	Запас гумуса (т/га) в слоях	
			0-20 см	0-100 см
Пашня	$A_{\text{пах}}$	5,17-6,19 5,69	98,2-147 119	278-312 290
	AB	2,42-4,78 3,87		
Залежь	A	5,47-8,19 6,39	82,0-197 137	260-290 275
	AB	2,30-4,14 2,82		

Примечание: Над чертой – пределы колебаний, под чертой – среднее значение показателя.

Содержание и запасы гумуса в почвах агроценозов определяются естественными факторами почвообразования и характером антропогенного воздействия [7]. Содержание гумуса в почвах может оцениваться по разным градациям. По общепринятой градации Д.С. Орлова и Л.А. Гришиной количество гумуса в горизонтах $A_{\text{пах}}$ лугово-черноземных почв изменялось от среднего до высокого. По уточненным показателям гумусного состояния оно

находится в диапазоне от ниже среднего до среднего. По шкале, оценивающей степень гумусированности пахотных почв Западно-Сибирского региона, изученные почвы, с учетом их гранулометрического состава, относятся к среднегумусированным и сильногумусированным. Следует отметить, что подобные величины содержания гумуса являются типичными для почв черноземного ряда почвообразования в лесостепи Омской области, они не являются лимитирующими для развития растений [4], а для возделывания зерновых культур могут рассматриваться как оптимальные [9].

Содержание гумуса в лугово-черноземных почвах залежей было больше в среднем на 12%. Оно оценивается как среднее и высокое по шкале Орлова Д.С. и Гришиной Л.А., по уточненным показателям – от ниже среднего до высокого. Различия в содержании гумуса в пахотных и залежных почвах обусловлены неодинаковым режимом использования. В агропочвах большая часть биомассы отчуждается с урожаем и при недостатке растительного материала в них преобладает процесс минерализации, что сопровождается снижением количества гумуса [2]. В постагrogenный период в почвах на залежах процессы гумификации и минерализации протекают с одинаковой скоростью и количество гумуса стабилизируется на одном уровне. В то же время различающийся уровень содержания гумуса в исследованных пахотных и залежных почвах может быть также обусловлен исходными их свойствами.

Все профили почв характеризовались заметно убывающим распределением в них количества гумуса. В нижней части гумусового слоя (горизонты АВ) его содержание по сравнению с горизонтами А и $A_{\text{пах}}$ уменьшалось в 1,5-2,5 раза. Существенное убывание гумуса с глубиной в черноземах и лугово-черноземных почвах юга Западной Сибири обусловлено спецификой гидротермического режима, глубоким и длительным промерзанием почв, которые определяет сравнительно небольшую мощность гумусовых горизонтов и сосредоточение основного количества гумуса в верхней их части [4].

Запасы гумуса в слое 0-20 см пахотных лугово-черноземных почв изменялись от низких до средних, в почвах залежей – от низких до высоких. Средние запасы гумуса в залежных почвах были на 15% больше по сравнению с пашней. Все изученные почвы имели средние запасы гумуса в слое 0-100 см.

Одним из показателей оценки гумусного состояния почв является обогащенность гумуса азотом. Для черноземов и лугово-черноземных почв юга Западной Сибири характерна низкая и средняя величина данного показателя. В исследованных нами почвах для пахотного горизонта отношение С:N изменялось в пределах 7,1-12,1 (от высокой до низкой), для горизонта А залежей – 10,3-16,3 (от средней до очень низкой).

Таким образом, изучение содержания, распределения и запасов гумуса в лугово-черноземных почвах южной лесостепи Омского Прииртышья позволяет сделать вывод об удовлетворительном гумусовом состоянии пахотных почв. Содержание гумуса в них является оптимальным для возделывания зерновых культур. В лугово-черноземных почвах залежей отмечены большие величины содержания гумуса в горизонтах А и его запасов в слое 0-20 см. Для

предотвращения ухудшения гумусного состояния лугово-черноземных почв пашни необходимы мероприятия, направленные на воспроизводство и сохранение органического вещества.

Литература:

1) Азаренко, Ю. А. Современное состояние агропочв опытного поля Омского ГАУ / Ю. А. Азаренко // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 4 (48). – С. 7–18.

2) Гиндемит, А. М. Оценка степени окультуренности и уровня плодородия почв агроландшафтов лесостепной зоны Омской области / А. М. Гиндемит, Ю. В. Аксенова // Современное состояние и проблемы рационального использования почв Сибири: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования кафедры почвоведения. Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина : Омское отделение МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева»: Омск, 2020. – С. 96–101.

3) Захарова, И. А. Изменение гумусного состояния черноземных почв в результате сельскохозяйственного использования / И. А. Захарова, Х. С. Юмашев, И. В. Грехова // АПК России. – 2016. – Том 23. – № 4. – С. 785-791.

4) Мищенко, Л. Н. Почвы Западной Сибири / Л. Н. Мищенко, А. Л. Мельников. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 248 с.

5) Наими, О. И. Гумусное состояние и биологическая активность чернозёмов обыкновенных (североприазовских) при длительном сельскохозяйственном использовании / О. И. Наими // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 161-164.

6) Орлов, Д. С. Система показателей гумусового состояния почв / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова // Методы исследований органического вещества почв. – Владимир: РАСХН, 2005. – С. 6–16.

7) Полякова, Н. В. Гумусное состояние пахотных серых лесных почв / Н. В. Полякова // Плодородие. – 2007. – № 1. – С. 19-20.

8) Саблина, О. А. Гумусное состояние черноземов сельскохозяйственных угодий Южного Зауралья / О. А. Саблина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 11 (53). – С. 138-140.

9) Сычев, В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В. Г. Сычев. – М.: РАН, 2019. – 328 с.

10) Шпедт, А. А. Гумусное состояние и рациональное использование почв залежных земель Приенисейской Сибири / А. А. Шпедт, Ю. Н. Трубников // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 5. – С. 5-8.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЛИК И ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ПОСЛЕ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ

Бурак Денис Денисович, студент

a9233518031@gmail.com

Коваль Алексей Михайлович, студент

koval200064@gmail.com

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Научный руководитель: д.б.н., профессор

Кураченко Наталья Леонидовна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

kurachenko@mail.ru

В статье представлены результаты изучения морфологических признаков и гидротермических показателей черноземов выщелоченных в условиях пашни и после освоения 27-летней дерновинной залежи.

Ключевые слова: чернозем, залежь, морфологические признаки, запасы продуктивной влаги, температура почвы.

MORPHOLOGICAL APPEARANCE AND HYDROTHERMIC STATE OF CHERNOZEM AFTER DEVELOPMENT OF THE HANG ON

Burak Denis Denisovich, student

a9233518031@gmail.com

Koval Alexey Mikhailovich, student

koval200064@gmail.com

Scientific supervisor: doctor of biological sciences, professor

Kurachenko Natalya Leonidovna

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

kurachenko@mail.ru

Актуальность всестороннего изучения процессов, происходящих на залежных землях, определяется огромными масштабами их распространения в связи с экономическими трудностями в сельском хозяйстве страны и перераспределением земель между собственниками [3]. Считается, что освоение залежных земель – простой и наименее затратный способ увеличения площади продуктивной пашни и подъема аграрного потенциала страны [6]. По мнению З.А. Мишиной и Т.С. Суровой [7], возврат залежных земель и их дальнейшее эффективное использование позволит увеличить экспорт сельскохозяйственной продукции, а также обеспечить сырьем отечественные перерабатывающие предприятия, что также даст положительный эффект в виде увеличения поставок продукции на внутренний и внешний рынки. При этом эффективное использование залежных земель возможно с учетом подробного

анализа современного их состояния. Для этого необходимо решение вопросов, связанных с геоботаническим описанием (видовой состав, видовая насыщенность, доминирование и обилие видов, количественное и качественное соотношение видового состава фитоценозов и др.), топографией, почвенно-гидрологической характеристикой конкретных участков. Это позволит оценить и организовать дальнейшее использование крупного массива залежных земель в большинстве случаев, представляющих собой бросовые земли, не используемые в производстве [1].

Цель исследования – оценить направленность изменений морфологических признаков черноземов Чулымо-Енисейской лесостепи и их гидротермическое состояние после освоения залежи.

Исследования проведены в условиях реперного участка, выделенного в землепользовании ООО «КХ Родник» Балахтинского района, расположенного в Чулымо-Енисейской лесостепи (55°39'N и 91°50'E). Объектами исследования явились черноземы выщелоченные тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В весенний период перед посевом яровой пшеницы по чистому пару и обработанной в предшествующий вегетационный сезон дерновинной залежи 27 летнего возраста провели почвенное обследование. При закладке разрезов применены стандартные профильный и морфологический методы, предполагающие получение описательных, фотографических и морфологических данных по изучаемым почвам. Морфологическое описание почв проведено по генетическим горизонтам. Для изучения гидротермического режима агрочерноземов перед посевом яровой пшеницы в пределах каждого поля было выделено 10 пробных площадей. В образцах определяли влажность на глубине 0-20 см термовесовым методом и измеряли температуру почвы термометром «Вауег» в слоях почвы 0–10 и 10–20 см. Полученные результаты обрабатывали методами дисперсионного анализа и описательной статистики [2].

В современном генетическом почвоведении одной из основополагающих научных концепций служит положение о том, что морфология почвы – это концентрированное отражение её генезиса и истории развития [8]. На основании исследования морфологии почв можно получить обоснованные представления о составе почв, о химизме протекающих в них процессов, о тех режимах, под воздействием которых развивается почвообразование. Рассмотрим морфологические особенности почв реперных участков на чистом пару и обработанной залежи.

Таблица 1 – Морфологическая характеристика почвенных профилей черноземов выщелоченных

<i>Чернозем выщелоченный среднесиловой тяжелосуглинистый на бурой карбонатной глине. Заложен в 5-ти км северо-западнее п. Балахта в средней части широкого увала. Рельеф холмисто-увалистый с выраженным микрорельефом.</i>	<i>Чернозем выщелоченный среднесиловой тяжелосуглинистый на желто-бурой карбонатной глине. Заложен в 5-ти км северо-западнее п. Балахта в средней части увала. Рельеф холмисто-увалистый с выраженным микрорельефом.</i>
---	--

Поле чистого пара.	Обработанная залежь.
<p><i>Апах 0-22 см. Черный, свежий, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, тонкопоритсый, тонкотрециноватый, не вспинает от 10 % HCl, встречаются тонкие корни, переход по «плужной подошве».</i></p> <p><i>А 22-34 см. Черный, свежий, тяжелосуглинистый, рыхлый, зернисто-ореховатый, пористый, тонкотрециноватый, тонкие корни, не вскипает, переход постепенный.</i></p> <p><i>АВ 34-46 см. Желто-бурый с серыми гумусовыми затеками, комковато-глыбистый, рыхлый, тонкотрециноватый, пористый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход постепенный.</i></p> <p><i>В 46-57 см. Желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, пористый, трециноватый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход резкий по границе карбонатов.</i></p> <p><i>Вк 57-98 см. Желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, пористый, трециноватый, бурно вскипает от 10 % HCl, карбонаты в форме псевдомицелия, переход постепенный.</i></p> <p><i>Ск 98 см и далее. Желто-бурая карбонатная глина.</i></p>	<p><i>Апах 0-22 см. Черный, свежий, тяжелосуглинистый, комковато-порошистый, рыхлый, тонкопоритсый, тонкотрециноватый, не вспинает от 10 % HCl, очень много растительных остатков, переход по плотности.</i></p> <p><i>А 22-33 см. Черный, свежий, тяжелосуглинистый, рыхлый, комковато-зернистый, пористый, тонкотрециноватый, много тонких корней, не вскипает, переход постепенный.</i></p> <p><i>АВ 34-54 см. Светло-серый с желто-бурым оттенком, комковато-зернистый, рыхлый, тонкотрециноватый, тонкопористый, не вскипает, встречаются единичные корни, включения угля, переход постепенный.</i></p> <p><i>В 54-73 см. Желто-бурый, свежий, глинистый, комковато-глыбистый, слоистой текстуры, пористый, трециноватый, не вскипает, встречаются единичные корни, переход резкий по границе карбонатов.</i></p> <p><i>Вк 73-105 см. Желто-бурый с белесоватым оттенком, свежий, глинистый, глыбистый, пористый, трециноватый, бурно вскипает от 10 % HCl, карбонаты в форме псевдомицелия, оглеение в виде сизых прослоек и ржаво-охристых пятен, переход постепенный.</i></p> <p><i>Ск 105 см и далее. Желто-бурая карбонатная глина.</i></p>

Почвенное обследование реперных участков показало, что в почвенном покрове ООО «КХ Родник» доминирующими почвами в структуре почвенного покрова являются черноземы выщелоченные. Морфологический анализ почвенных профилей показал, что черноземы выщелоченные на видовом уровне характеризуются как среднемощные. Гумусовые горизонты (Апах+АВ) изменяются от 46 до 54 см. Характерными морфологическими признаками черноземов выщелоченных является интенсивная гумусовая прокраска верхнего горизонта. Пахотный горизонт отличается заметной рыхлостью, комковатой, комковато-пылевой и комковато-порошистой структурой. Переходные горизонты (В) и аккумулятивно-карбонатные (Вк) отличаются некоторым уплотнением, появлением комковато-глыбистой, мелкослоистой криогенной текстуры. Карбонаты в форме псевдомицелия выделяются в нижней части горизонта.

Сопоставление морфологического описания профилей почвы реперных участков позволяет сделать вывод об идентичности объектов исследования, что согласуется с характером почвообразующих пород, рельефом территории, гранулометрическим составом почв и мощности гумусово-аккумулятивных

горизонтов. При этом на участке, находящимся в залежном состоянии в течение 27 лет, отмечены следы трансформации некоторых морфологических признаков. В первую очередь они касаются изменения морфологии структурных агрегатов по генетическим горизонтам до глубины первого полуметра. Так, в гор. Апах парового поля комковато-зернистые отдельности сменяются с глубиной на зернисто-ореховатые и комковато-глыбистые. После освоения залежи в пахотном горизонте доминируют комковато-порошистые агрегаты, далее в пределах гумусовой толщи они становятся комковато-зернистыми. В пахотной почве на глубине 22 см выделяется «плужная подошва». В почве обработанной залежи в гор. В отмечено оглеение в виде сизых прослоек и ржаво-охристых пятен, что обусловлено характером растительности и наличием дернины, способствующей худшей прогреваемости почв.

Пространственная неоднородность почв определяет специфику перераспределения в них влаги. Количество воды, обуславливающее пополнение запасов почвенной влаги в той или иной почве определяется характером растительного покрова, рельефа, состоянием поверхности поля и т.д. Явление перераспределения выпавших осадков или влагозапаса в снеге, а, следовательно, и пестрота пополнения запасов почвенной влаги имеют место повсюду. В условиях сельскохозяйственного производства основной интерес представляет та часть почвенной влаги, которая обладает лабильностью, достаточной не только для поддержания жизни культурных растений, но и создания надлежащего урожая. В связи с этим для характеристики влагообеспеченности целесообразно учитывать лишь продуктивную влагу [4]. Перед посевом яровой пшеницы запасы продуктивной влаги в почве оценивались как хорошие (табл. 2).

Оценка пространственной изменчивости запасов продуктивной влаги в пахотном слое показала, что в поле обработанной залежи, сформировались более высокие запасы продуктивной влаги по сравнению с паровым предшественником. При невысокой изменчивости в пространстве показателя ($C_v = 16\%$) запасы продуктивной влаги в 0-20 см слое в среднем достигали 53 мм, что на 10 мм больше по сравнению с полем пшеницы, возделываемой по чистому пару. Абсолютный интервал варьирования (min-max) здесь сокращен на 6% в силу значительного уменьшения максимума колебаний.

Таблица 2 – Статистические характеристики пространственного распределения гидротермических показателей черноземов (n = 10)

Реперный участок	<i>X_{ср.}</i>	<i>Lim</i>	<i>C_v, %</i>
<i>Запасы продуктивной влаги, мм, 0-20 см</i>			
Чистый пар	42,9	27,5-55,7	22
Обработанная залежь	52,5	23,9-40,1	16
<i>p</i>	0,030*		
<i>Температура почвы, °С; 0-10 см</i>			
Чистый пар	16,0	12,5-18,0	11

Обработанная залежь	13,0	5,0-18,0	29
<i>p</i>	0,040*		
<i>Температура почвы, °С; 10-20 см</i>			
Чистый пар	12,2	10,0-13,0	9
Обработанная залежь	10,2	8,0-14,0	20
<i>p</i>	0,009*		

Примечание: *X_{ср.}* – средняя, *Lim* – предельные значения показателей; *C_v*,% – коэффициент вариации; * – достоверные значения показателя

Температурное поле реперных участков изменялось в 0-10 см слое почвы в небольшой степени (*C_v* = 9-11 %). В слое 10-20 см оно достигало средней вариабельности (*C_v* = 20-29 %). Слой почвы 0-10 см отличался лучшей прогреваемостью (*p* = 0,040-0,009). При небольшом размахе колебаний температура 0-10 см слоя черноземов в среднем составила 13-16°С, на глубине 10-20 см отмечалось усиление пространственной изменчивости признака (*C_v* = 20-29 %) и снижение температуры почвы до 10-13 °С. Действительно, увеличение запасов влаги в почве обработанной залежи, определило достоверное снижение температуры 0-20 см слоя почвы на 2-3 °С. Исследованиями Н.Л. Кураченко с соавт. [5] доказано, что температура почвы полей в посевах масличных капустных культур контролировалась ее влажностью, что подтверждается сильной обратной зависимостью между этими показателями (*r* = -0,80... - 0,72).

Таким образом, распашка 27-летней залежи и вовлечение её сельскохозяйственный оборот существенным образом отразилась на морфологии структурных агрегатов гумусовой толщи почвы. Доминирование комковато-зернистых отдельностей в слое почвы 0-50 см обусловлено ролью корневых систем травянистых формаций. Сохранение в первый год после распашки значительного объема лабильного органического вещества определило повышение запасов влаги на 10 мм и снижение температуры 0-20 см слоя почвы на 2-3°С по сравнению с пахотной почвой.

Литература:

1) Джабраилова, Б.С. Возможности вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в регионах СЗФО / Б. С. Джабраилова // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 11 (214). – С. 56–66.

2) Дмитриев, Е. А. Математическая статистика в почвоведении / Е. А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 319с.

3) Кирюшин, В. И. Последствия земельной реформы и проблема оптимизации использования земельных ресурсов // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции / Под ред. акад. А.Л. Иванова. – Москва: Почвенный институт имени В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. – С. 80–86.

4) Кураченко, Н. Л. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям / Н. Л. Кураченко, А. А. Картавых, Н. И. Ржевская // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 5(92). – С. 58-63.

5) Кураченко, Н. Л. Температурный режим агрочерноземов при возделывании масличных культур в Канской лесостепи / Н. Л. Кураченко, О. А. Власенко, О. А. Ульянова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12(153). – С. 3-8.

6) Кураченко, Н. Л. Гумусное состояние чернозема Чулымо-Енисейской лесостепи после освоения залежи / Н. Л. Кураченко, А. А. Колесник // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 346-349.

7) Мишина, З. А. К вопросу о причинах снижения плодородия почвы земель сельскохозяйственного назначения / З. А. Мишина, Т. С. Сурова // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – Т. 9, № 3(32). – С. 349-353.

8) Розанов, Б. Г. Морфология почв / Б. Г. Розанов. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 320с.

УДК 504.054

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОПЕДОГЕНЕЗА НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЯХ

Егоров Павел Леонидович, студент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
agrovolley26@mail.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Шабанов Михаил Викторович
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
geohim.spb@gmail.com

В статье представлены результаты исследований адсорбции тяжелых металлов Fe-Mn конкрециями, дерново-подзолистых почв, находящихся на разном удалении от горнодобывающего комбината.

Ключевые слова: тяжелые металлы, почва, конкреции, адсорбция, накопление, частицы.

INFLUENCE OF TECHNOPEDOGENESIS ON THE CONTENT OF VARIOUS FORMS OF METALS IN FERROMANGANESE NODULES

EgorovPavelLeonidovich, student
Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia
agrovolley26@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Shabanov Mikhail Viktorovich
Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia
geohim.spb@gmail.com

The article presents the results of studies of the adsorption of heavy metals Fe-Mn nodules, sod-podzolic soils located at different distances from the mining plant.

Keywords: heavy metals, soil, nodules, adsorption, accumulation, particles.

Железо-марганцевые конкреции являются одним из основных компонентов почв с несовершенным дренажем и образуются при сезонных изменениях окислительно-восстановительного потенциала, содержащие первичные и вторичные минералы, которые сцементированы между собой оксидами и гидроксидами железа и марганца, обладающие высокой сорбционной способностью. Вследствие этого железо-марганцевые конкреции имеют большое значение в геохимии окружающей среды [1, 2, 3]. В зависимости от свойств почв в процессе формирования железо-марганцевых конкреций, тяжелые металлы поглощаются ими и действуют как геохимический барьер для миграции тяжелых металлов в профиле почв.

В северо-таежной зоне Свердловской области в районе Красноуральского медеплавильного комбината, где на протяжении более 90 лет функционирует горно-обогатительный комбинат, сложилась крайне сложная геоэкологическая обстановка. В процессе выплавки меди, образующиеся газопылевые выбросы поставляют в окружающую среду тонны загрязняющих веществ, которые попадают на поверхность почвы [4, 5].

Тяжелые металлы в зависимости от физико-химических условий почв мигрируют в почвенном профиле, часть адсорбируются мелкодисперсными частицами, либо поглощаются железомарганцевыми конкрециями, изменяя при этом естественный ход почвообразования на техногенный [6].

Поэтому цель данной работы, установить влияние газопылевых выбросов горно-обогатительного комбината на закрепление тяжелых металлов в железисто-марганцевистых конкрециях.

На разном удалении от горно-обогатительного комбината на одинаковых элементах рельефа была заложена серия разрезов. Исследуемые почвы были классифицированы как дерново-слабоподзолистые тяжелосуглинистые (Luvisols Abroptic Albic), с разной степенью оподзоленности и мощностью гумусового горизонта [7]. Почвообразующей породой служат делювиальные коричневатобурые пески и суглинки. Почвенные образцы отбирали с глубины 0-15 и 15-25 см. Почву на сите 0,25 мм промывали дистиллированной водой, конкреции высушивали и очищали от примесей и минералов под бинокулярным микроскопом МБС. Выделение различных фракций тяжелых металлов в конкрециях проводилось последовательным экстрагированием по схеме A. Tessier [8], с последующим определением тяжелых металлов на вольтамперометрическом анализаторе.

На исследованной территории выделен один тип почв и два типа ландшафта в зависимости от степени антропогенного воздействия.

Природные ландшафты – участки, подверженные минимальному воздействию газопылевых выбросов горно-обогатительного комбината (разрез 10, фоновый) и антропогенно-изменённые, подверженные максимальному техногенному воздействию (разрезы 2, 3, 4, 5 и 8).

Железо-марганцевые конкреции являются важной составной частью почв, которые в виде затвердевших образований сохраняются в почвенной массе. Обладают высокой удельной площади поверхности и как следствие большой сорбционной способностью. Железо-марганцевые конкреции различаются по размеру, цвету и форме.

В серогумусовом горизонте конкреции угловатой формы, размером более 5 мм, легко рассыпаются, состоят из кварца и полевого шпата. В элювиальном и субэлювиальном горизонтах конкреции угловатые, размером от 2 до 5 мм. На изломе отчетливо прослеживается металлический черный цвет, поверхность шероховатая, встречаются примеси кварца и полевого шпата.

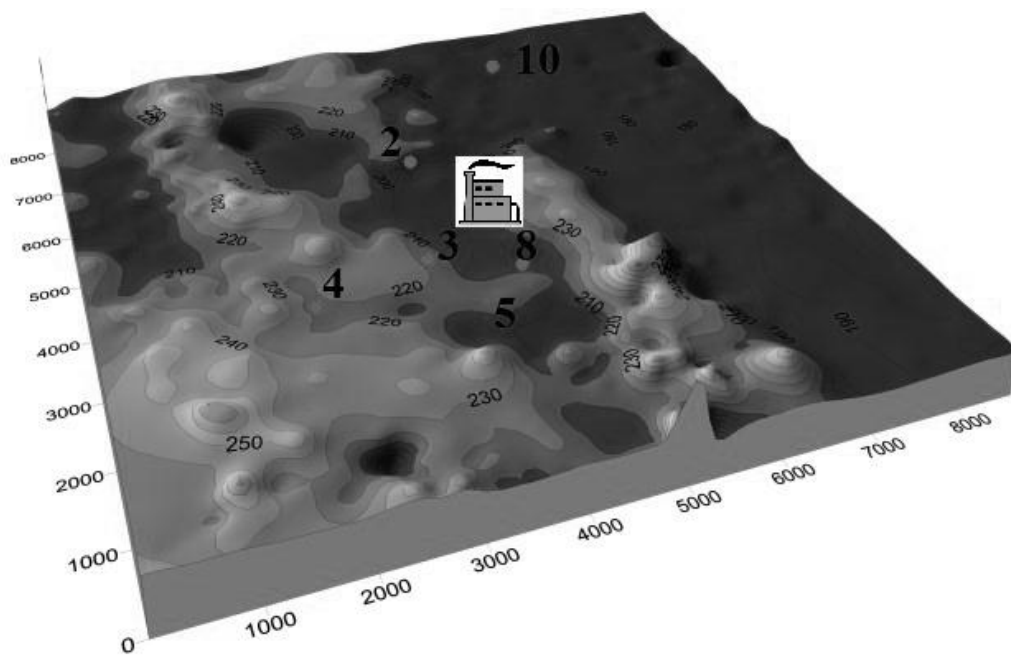


Рисунок – Схема отбора почвенных образцов

По данным исследования установлено, что адсорбция тяжелых металлов в конкрециях в первую очередь зависит от расстояния до источника эмиссии, а также от физических свойств самих конкреций.

Содержание и распределение железомарганцевых конкреций в горизонтах почв зависит от чередования аэробных и анаэробных условий. В изученных почвах железомарганцевые конкреции концентрируются в слое либо 0-15 см, либо в средней части профиля на границе серогумусового и субэлювиального горизонтов.

Влияние выбросов металлургического комбината оказывать значительное воздействие на преобразование состава железо-марганцевых конкреций. Для оценки интенсивности поглощения тяжелых металлов данные по содержанию тяжелых металлов в конкрециях сравнивали с кларками химических элементов [9], а также с содержанием тяжелых металлов в конкрециях почвы отобранной на расстоянии 9 км от источника эмиссии.

Таблица – Содержание тяжелых металлов в фоновом разрезе

Горизонт, глубина, см	Zn	Cd	Pb	Cu
	мг/кг			
Обменная фракция				
AУ ₁ (2-15)	1,20±0,05	0,103±0,07	0,62±0,10	0,75±0,04
AУ ₂ (15-21)	8,30±0,05	0,150±0,04	0,47±0,14	11,60±0,60
Связанные с карбонатами				
AУ ₁ (2-15)	18,00±1,20	0,003±0,0001	Не обнаруж.	3,20±0,80
AУ ₂ (15-21)	36,10±3,20	0,10±0,04	1,00±0,30	6,50±2,30
Связанные с Fe и Mn				
AУ ₁ (2-15)	0,12±0,40	0,016±0,006	0,24±0,07	0,073±0,02
AУ ₂ (15-21)	0,23±0,08	0,009±0,002	0,25±0,07	0,029±0,09
Связанные с гумусом				
AУ ₁ (2-15)	4,50±0,25	0,066±0,024	1,24±0,04	1,23±0,07
AУ ₂ (15-21)	3,90±0,70	0,009±0,0003	0,49±0,15	0,52±0,15

Тяжелые металлы в конкрециях накапливаются преимущественно во фракции связанной с железом и марганцем и обменной. Концентрация цинка (кларк 67,0 мг/кг) [9] колеблется в диапазоне от 57,8 до 242,0 мг/кг, что практически в 4 раза выше кларка, и в 200 раз выше по сравнению с фоновой почвой, данная закономерность выявлено в почвах разреза 2, 8 и 5, при этом в почве 3 и 4, которые примыкают к комбинату такой тенденции нет. Кроме этого цинк накапливается и в обменной фракции, концентрация от 8,73 до 73,9 мг/кг, превышение кларка незначительно, а по сравнению с фоновой превышение в 61 раз, во фракциях связанной с карбонатами и гумусом концентрация ниже кларка, по сравнению с фоновой почвой превышение в 12 раз.

Для кадмия (кларк 0,09 мг/кг) [9] проявляется та же тенденция, как и для цинка. Во фракции связанной с железом и марганцем превышение кларка и фона в 7 раз, диапазон концентрации от 0,120 до 0,690 мг/кг. В обменной фракции концентрация от 0,120 до 1,06 мг/кг, превышение кларка в 12 раз, фон в 2 раза.

По свинцу (кларк 17 мг/кг) [9] превышение выявлено только во 2 и 8 разрезах, во фракции связанной с карбонатами почти в 3 раза, фон в 70 раз.

Медь (кларк 28,0 мг/кг) [9] превышение выявлено во фракциях связанной с карбонатами диапазон от 17,2 до 56,53 кларк в 2 раза, фон в 75 раз и в обменной фракции в 18 раз по отношению к фону.

В результате техногенного воздействия горно-обогатительного комбината тяжелые металлы, попадающие от газопылевых выбросов, вовлекаются в почвообразовательный процесс. Часть тяжелых металлов адсорбируется глинистыми и илистыми частицами, часть мигрирует с почвенным раствором, а другие закрепляются конкрециями.

Тяжелые металлы в конкрециях остаются в обменной форме, а также закрепляются оксидами и гидроксидами железа и марганца, которые входят в состав конкреций. В обычных условиях они выступают в качестве геохимического барьера. В переувлажненных условиях конкреции могут переходить в аморфное состояние и высвобождать тяжелые металлы.

Литература:

1) Шабанов, М. В. Оценка трансформации природно-территориальных комплексов при горнопромышленном техногенезе / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 3. – С. 90-99. DOI:10.18799/24131830/2020/3/2535

2) Шабанов, М. В. Тяжелые металлы в почвах геохимически сопряженных ландшафтов Красноуральского промышленного узла / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Социально-экологические технологии. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 201-225. DOI:10.18799/24131830/2022/6/3545

3) Шабанов, М. В. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногеохимических аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев, Т. М. Минкина, Н. А. Абдимуталип // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14, № 4(54). – С. 632-643. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_51_0_86

4) Шабанов, М. В. Геохимические процессы накопления тяжелых металлов в ландшафтах Южного Урала / М. В. Шабанов, Г. Б. Стрекулев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 1. – С. 184-192. DOI:10.18799/24131830/2021/1/3011

5) Jien, S., Hseu, Z., Chen. Hydropedological implications of ferromanganiferous nodules in rice-growing Plinthitic ultisols under different moisture regimes // Soil Science Society of America. 74. – 2010. – Pp. 880-910. DOI:10.2136/sssaj2009.0020

6) Milad, K., Taymor, E. Integration of SEM/WDX elemental mapping and micromorphology to determine mineralogical traits of peat soils // Acta Geohim, 36. – 2017. – Pp 298-315. DOI:10.1007/s11631-017-0148-4

7) Szymansky W., Skiba M., Blachowski A. Mineralogy of Fe-Mn nodules in Albeluvisols in the Carpathian foothills, Poland, // Geoderma, 217. – 2014. – Pp 102-110. DOI:10.1016/j.geoderma.2013.11.008

8) Tessier A., Campbell P.G.O., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of the particulate trace metals //Analytical Chemical – 1979. – V.51. – p. 844-851

9) Rudnick R.L., Gao S. Composition of the continental crust // Treatise on Geochemistry. – Vol. 3. The Crust. Elsevier Sci., 2003. – P. 1-64. DOI:10.1016/B0-08-043751-6/03016-4

УДК 631.41

ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ КАМПУСА СФУ

Жудров Евгений Игоревич, студент
zhudrov2015@yandex.ru

Замаратский Александр Михайлович, студент
zamyzamar@gmail.com

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент

Борисова Ирина Викторовна

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

irina_borisova77@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу почвенно-геохимического фона территории кампуса СФУ. Рассчитаны ряды ранжирования кларков концентрации и рассеяния в исследованных почвах. Установлено, что аккумуляция элементов отражает естественные геохимические аномалии в горных породах, а их рассеяние связано с химией элементов и ведущими почвообразовательными процессами.

Ключевые слова: почвенный покров, химический состав, кларки элементов, территория кампуса СФУ.

SOIL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SFU CAMPUS

Zhudrov Evgeniy Igorevich, student
zhudrov2015@yandex.ru

Zamaratsky Alexander Mihailovich, student
zamyzamr@gmail.com

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: candidate of Geography sciences, Associate Professor

Borisova Irina Viktorovna

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

irina_borisova77@mail.ru

Annotation. The work is devoted to the analysis of soil-geochemical background of the SFU campus territory. The ranking series of concentration and dispersion clarks in the studied soils have been calculated. It is established that the accumulation of elements reflects natural geochemical anomalies in rocks, and their dispersion is related to the chemistry of elements and the leading soil-forming processes.

Keywords: soil cover, chemical composition, transparent elements, SFU campus area.

В условиях неоднородного рельефа различные сочетания факторов почвообразования, включая биоту, климат, рельеф и породы, приводят к неоднородности почвенного покрова даже на небольшой территории [6]. Почвенный фон территории кампуса СФУ составляют серые почвы (AY-AEL-BEL-(BELf)-BTf-C [3], Someric Glossic Sceleptic UMBRISOLS Loamic Folic Gelic Humic [1], литоземы темногумусовые (AU-Cf-R) [3], Sceleptic Umbric Cambic LEPTOSOLS Loamic Gelic Humic [1] с малой мощностью почвенного профиля. А также тёмно-серые почвы (AU-BEL-BT-C) [3] Folic UMBRISOLS Siltic Tonguic Hyperhumic Turbic [1] и чернозем глинисто-иллювиальный (AU-BI-(BCA)-C(ca)) [3 Someric Sceleptic Endocalcic Cambic PHAEOZEMS Loamic Ferralic Folic Humic [1] (рис. 1).

Миграционная способность химических элементов определяется физическими, химическими, физико-химическими свойствами почв и природой самого элемента [5]. Таким образом, почвенные свойства отражают возможность накопления или выноса элементов из ландшафта. Почвы кампуса СФУ характеризуются легким гранулометрическим составом – супесчаные и связно песчаные в нижележащих горизонтах. По величине рН изменяются от слабокислых (литоземы темногумусовые) до слабощелочных (серые почвы, чернозём глинисто-иллювиальный). Содержание гумуса варьируется от низкого (2,3 %), до среднего (9,9 %). Количество CO₂ карбонатов и суммы обменных оснований почвы варьирует в пределах от средних – литоземы темногумусовые (18 мг-экв/100 г почвы) до высоких – серые почвы, чернозём глинисто-иллювиальный (48мг-экв/100 г почвы), что обусловлено их формированием на карбонатно-терригенных породах. Также выявлена зависимость в содержании несиликатных форм железа от величины водного рН: наибольшее содержание Fe₂O₃ в почвах со слабокислой реакцией среды – темно-серые почвы (452мг/100 г почвы), литозёмы тёмногумусовые (390мг/100 г почвы).



Рисунок 1 – Карта-схема точек заложения почвенных разрезов: 1 – экспериментальная площадка «Сопка»; 2, 3 – экспериментальная площадка «Гремячая грива»; 4, 5 – экспериментальная площадка «Библиотека»; 6, 7 – экспериментальная площадка «Радуга».

На основании сравнения кларков верхней части континентальной земной коры по Виноградову А.П., а также значений кларков, которые рекомендовано использовать при эколого-геохимических исследованиях [2] и среднего содержания элементов в исследуемых образцах, было получено ранжирование величин кларков концентрации (КК) и кларков рассеяния (КР) химических элементов. В почвах кампуса СФУ наблюдается аккумуляция Ag, Bi, Cd, Hg, Mn, P, Sc, Se, W, Zr, Fe, В и рассеяние S, Rb, Mo, K, Na, Be, Sn, Li, Mg, Co, Ba, Ni, Cr, Pb. Однако в зависимости от типа почв экспериментальных площадок наблюдается концентрация одних элементов и вынос других (табл. 1).

Для почвенного покрова территории кампуса СФУ были установлены повышенные кларки концентрации Cd, что связано с техногенной биогеохимической провинцией кадмия, формирующейся в пределах г. Красноярска и его окрестностей [5]. Несмотря на высокое содержание кадмия, большинство форм его нахождения характеризуются низкой миграционной способностью [4]. Также установлена концентрация Bi, Hg, В, Mn и Ag. Повышенные содержания висмута и ртути в почвах связаны с положительной геохимической аномалией в горных породах, слагающих территорию кампуса. Концентрация Mn, Ag и В в почвах связана с их аккумуляцией в современных почвах в результате аэрогенного переноса от предприятий города [5].

Таблица 1 – Ряды ранжирования кларков концентрации и кларков рассеяния в почвах территории кампуса СФУ

Экспериментальная площадка, геохимическая фация	Ряд ранжирования кларков концентрации (КК)	Ряд ранжирования кларков рассеяния (КР)
«Сопка», элювиальная фация	Bi>Se>Cd>Hg>Ag>Zr>Cu>P>W >La>Mn>B>Sr>Sc>Fe>Al ≥As≥Ce≥V ≥Y ≥Zn	Be<Ti<Co≤Pb<Ba≤Na<Mo<K<Sn<Li<Ca<Mg<Cr<Ni<Rb<S
«Гремячая грива», в лесу у дороги, трансэлювиально-аккумулятивная фация	Bi>Cd>Se>Ag>Hg>W>Sc>B >Zr>Mn>Sr>Fe>Ti>P>V>Y>Al>As>Ca	Mg<Co≤Cr<Ni<La<Zn<Pb<Ba<Sn<Na<Be<Ce<Li<K<Cu<Mo<Rb<S
«Гремячая грива», лугово-степной ландшафт, трансэлювиальная фация	Bi > Se > Cd > Hg > Ag > W > Sc > Zr > P > B > Mn>As >Fe>Ti	Sr<Pb≤Ba<Y≤V≤Zn<Al<Ca<Co≤La<Cr<Sn<Cu<Be<K<Ni≤Li<Na<Mo<Ce<Mg<S<Rb
«Библиотека», в лесу у дороги, трансэлювиально-аккумулятивная фация	Bi>Se>Cd>Hg>Ag>W>Sc>P>B>Mn>Zr>Sr>Fe >Ti>V>Y>As>Ca	Al<Mg<Pb≤Co≤Ni<Cr<Ba<Zn<La<Na<Sn<Be<Ce<K<Li<Cu<Rb<Mo<S
«Библиотека», лугово-степной ландшафт, элювиальная фация	Bi>Se>Cd>Hg>Ag>W>Sc>B>Mn>Ti>Zr>Sr>Fe >V>Y>P>Al>Ca	Cr<As≤Co<Mg<Ni<Ba<Zn≤La<Na<Pb≤Sn<Be<K<Ce<Li<Cu<Mo<Rb<S
«Радуга», в лесу, трансэлювиально-аккумулятивная фация	Bi>Cd>Hg>Ag>Sc>W>B ≥Mn>Zr>Ti>Fe>P>As >Se>Sr>V>Y	Pb<Al<Co<La<Cr<Ba<Zn<Ca<Mg≤Ni<Sn<Na≤Li<Be<Ce<Cu<K<Rb<Mo<S
«Радуга», у дороги, трансэлювиально-аккумулятивная фация	Bi>Ag>Se>Hg>Cd>W>Sc>B>P>Mn>Zr>As>Ti>Fe>Sr>V>Y >Al>Zn	Ca<La<Co<Mg<Cr<Pb≤Ba<Ni≤Sn<Na≤Li<Be≤Cu<Ce<K<Mo<Rb<S

- полужирным шрифтом выделены элементы, которые концентрируются в почвах всех исследуемых экспериментальных площадок;
- курсивом выделены элементы, которым свойственна либо концентрация, либо рассеяние в почвах экспериментальных площадок;
- подчеркнутым шрифтом выделены элементы, которые рассеиваются в почвах всех исследуемых экспериментальных площадок.

Для почвенного покрова кампуса СФУ характерна аккумуляция P, Sc, Se, W, Zr и Fe. Обеспеченность территории соединениями фосфора и селена связана с их высоким содержанием в магматических породах, слагающих территорию кампуса [6]. Аккумуляции скандия способствует выброс большого количества углекислого газа в атмосферу от сжигания угля в ТЭЦ, в результате формируется техногенный геохимический барьер, на котором осаждаются

соединения Sc [5]. Концентрация вольфрама и циркония связана с малоподвижностью элементов [6].

Установленные кларки рассеяния элементов в почвах экспериментальных площадок кампуса СФУ свидетельствуют об активном рассеянии S и Rb (табл. 1). Вынос соединений серы из почвенного профиля связан с рассеянием серы в магматических породах – сиенит-порфирах, слагающих территорию кампуса СФУ, а также из-за высокой подвижности элемента – подвижный литофильный водный мигрант. Рассеяние соединений рубидия также связано с химической природой самого элемента. Дело в том, что Rb в биосфере преимущественно рассеян, ему свойственна низкая водная миграция и отсутствие собственных минералов [4].

Также для почв кампуса СФУ характерно рассеяние Mo, K, Be, Li, Mg, Co, Ba, Ni, Cr, Na, Pb (табл. 1). Вынос Mo и Be из ландшафта связан с их повышенной миграционной способностью, а также нахождением преимущественно в рассеянном состоянии. Для Li, Mg, Co, Na, Pb и Ni характерна высокая миграционная способность в условиях гумидного климата, благодаря чему элементы долго не задерживаются в ландшафтах и вовлекаются в биологический круговорот. Рассеяние калия связано его биофильностью и активным вовлечением в БИК и соответственно дефицитностью для живых организмов. Несмотря на малоподвижность хрома (Cr^{+3}), низкую биофильность, его рассеянию способствует взвешенное состояние, благодаря которому осуществляется перенос и последующая аккумуляция [4]. Также установлено рассеяние Sn, что связано со слабой концентрацией элемента в компонентах ландшафта, он преимущественно рассеян [4].

На основании проведенных исследований было установлено, что в зависимости от типов почв, формирующихся на площадках кампуса СФУ, их физических, физико-химических свойств, были выявлены различия в их элементном составе, кларках концентрации и рассеяния элементов. Так, в литозёме тёмногумусовой площадки «Сопка» наблюдается аккумуляция Cu, La и Ce, а в других почвах их рассеяние, что обусловлено высоким содержанием органического вещества и выходом плотных кристаллических пород. Соединения меди – CuOH и $[Cu(OH)_2]$ при высоком содержании гумуса образуют прочные, нерастворимые фульватные и гуматные органоминеральные комплексы [4]. Концентрация La и Ce связана с их слабой миграционной подвижностью, низким вовлечением в БИК. Также в литозёме Николаевской Сопки было выявлено рассеяние Ti (в почвах других экспериментальных площадок он концентрируется), что связано со слабокислой средой литозёма, в результате чего увеличивается миграционная способность титана. Для литозёма тёмногумусовой площадки «Гремячая грива» характерно рассеяние Sr, V и Y, что обусловлено, прежде всего, эрозионными процессами, которым подвержена поверхность трансэлювиальной фации. В чернозёме глинисто-иллювиальном площадке «Библиотека» наблюдается вынос соединений As, а в других почвах он концентрируется, что обусловлено низким содержанием органического вещества и природой самого элемента в слабощелочных условиях [4].

Для Al характерна концентрация в литозёме тёмногумусовом площадки «Сопка», серой почве «Гремячей гривы», в чернозёме глинисто-иллювиальном и тёмно-серой почве площадки «Радуга, у дороги», а в литозёме «Гремячей гривы», серой почве площадки «Библиотека» и тёмно-серой почве площадки «Радуга, в лесу» его вынос. В литозёме Николаевской Сопки и в тёмно-серой почве площадки «Радуга, у дороги» установлена аккумуляция Zn, содержание которого близко к кларку земной коры [2], несмотря на слабокислую реакцию среды, при которой Zn должен выноситься из ландшафта. В других почвах территории кампуса наблюдается его рассеяние.

Таким образом, установлено, что почвенный фон кампуса СФУ составляют литозёмы тёмногумусовые, серые и тёмно-серые почвы, а также чернозёмы глинисто-иллювиальные. В почвах установлена аккумуляция Ag, Bi, Cd, Hg, Mn, P, Sc, Se, W, Zr, Fe, В и рассеяние S, Rb, Mo, K, Na, Be, Sn, Li, Mg, Co, Ba, Ni, Cr, Pb. Однако выявлены различия в КК и КР в зависимости от типа почв и их фациальной принадлежности.

Литература:

1) IUSS Working Group WRB. 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

2) Касимов, Н. С., Власов, Д. В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н. С. Касимов, Д. В. Власов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2015. – 17 с.

3) Классификация и диагностика почв России. Основные принципы классификации почв [Электронный ресурс]. – URL: <http://soils.narod.ru/> (дата обращения 16.12.2023).

4) Перельман, А. И., Касимов, Н.С. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н.С. Касимов // Учеб. пособие для студентов геогр. и экол. специальностей вузов. - 3. изд., перераб. и доп. – Москва : Астрей, 2000, 1999. – 762с.

5) Стримжа, Т. П., Медведева, Н. Н. Геохимический аспект проживания людей в Красноярске и его окрестностях / Т. П. Стримжа, Н. Н. Медведева. – М.: Красноярск: СФУ, 2020. – 220 с.

6) Тарасова, О. В. Экосистемы в городской среде: структура, состояние, устойчивость, управление / О.В. Тарасова // учеб. пособие – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 204 с.

ВЛИЯНИЕ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВ И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЕ

Зарубина Анастасия Руслановна, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
zarubina619@gmail.com

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор
Сорокина Ольга Анатольевна
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
geos0412@mail.ru

В работе представлены результаты анализа свойств трех типов почв по генетическим горизонтам в почвенных разрезах на чистых залежах, а также показатели плодородия почв в агрохимических образцах, отобранных с глубины 0-10 и 10-20 см в пятикратной повторности на сопоставляемых участках чистых и освоенных залежей.

Ключевые слова: генетический горизонт, почвенный разрез, чистая залежь, реакция почвы, содержание гумуса, подвижный фосфор, обменный калий, общий азот.

THE INFLUENCE OF DEPOSIT DEVELOPMENT ON SOIL PROPERTIES AND THEIR SPATIAL VARIATION

Zarubina Anastasia Ruslanovna, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
zarubina619@gmail.com

Supervisor: Doctor of Biological Sciences, Professor
Sorokina Olga Anatolyevna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
geos0412@mail.ru

The paper presents the results of an analysis of the properties of three types of soils by genetic horizons in soil sections on clean deposits, as well as soil fertility indicators in agrochemical samples taken from depths of 0-10 and 10-20 cm in fivefold repetition on comparable sites of clean and developed deposits.

Key words: genetic horizon, soil section, pure deposit, soil reaction, humus content, mobile phosphorus, exchangeable potassium, total nitrogen.

Проблема залежей многогранна и касается политических, экономических и юридических аспектов использования земель. Определение направленности и скорости процессов изменения (динамики) плодородия почв, бонитировки и экономической оценки залежных земель представляется актуальным, так как в будущем они могут быть снова вовлечены в сельскохозяйственное

использование, или могут быть оставлены в нетронутном состоянии как компонент агроландшафта [2, 3]. Эти исследования важны для разработки агротехнических мероприятий при использовании пашни, освоенной из-под залежи, а также дальнейшего ее рационального использования в адаптивно-ландшафтном, особенно точном земледелии. С другой стороны результаты этих исследований могут служить в качестве базовых данных с целью почвенно-агрохимического мониторинга почв залежей лесостепной зоны Красноярского края. Значимость и дискуссионность этой проблемы еще больше возрастает, так как в 2021 году в России была утверждена госпрограмма по возвращению в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса [4]. Поэтому оценка современного состояния этих почв является общегосударственной задачей.

В формировании экологической устойчивости естественных и антропогенных биоценозов, их функционировании и направлении использования ведущая роль принадлежит показателям плодородия почв, наряду с видовым разнообразием растительности [1]. С интенсивностью антропогенного воздействия при сельскохозяйственном освоении связано усиление пространственного варьирования свойств почв, приводящее, к так называемому, "пестрополю", позволяющему оценивать качественное состояние поля.

Цель исследования – изучить влияние освоения чистых залежей на показатели плодородия и их пространственное варьирование в трех типах почв Красноярской лесостепи.

В 2020 г. в Сухобузимском районе были выбраны три парных объекта исследования на чистых и освоенных залежах. Объект № 1: чистая залежь, без обработки 8-12 лет; освоенная залежь с последующим посевом рапса. Объект № 2: чистая залежь, без обработки 5-7 лет; освоенная залежь с последующим посевом ячменя. Объект № 3: чистая залежь, без обработки 7-10 лет; освоенная залежь с посевом пшеницы. В пределах каждого объекта сравниваемые пары участков расположены в непосредственной близости друг от друга, в одинаковых геоморфологических условиях.

В работе представлены результаты анализа свойств постагrogenных черноземов выщелоченных, лугово-черноземных и темно-цветных пойменных почв по генетическим горизонтам в разрезах на чистых залежах, а также показатели плодородия почв в агрохимических образцах, отобранных с глубины 0-10 и 10-20 см в пятикратной повторности на сопоставляемых участках чистых и освоенных залежей. Определялось содержание гумуса, общего азота, актуальная, обменная и гидролитическая кислотность почвы, содержание аммонийного и нитратного форм азота, подвижного фосфора и обменного калия общепринятыми методами.

Антропогенная нагрузка, вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, забрасывание пашни и переход ее в залежь кардинально изменяют свойства почв [7]. Большое значение при этом имеют такие факторы, как географическое расположение, климатические и гидрологические условия при нахождении в залежи, вид растительной сукцессии, классификационное

положение почвы [6]. Очевидно, что процессы, происходящие в почвах объектов исследования, будут различаться.

Важная часть почвенных исследований – полевая морфологическая диагностика почвенного профиля. Ниже представлено строение профилей почв объектов исследования.

Разрез 1. Заложён на чистой залежи надпойменной террасы р. Бузим. Территория богата травянистой растительностью. Почва лугово-чернозёмная слабо выщелоченная лёгкоглинистая со следующим строением верхней части профиля: Ag (0-12 см) – Асаg (12-30 см) – АВсаg (30-45 см) — Всаg (45 см и ниже). Характерные особенности представлены в виде оглеения и обилия карбонатов в диффузной форме.

Разрез 2. Заложён на древней пойме р. Енисей. Богатый травяной покров. Почва тёмно-цветная пойменная легкосуглинистая с признаками опесчаненности. Верхняя часть профиля представлена такими горизонтами как: Ag (0-12 см) – Ag Бра (12-20 см) – Вg (20-43 см) – ВСg (43-46 см и ниже). Карбонаты отсутствуют, оглеение выражено отчетливо.

Разрез 3. Заложён на юго-восточном склоне надпойменной террасы р. Енисей. Богатый травяной покров. Почва чернозем сильно выщелоченный легкоглинистый. Верхняя часть почвенного профиля имеет следующее строение: Ара (0-18 см) – АВ (18-30 см) – В (30-55 см и ниже). Вскипание обнаруживается в самой нижней части иллювиального горизонта.

При распашке и освоении залежей изменяется только плотность сложения и структура верхних слоев всех типов почв.

Содержание гумуса самое высокое в горизонте Ag почвы разреза 1. Оно составляет 12 %, резко убывая в нижележащих слоях (табл. 1). Значительно меньшее содержание и плавное убывание степени гумусированности почв прослеживается в разрезах 2 и 3.

По величине актуальной и обменной кислотности верхние горизонты изученных почв характеризуются близкой к нейтральной реакцией. Вниз по профилю величина рН существенно повышается, количество водорода почвенного раствора и почвенно-поглощающего комплекса снижается, свидетельствуя о близости карбонатных почвообразующих пород. Самая высокая степень насыщенности основаниями отмечена в верхнем горизонте разреза 1. Показатели физико-химических свойств генетических горизонтов почв всех разрезов также свидетельствуют о достаточно высоком уровне плодородия почв залежей.

Из таблицы 2 видно, что в почвах чистых залежей нитратного азота несколько больше, чем в освоенных, за счет выноса азота в течение вегетации культурами. На участках освоенных залежей нитратный азот несколько преобладает над аммонийным, так как оптимальная плотность сложения здесь способствует развитию процессов нитрификации.

Таблица 1 – Общая характеристика свойств различных типов почв залежей

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Общий азот, %	Отношение C:N	pH		Мг-экв/100 г почвы		V, %
					H ₂ O	KCl	S	Hг	
Разрез 1 (р. Бузим), лугово-чернозёмная									
Ag	0-10	12	0,74	9,9	7,1	6,2	75,8	0,8	99,0
Acag	15-25	5,0	0,21	14,1	8,9	7,7	95,8	7,1	93,1
ABcag	30-40	3,4	0,07	29,8	9,1	7,9	99,2	2,0	98,0
Bcag	45-55	1,9	0,01	220	9,1	7,9	96,0	2,0	98,0
Разрез 2 (д. Нахвальское), тёмно-цветная пойменная									
Ag	0-10	5,9	0,28	12,1	6,3	5,8	45,2	2,5	94,8
AgBpa	15-20	2,6	0,10	15,6	6,5	5,8	30,2	1,5	95,3
Bg	25-35	1,9	0,08	14,1	7,2	6,4	29,6	0,9	97,0
BCg	45-55	1,6	0,01	71,5	7,6	6,7	19,8	0,9	95,7
Разрез 3 (д. Малиновка), чернозем выщелоченный									
Apa	5.-15	3,9	0,11	19,8	6,1	6,2	49,2	4,0	92,5
AB	20-30	3,0	0,08	23,2	6,3	5,6	34,6	1,7	95,3
B	35-45	1,5	0,01	124	6,0	4,9	37,8	1,5	96,2

Обеспеченность элементами фосфорного и калийного питания в целом несколько выше в почве залежи по сравнению с освоенными участками, особенно в слое 0-10 см, что указывает на их биогенную аккумуляцию. Очевидно, что особенности инфильтрации почв, их реакция, концентрация полуторных оксидов в оглееном слое пойменных и лугово-черноземных почв этих объектов, способствуют химическому поглощению и аккумуляции фосфорных соединений.

Содержание обменного калия в почвах всех объектов очень высокое. Максимальное содержание калия за счет тяжелого гранулометрического состава характерно для лугово-черноземных почв. При освоении залежей в пашню существенно возрастает количество обменного калия за счет процессов физического выветривания калийсодержащих минералов.

Наименее варьирующими в пространстве агрохимическими показателями являются величины актуальной и обменной кислотности. Максимальные коэффициенты пространственного варьирования характерны для нитратной формы азота, особенно в лугово-черноземной почве и черноземе выщелоченном. Относительно высокое пространственное варьирование установлено для элементов фосфорного и калийного питания. Анализ средневзвешенных значений коэффициентов пространственного варьирования свойств почв свидетельствует, что при распашке залежей и их дальнейшем освоении величина коэффициентов пространственного варьирования содержания питательных веществ, как правило, повышается. Это связано с нарушением агротехнологии, существенным снижением кратности приемов обработки при вовлечении залежей в пашню [8]. Сравнение величин

коэффициентов варьирования свойств различных типов почв чистых залежей свидетельствует о более высокой пространственной вариабельности на лугово-черноземной почве и минимальном варьировании на черноземе выщелоченном. При распашке и дальнейшем сельскохозяйственном использовании максимальное пространственное варьирование свойств установлено также на лугово-черноземной почве. Это связано с более выраженным микрорельефом формирования этой почвы, близостью грунтовых вод и протекающими процессами оглеения почвенного профиля.

Таблица 2 – Показатели плодородия почв залежей при освоении (n =5) и коэффициенты их пространственного варьирования (Cv, %)

Глубина (см) и коэффициент варьирования	Гумус, %	рН		Элементы питания			
		H ₂ O	KCl	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/кг почвы			
Залежь (Бузим), лугово – чернозёмная							
0-10	12,2	6,5	5,4	9,7	4,1	72,0	319,3
Cv, %	24,1	2,9	4,7	22,8	8,8	36,5	39,2
10-20	9,1	7,3	6,0	7,1	3,4	134,0	191,7
Cv, %	23,8	7,3	5,6	56,8	22,7	22,8	23,7
Посев рапса (Бузим)							
0-10	10,8	6,7	6,3	6,9	2,6	150,0	361,3
Cv, %	22,3	1,8	2,4	48,8	17,9	55,5	30,3
10-20	11,1	6,7	6,1	10,0	4,5	70,0	282,0
Cv, %	28,1	2,1	4,1	33,2	8,0	58,4	17,7
Залежь (Нахвальское), тёмно – цветная пойменная							
0-10	4,1	5,9	5,2	3,7	2,4	263,0	284,7
Cv, %	49,9	2,4	4,9	9,7	11,4	16,8	69,5
10-20	2,2	5,8	4,5	3,3	2,0	203,0	235,3
Cv, %	13,1	3,1	18,1	19,6	22,7	46,7	50,4
Посев ячменя (Нахвальское)							
0-10	2,7	5,8	4,9	8,3	2,1	75,7	105,3
Cv, %	8,0	0,7	4,6	2,6	12,3	36,5	12,9
10-20	1,5	6,0	4,9	6,4	2,0	84,0	119,7
Cv, %	16,8	3,8	0,8	27,0	25,2	5,8	24,3
Залежь (Малиновка), чернозем выщелоченный							
0-10	4,3	6,1	5,2	5,0	3,6	802,0	177,7
Cv, %	2,6	5,3	6,5	13,0	8,2	21,4	7,5
10-20	3,2	6,0	5,3	13,3	3,1	103,2	160,3
Cv, %	1,5	2,5	6,0	37,6	3,1	25	8,8
Посев пшеницы (Малиновка)							
0-10	5,2	5,4	4,6	13,3	3,4	3,8	291,0
Cv, %	16,0	1,3	2,4	16,3	12,3	35,0	17,5
10-20	4,1	5,5	4,4	13	3,6	2,3	276,7
Cv, %	5,8	0,7	1,6	15,2	24,8	47,1	24,3

Таким образом, по результатам сравнительной характеристики свойств постагрогенной лугово-черноземной почвы, чернозема выщелоченного и

темно-цветной пойменной почвы залежей Красноярской лесостепи комплекс почвенно-агрохимических свойств изменяется не существенно. Состояние почвенно-поглощающего комплекса в целом оптимизируется. Интенсифицируется процесс минерализации органического вещества, что приводит в большинстве случаев к активизации процессов нитрификации и повышению содержания нитратной формы азота. В то же время в почве чистой залежи происходит оптимизация свойств почв при оставлении её в чистом виде [5]. Более высокие коэффициенты пространственного варьирования агрохимических свойств, особенно нитратного азота, установлены в почве участков, освоенных из-под залежи.

Литература:

- 1) Добровольский, Г. В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Добровольский, Г. В. Никитин, Е.Д. – М.: Наука, 1990 – 264 с.
- 2) Караваева, Н. А. Постагрогенное восстановление свойств черноземов и растительности на датированных залежах ЦЧО / Н. А. Караваева, Е. А. Денисенко // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции / Под ред. акад. А. Л. Иванова. М.: Почв. Инс - т. Им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. – С. 303 - 307.
- 3) Нечаева, Т. В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Электронный журнал (ПОС) Почвы и окружающая среда. – 2023. –Т.6, № 2.
- 4) Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" Постановление Правительства РФ от 14.05.2021 N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями) | ГАРАНТ (garant.ru)
- 5) Рыбакова, А. Н. Оценка продуктивности залежей по запасам фитомассы при различном их использовании / А. Н. Рыбакова // Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве – Красноярск, 2013. – С. 36 - 37.
- 6) Сорокина, О. А. Трансформация некоторых физических свойств постагрогенных почв залежей при различном их использовании / О. А. Сорокина, А. Н. Рыбакова // Вестник КрасГАУ, выпуск № 6 – Красноярск, 2013.
- 7) Степанов, М. И. Методические рекомендации по определению сроков пребывания земельных участков сельскохозяйственного назначения Новосибирской области в залежном состоянии / М. И. Степанов, А. И. Сысо, А. С. Чумбаев, Н. П. Миронычева - Токарева // Новосибирск: Изд - во «Наука», 2017. – 20 с.
- 8) Черкасов, Г. Н. Состояние и пути рационального использования залежных земель в условиях центрального Черноземья / Г. Н. Черкасов, Н. П. Матюсенко // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. – Москва. – 2008. – С.184-191.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖНЫХ И ВВЕДЕННЫХ В ПАШНЮ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Зиненко Сергей Евгеньевич, аспирант,
Колосова Дарья Ивановна, студент
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия
se.zinenko2209@omgau.org

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, профессор
Азаренко Юлия Александровна
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия
yua.azarenko@omgau.org

В работе приводятся результаты исследования плотности, пористости, пористости аэрации, структурного состояния серой лесной почвы подтайги Омской области на залежи и при ее введении в пашню. Показана тенденция изменения структурного состояния и пористости в слое 0-10 см распаханной почвы.

Ключевые слова: серые лесные почвы, физические свойства, пашня, залежь.

PHYSICAL PROPERTIES OF FALLOW AND GRAY FOREST SOILS INTRODUCED TO ARABLE LAND IN THE SUBTAIGA ZONE OF THE OMSK REGION

Zinenko Sergey Evgenievich, graduate student,
Kolossova Daria Ivanovna, student
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk, Russia
se.zinenko2209@omgau.org
Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Azarenko Yulia Aleksandrovna
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk, Russia
yua.azarenko@omgau.org

The paper presents the results of a study of density, porosity, aeration porosity, and the structural state of gray forest soil in the subtaiga of the Omsk region in fallow lands and when it is introduced into arable land. The trend of changes in the structural state and porosity in the 0-10 cm layer of plowed soil is shown.

Key words: gray forest soils, physical properties, arable land, fallow land.

Серые лесные почвы являются зональными почвами лесостепной зоны, они также встречаются в переходной зоне подтайги. Их площадь в Омской области составляет 996 тыс. га [4]. В подтаежной зоне серые лесные почвы имеют более высокое плодородие по сравнению с дерново-подзолистыми почвами и являются резервом расширения площади пахотных земель, в том числе за счет введения в оборот залежных массивов. В настоящее время происходит их повторное введение в пашню, что вызывает необходимость получения информации о современном состоянии свойств серых лесных залежных и распаханых почв. Этому вопросу посвящены исследования, проведенные в разных регионах России [5, 8], в том числе в Сибири [1, 2, 6, 7]. В то же время, данных по свойствам серых лесных почв Омской области в зависимости от типа их использования недостаточно. При введении залежей в сельскохозяйственный оборот происходит трансформация свойств почв, в том числе физических, которые оказывают влияние на плодородие и урожайность возделываемых культур.

Целью исследования являлось изучение физических свойств серой лесной почвы на залежи и при введении ее в пашню.

Исследования проводили в полевом опыте, заложенном в 2022 г. по программе гранта РФ «Научно-обоснованная система мониторинга потоков парниковых газов при различных технологиях введения в оборот залежных земель» (руководитель И.А. Бобренко). Место проведения опыта: Тарский район, г. Тара (подтаежная зона). Территория расположена в геоморфологическом районе Оше-Иртышской водораздельной равнины. Почвообразующие породы – четвертичные аллювиальные отложения террас и поймы Иртыша, перекрытые покровными суглинками.

Объектом исследования являлась серая лесная мощная легкосуглинистая почва с содержанием гумуса 4,67%, физической глины – 21,8%. Схема опыта включала варианты с разной технологией введения залежи в оборот:

1. Контроль (залежь возрастом 5-10 лет);
2. Агротехническая технология (далее технология 1): отвальная вспашка ПЛН 3-35 на 20-22 см, дискование бороной БДТ-3 в два следа на 10-12 см, повторное дискование бороной БДТ-3 в два следа на 12 см.;
3. Комбинированная технология (далее технология 2): вспашка плугом ПЛН 3-35 на 20-22 см, дискование бороной БДТ-3 в два следа на 10-12 см + две химические обработки гербицидом «Глифосат» (2 л/га).

В 2023 г. на распаханых участках выращивали пшеницу яровую сорта Столыпинская 2. В мае 2023 г. после посева пшеницы проводили отбор почвенных проб до глубины 40 см для определения физических свойств почв. Плотность устанавливали путем отбора почвы в поле с помощью режущего кольца известного объема, влажность – термостатным методом, структурно-агрегатный состав – по Н.И. Савинову, водопрочность – по П.И. Андрианову. Общую пористость и пористость аэрации определяли расчетным способом.

Ключевым свойством, определяющим физическое состояние почвы, является структура. Результаты структурно-агрегатного состава залежной серой лесной почвы при полевой влажности (на залежи 14,8% в слое 0-10 и 21,1-

21,4% в слоях 10-40 см; на пашне 12,6-14,7% в слое 0-10 и 18,5-22,4% в слоях 10-40 см)приведены в таблице 1.

Таблица 1 –Структурно-агрегатный состав серой лесной залежной и распаханной почвы

Глубина, см	Содержание агрегатов (%), размером, мм			Кстр
	< 0,25	0,25-10	> 10	
Залежь				
0-10	1,2	52,7	46,1	1,13
10-20	0,3	50,1	49,6	1,36
20-40	-	84,5	15,5	6,69
Технология 1				
0-10	5,7	63,5	30,8	3,02
10-20	0,4	44,0	55,6	0,79
20-40	0,1	65,6	34,3	2,79
Технология 2				
0-10	10,3	77,7	12,0	3,53
10-20	0,3	55,2	44,5	1,23
20-40	0,3	86,7	13,0	6,58

Была определена водопрочность макроагрегатов почвы размером 3-5 мм при естественной влажности (рисунок 1).

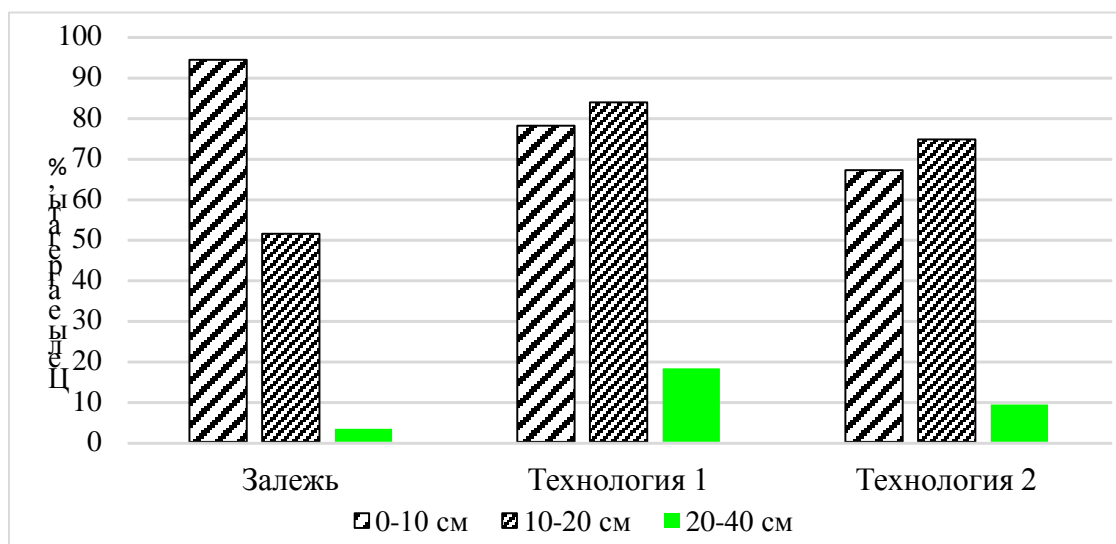


Рисунок 1 – Водопрочность структурных агрегатов серой лесной почвы на залежи и на пашне

Водоустойчивость почвенных агрегатов на залежи в слое 0-10 см была высокой, ниже её значения уменьшались и достигали минимального значения в слое 20-40 см. Механическая обработка почвы привела к уменьшению количества водопрочных агрегатов в верхнем слое почвы на 17-29% относительно залежи при сохранении хорошей водопрочности структуры в слое 10-20 см.

Важным условием для развития растений являются плотность и пористость (таблица 2).

Таблица 2 – Плотность и пористость серой лесной залежной и распаханной почвы

Глубина, см	Залежь		Технология 1		Технология 2	
	Плотность, г/см ³	Пористость, %*	Плотность, г/см ³	Пористость, %*	Плотность, г/см ³	Пористость, %*
0-10	1,32	49,6 30,0	1,37	47,7 30,4	1,25	52,3 33,9
10-20	1,41	46,2 16,4	1,52	42,0 13,7	1,38	47,3 16,4
20-40	1,41	47,4 17,2	1,54	43,3 14,8	1,49	44,4 13,1

Примечание. Над чертой указаны значения общей пористости, под чертой – пористости аэрации.

Почва на участке залежи характеризовалась сильным уплотнением в слое 0-20 см по оценочной шкале Качинского Н.А. Наибольшие значения плотности наблюдались глубже 10 см. Повышенная плотность почвы связана с ее легкосуглинистым гранулометрическим составом и особенностями процессов почвообразования. Почва имела неудовлетворительные значения общей пористости.

В распаханной почве уменьшение плотности наблюдалось только в слое 0-10 см варианта с обработкой по технологии 2. Следует отметить, что по А.Г. Бондареву значения плотности в диапазоне 1,10-1,40 г/см³ для легкосуглинистых почв являются оптимальными для большинства возделываемых культур [3]. На глубине 20-40 см плотность типична для подпахотных горизонтов. Общая пористость в слое 0-10 см почвы при уменьшении плотности переходила в разряд удовлетворительной. Пористость аэрации при указанной выше влажности была хорошей в слое 0-10 см всех вариантов, глубже она существенно уменьшалась до неудовлетворительных значений (менее 15%). При этом минимальные значения воздухоудержания, при котором могут развиваться зерновые культуры, составляют 10-20%.

Таким образом, результаты проведенного исследования указывают на то, что серая лесная мощная легкосуглинистая почва на залежи возрастом 5-10 лет обладает удовлетворительным и хорошим состоянием структуры по соотношению агрегатов разного размера, их хорошей и средней водопрочностью в слое 0-20 см, повышенной плотностью и неудовлетворительной пористостью. Механическая обработка почвы способствовала увеличению агрономически ценных агрегатов и значения коэффициента структурности, а также уменьшения водопрочности агрегатов в

верхнем слое 0-10 см. Уменьшение плотности и увеличение пористости почвы отмечено только в слое 0-10 см варианта комбинированной технологии.

Литература:

1) Белоусова, Е. Н. Формирование и изменение структурного состояния почв элювиального ряда Приенисейской Сибири / Е. Н. Белоусова. – Красноярск, 2021. – 211 с.

2) Груздева, Н. А. Изменение структурно-агрегатного состава светло-серых лесных почв Северного Зауралья в условиях длительной распашки / Н. А. Груздева, Д. И. Еремин // Вестник КрасГАУ. – 2019. – №12. – С.9-16.

3) Методы оценки и прогноза агрофизического состояния почв / Е. В. Шейн, С. И. Зинченко, М. В. Банников, М. А.Мазиров, А.И. Поздняков – Владимир, 2009. – 105 с.

4) Мищенко, Л. Н. Почвы Западной Сибири / Л. Н. Мищенко, А. Л. Мельников. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 248 с.

5) Полякова, Н. В. Гумусное состояние пахотных серых лесных почв / Н. В. Полякова // Плодородие. 2007. – № 1. – С. 19-20.

6) Рыбакова, А. Н. Трансформация некоторых физических свойств постагрогенных серых почв залежей при различном использовании / А. Н. Рыбакова, О. А. Сорокина // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №6. – С.48-54.

7) Сорокина, О. А. Изучение серых лесных почв залежей в Красноярском крае / О. А. Сорокина, В. В. Токачук, Н. В. Фомина // Агрохимический вестник. – 2010. – №3. – С. 4-8.

8) Чендев, Ю. Г. Реакция серых лесных почв на сельскохозяйственное освоение в разных климатических условиях / Ю. Г. Чендев // Известия РАН. Серия географическая. – 2012. – №2. – С. 59-67.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА СОСТАВ И СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО

Зотова Кристина Юрьевна, старший научный сотрудник
Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия
kristina-zotova26@rambler.ru

Научный руководитель: д.с.-х. н., профессор
Стекольников Константин Егорович
Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия
soil@agrochem.vsau.ru

В статье представлены результаты полевых и лабораторных исследований по оценке влияния технологии No-Till на состав и свойства

чернозёма обыкновенного. Показано, что помимо уплотнения слоя 0-40 см происходит его дифференциация по содержанию элементов питания.

Ключевые слова: технология No-Till, чернозем обыкновенный, состав и свойства.

THE EFFECT OF NO-TILL TECHNOLOGY ON THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF ORDINARY CHERNOZEM

Kristina Yurievna Zotova, Senior Researcher

Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia

kristina-zotova26@rambler.ru

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Konstantin Egorovich Stekolnikov

Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia

soil@agrochem.vsau.ru

The article presents the results of field and laboratory studies to assess the effect of No-Till technology on the composition and properties of ordinary chernozem. It is shown that in addition to compaction of the 0-40 cm layer, its differentiation occurs in terms of the content of batteries.

Keywords: No-Till technology, ordinary chernozem, composition and properties.

Применение технологии no-till в различных почвенно-климатических условиях России получает неоднозначную оценку, от восторженной, до скептической. Это обусловлено тем, что данная технология применяется без адаптации к условиям и почвам. Одним из условий её применения являются ограничения по гранулометрическому составу почв. Считается, что лучшими почвами являются супесчаные и легкосуглинистые, а преобладающие почвы Воронежской области тяжелосуглинистые и глинистые. Вторым условием применения технологии no-till является выровненность поверхности почвы. Оба эти условия не соблюдаются в условиях Воронежской области, где преобладают тяжёлые по гранулометрическому составу почвы, а поверхность полей имеет хорошо выраженный микрорельеф с перепадами отметок высот 5-10 и более см.

Исследования выполнены в отделении «Сергеевка» Павловского района Воронежской области ЗАО «Павловская Нива», где технология no-till применяется более 10 лет. Данные исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 1-4.

Таблица 1 – Состав, свойства, влажность полевая и плотность почвы (апрель 2021 года)

№ поля, площадь	Слой, см	pH соль	Гумус, %	S	Hг	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	W, %	d, г/см ³
				мг.-экв/100 г			мг/кг			
Гарус	0-5	6,28	3,80	19,76	3,19	86	222	326	29,73	0,98
	5-20	5,63	3,26	16,79	4,05	81	128	180	24,91	1,10
	20-40	5,77	2,71	13,82	1,94	88	78	134	34,49	1,29
№166, 50 га	0-5	7,12	3,46	17,99	0,35	98	224	180	27,57	1,03
	5-20	7,27	2,22	11,32	0,31	97	140	110	26,58	1,50
№115, 37 га	0-5	6,83	4,58	24,04	0,91	96	289	630	35,31	0,88
	5-20	6,92	4,35	22,62	1,18	95	148	158	35,12	1,17
	20-40	7,28	3,05	15,71	0,44	97	93	129	24,59	1,29
№11, 103 га	0-5	6,51	3,86	20,07	1,18	94	209	249	34,02	1,14
	5-20	6,22	3,50	18,20	2,35	89	654	156	31,46	1,34
	20-40	7,23	1,91	9,74	1,23	89	98	152	29,90	1,54
№75, 96 га	0-5	6,58	4,89	25,67	1,74	94	322	632	33,43	0,93
	5-20	6,38	3,84	20,12	2,46	89	226	226	40,70	1,11
	20-40	5,65	3,04	15,66	2,11	88	114	184	28,35	1,46
№8, 14 га	0-5	5,97	5,11	26,82	1,90	93	292	418	36,80	0,95
	5-20	6,15	4,02	21,10	1,23	94	146	212	32,09	1,18
	20-40	6,33	3,28	17,06	1,23	93	155	150	35,11	1,48
№4	0-5	5,88	6,15	32,29	1,94	94	331	615	38,72	1,00
	5-20	6,35	4,56	23,94	1,18	95	196	173	37,38	1,39
	20-40	7,18	2,54	12,95	0,45	97	83	125	27,68	1,54
№9, 80 га	0-5	6,69	4,54	23,83	0,48	98	315	450	34,60	1,12
	5-20	7,08	3,59	18,67	0,44	98	196	190	33,26	1,32
	20-40	7,26	2,48	12,65	0,30	98	91	125	28,59	1,38
Люцерна	0-20	6,51	4,56	23,94	1,56	94	220	189	33,03	0,97
	20-40	7,22	3,59	18,67	0,58	97	126	137	30,26	1,38

Отметим, что ни на одном из девяти обследованных полей органическая мульча отсутствует. Есть малочисленные остатки растений частично утративших клеточную структуру, но слоя как такового нет. Надо отметить, что небольшой поверхностный слой до 3-4 см более чем на 50 % состоит из мелких растительных остатков, а сама почвенная масса прекрасно оструктурена – мелкозернистая. Именно поэтому слой 0-5 см имеет плотность менее 1,0 г/см³. Под этим слоем залегает практически бесструктурная почва, а плотность почвы резко возрастает, что весьма наглядно представлено на рисунке 4.

Резкая дифференциация слоя 0-40 см наблюдается и по величине солевой вытяжки. Как это следует из данных таблицы 1 и рисунка 1, слой 0-40 см по величине рН солевой вытяжки дифференцирован неодинаково на разных полях. Это зависит от культуры, которые уже посеяны и взошли (soя и люцерна), а также от предшественника.

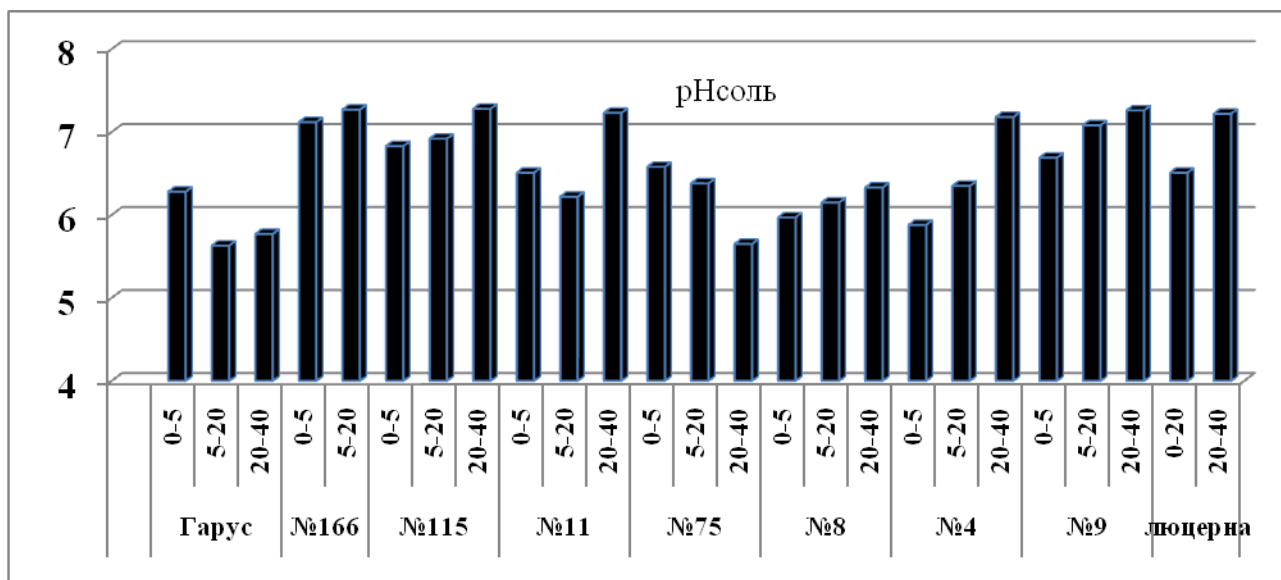


Рисунок 1 – Влияние технологии no-till на величину солевой вытяжки

Для обыкновенного чернозёма отделения Сергеевки конечно не актуален вопрос их подкисления. Мы просто показываем степень неоднородности 40 см слоя почвы по этому показателю, как впрочем, и по всем остальным.

А вот по содержанию гумуса результаты более важны, ведь все приверженцы технологии no-till из кожи лезут вон, доказывая повышение плодородия почв по этой технологии. Действительно это отвергает. Если в слое 0-40 см можно наблюдать более чем 2-х кратное снижение содержания гумуса (поля №11, 4, 9) о каком повышении плодородия может быть речь? Да, в Сергеевке это часто из-за высокой смывости, но ведь и верхний 5 см слой резко отличается от ниже лежащего, а вот это прямое следствие технологии no-till (поля № 75, 8, 4, 9).

Конечно, верхний 3-5 см слой имеет совершенно иную структуру – она почти идеальна для чернозёма, хорошо оструктурена. Работники и сотрудники хозяйства упорно считают его мульчой, что совершенно не так. Ведь на всех полях классическая мульча как таковая отсутствует. Ну не может ею быть редкие полуистлевшие растительные остатки предыдущей культуры. Только на полях после озимой пшеницы поверхность покрыта стерней и пожнивными остатками. Но это не мульча. Верхняя часть почвы (3-5 см), в которой были расположены корни, в результате гумификации этих корней оструктуривается, а вся остальная масса стерни и пожнивных остатков подвергается разложению или т.н. сухому тлению и бесполезно теряется, никак не работая ни на урожай, ни на плодородие. Это тот факт, который отрицать просто невозможно.

Вот эта крайне резкая дифференциация слоя 0-40 см по гумусу прекрасно показана на рисунке 2. Ведь изменение содержания гумуса в слоях 0-5 20-40 см может быть 2-х кратным и более. В поле №11 оно ниже 2%, и это на глубине 30-40 см. Это уже переходный горизонт АВ. Но ведь и на других полях в этом слое содержание гумуса находится в пределах 1,91-3,28%.

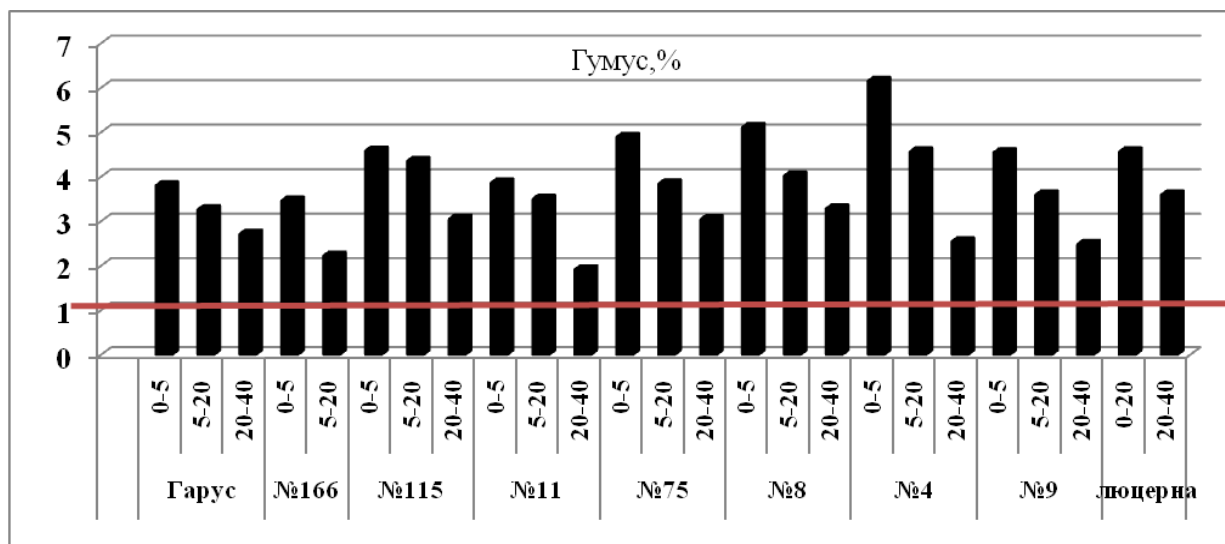


Рисунок 2 – Влияние технологии no-till на содержание и характер распределения гумуса

Пунктирной линией показан нижний, критический уровень гумусированности. Без заделки органики в слой 0-20 см предотвратить снижение гумуса в ниже лежащих слоях будет невозможно.

Ну и самая разительная картина (вообще-то она чудовищная) складывается с подвижным фосфором и обменным калием (см. рис. 3).

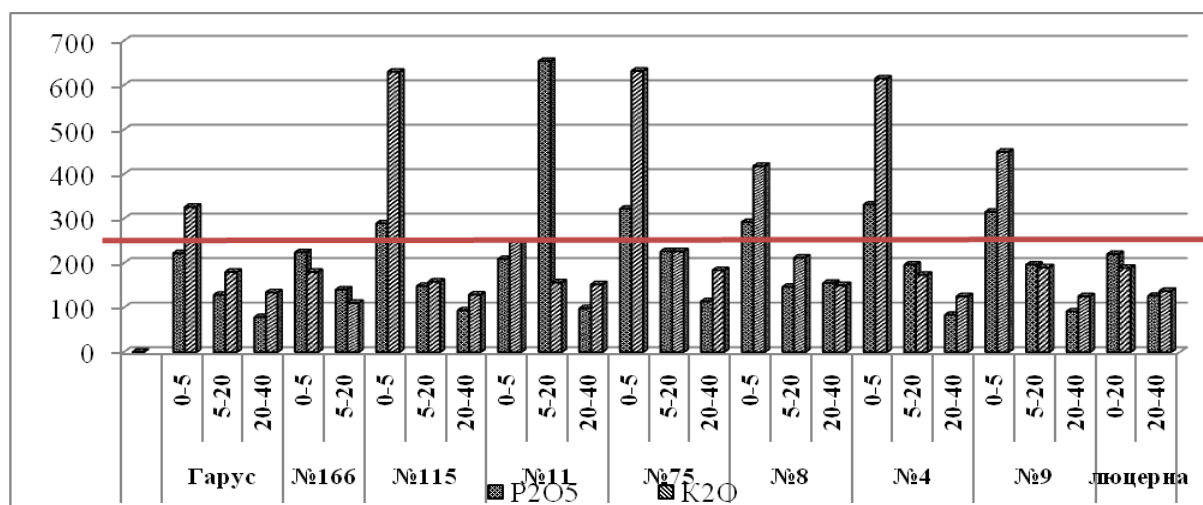


Рисунок 3 – Влияние технологии no-till на содержание и распределение подвижного фосфора и обменного калия

Причина одна, применяемая технологии no-till. Она не позволяет внести удобрения глубже 5-10 см. Чертой показан оптимальный уровень обеспеченности фосфором и калием. Чудовищное обогащение слоя 0-5 см по фосфору и калию это большие деньги, выброшенные на ветер. Корни растут вниз, а не вверх, тем более, что этот слой высыхает в первую очередь, а фосфор и калий будут в этом слое бесполезно накапливаться и дальше (поля № 115, 11, 8, 4, 9). О каком повышении плодородия может быть речь?

Да, по технологии агрохимического обследования, когда образцы отбираются из слоя 0-20 см, в результате перемешивания слоёв 0-5 и 5-15 см, будет более чем благополучная картина, *но неверная*.

Подобная картина наблюдается и по влажности почвы. Неужели надо уповать на то, что в слое 0-5 см накапливается больше влаги, чем в нижележащих слоях? А связано это с плотностью почвы (см. рис. 4).

А по плотности почвы слой 0-40 см как раз очень резко различается. Даже ранней весной, под т. н. «мульчёр», плотность почвы превышает оптимальную – 1.3 г/см³ уже в слое 5-15 см (на рисунке показано красной чертой), это поля № 11, 4 и 9. А ведь это прямое следствие переуплотнения почвы сеялками прямого сева, ведь для заглабления дискового сошника прилагается усилие в 200 кг. И это по влажной почве, которая теряет упругость и не способна восстанавливать первоначальный объём после снятия нагрузки. И так из года в год. Всё это прекрасно видно по более грубой структуре почвы, залегающей под идеально оструктуренным 5 см верхним «мульчирующим» слоем. Видно это и весной, а критическое состояние будет видно в середине вегетации и тем более, после уборки.

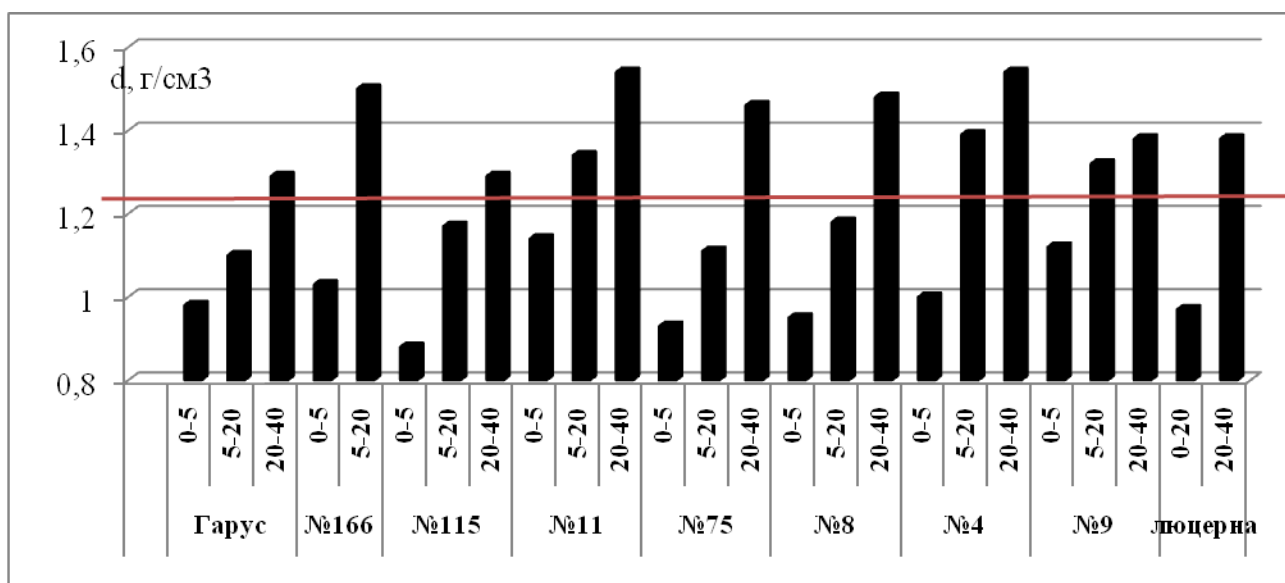


Рисунок 4 – Влияние технологии no-till на плотность почвы

В любом случае, рано или поздно в хозяйстве так «укатают» свои поля, что придётся заниматься вопросом разуплотнения почвы. И это совершенно не обязательно вспашка, сейчас велик набор глубокорыхлителей.

И последнее. До тех пор, *пока органика будет бесполезно истлевать на поверхности поля*, никакой перспективы у технологии no-till *нет и быть не может*. Но это при понимании того, что происходит с почвой. А вот понимания нет и, похоже, не будет.

Считаем, что полученные нами результаты, конечно же, не достаточны для окончательного заключения. Но, тем не менее, эти результаты дают

основания для предварительного заключения о последствиях применения технологии no-till в Сергеевке. Они свидетельствуют о резкой дифференциации верхнего 40 см слоя почвы по всем показателям.

Литература:

1) Зотова, К. Ю. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий Воронежской области в разрезе природно-сельскохозяйственных зон / К. Ю. Зотова, Н. И. Бухтояров, Е. В. Недикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 3(66). – С. 209-215. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.3.209.

2) Изменение свойств почв опытной станции ВГАУ за длительный период их использования / М. И. Парахневич, К. Е. Стекольников, О. М. Кольцова, Т. М. Парахневич // Стабилизация развития АПК Центрального Черноземья на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала : Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.В. Докучаева, Воронеж, 01 января – 31 1996 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 1996. – С. 66-68.

3) Насонова, К. С. Агроэкологическое состояние черноземных почв Верхнехавского района Воронежской области при утилизации свиного навоза / К. С. Насонова, К. Ю. Зотова, К. Е. Стекольников // Сахарная свекла. – 2023. – № 7. – С. 23-26. – DOI 10.25802/SB.2023.91.87.004.

4) Ненахов, Д. В. Электромембранная очистка и кислотно-основные свойства гуминовых кислот чернозема выщелоченного / Д. В. Ненахов, В. В. Котов, К. Е. Стекольников // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9, № 2. – С. 301-307.

АГРОНОМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ УСТЬ-АБАКАНСКОГО РАЙОНА

Иванов Виктор Сергеевич, студент
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия
Ivanov_vs2020@mail.ru

Научный руководитель: Эрбес Светлана Викторовна
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия
Sebre1981@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования почв сухостепной зоны Республики Хакасии Усть-Абаканского района.

Ключевые слова: агрофизические свойства, суглинок, сухостепная зона, Республика Хакасия.

AGRONOMY PROPERTIES OF SOILS IN THE DRY STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA, UST-ABAKAN DISTRICT

Ivanov Viktor Sergeevich, student
Khakass State University named after. N.F. Katanova, Abakan, Russia
Ivanov_vs2020@mail.ru

Scientific supervisor: Erbes Svetlana Viktorovna
Khakass State University named after. N.F. Katanova, Abakan, Russia
Sebre1981@yandex.ru

The article presents the results of a study of soils in the dry steppe zone of the Republic of Khakassia, Ust-Abakan region.

Key words: agrophysical properties, loam, dry steppe zone, Republic of Khakassia.

Основную часть продукции АПК получают при использовании плодородных земель, которое определяется не только содержанием питательных элементов, но также физическими свойствами почвы. От уровня плодородия почвы на прямую зависит рост, развитие и продуктивность растений.

В настоящее время почвы сухостепного района Республики Хакасия Усть-Абаканского района все чаще подвергаются антропогенному воздействию, приводящему к частичной, а иногда и полной деградации. С этим возникает необходимость улучшения имеющихся почв, до уровня максимально возможного плодородия для возделывания сельскохозяйственных культур. Для улучшения почв, необходимо знать их агрономические свойства, что и определило актуальность данной работы.

Целью научного исследования являлось определение и оценка агрофизических и агрохимических свойств почвы в условиях сухостепной зоны Республики Хакасия Усть-Абаканского района.

Объект исследования – почвенный компонент сухостепных агроландшафтов Республики Хакасии Усть-Абаканского района.

Предмет исследования – агрофизические свойства исследуемых почв.

Для определения и оценки агрофизических и агрохимических показателей почвы, исследованы два почвенных контура, на которых были заложены почвенные разрезы, произведены морфологические описания почвенных профилей по методике Г.С. Макуниной. Отбор проб почвы для проведения анализов осуществляли в трехкратной повторности.

Определение агрофизических свойств, таких как плотность, пористость, гранулометрический состав, влажность почвы, агрегатный состав проводили в агрохимической лаборатории Института менеджмента, экономики и агротехнологий по стандартным методикам.

Почвенный контур №1, расположен в 5-ти км Юго-Восточнее населенного пункта Ташеба. Приблизительная площадь исследуемой территории 5 га. Рельеф ландшафта сухостепной, равнинный, имеются западины и рвы глубиной до 1 м. Растительный компонент исследуемой территории представлен степным разнотравьем с преобладанием *Artemisia*, *Iris*, *Elytrigia repens*, *Bryophyta*. Ярусность выражена слабо, проективное покрытие 60 %.

Почвенный разрез на данном участке имеет хорошо видимые горизонты. Морфология профиля (табл. 1).

Таблица 1 – Морфологический профиль почвенного разреза № 1.

Горизонт	Мощность, см.	Описание
A ₀	0,5-1	Представлен корневой системой растений и растительным опадом. Переход в следующий горизонт ярко выражен.
A ₁	8-14	Темно-коричневый цвет, сложение горизонта плотное, структура кубовидная, тяжелый суглинок, новообразования и включения представлены корнями растений и остатками горной породы, вскипание от HCl слабое, переход к следующему горизонту четкий.
B	39-41	Серовато желтый, сложение плотное, структура кубовидная, тяжелосуглинистый, новообразования ярко выражены псевдомицелием карбонатов, подтеками гумуса в виде язычков, так же присутствуют мелкие корни и остатки горной породы, вскипание от HCl бурное.

Почвенный контур №2, расположен в 5 км от д. Чапаево, Усть-Абаканского района. Приблизительная площадь исследуемой территории 4 га. Рельеф ландшафта, так же как и у первого контура сухостепной, равнинный. Растительность скудная, проективное покрытие не более 45 %. В травостое преобладают *Artemisia*, *Iris*, *Elytrigia repens*.

Почвенный разрез на данном участке не отличается четким разграничением горизонтов. Морфология данного профиля (табл. 2).

В условиях сухостепной зоны Республики Хакасии влажность почвы играет важную роль при возделывании сельскохозяйственных культур. В результате исследования было выявлено, что влажность отобранных образцов почвы почвенного контура №1 в слое 0-20 см колеблется от 23,7% до 24,0% и в среднем составляет 23,8%. Влажность отобранных образцов почвы почвенного контура № 2 в слое 0-20 см в среднем составляет 21,81%.

Таблица 2 – Морфологический профиль почвенного разреза № 2.

Горизонт	Мощность, см.	Описание
A ₀	0,5-1	Представлен корневой системой растений и растительным опадом. Переход в следующий горизонт ярко выражен.
A ₁	1-2	Серовато-желтый цвет, сложение горизонта рыхлое, структура кубовидная, не отличается механической прочностью, песчаная, новообразования и включения представлены корнями растений и остатками горной породы, переход в следующий горизонт постепенный.
B		60-70 см. Серовато желтый, сложение рыхлое, структура кубовидная, не отличается механической прочностью, песчаная, новообразования и включения представлены остатками горной породы.

Агрегатный анализ проводили методом сухого просеивания образцов нерастертой воздушно-сухой почвы. В результате было выявлено, что коэффициент структурности почвенного контура № 1 составил 1,9, что характеризуется как отличный показатель агрегатного состава. Второй почвенный контур имеет коэффициент равный 1,7, что характеризует ее как отличный показатель агрегатного состава.

Плотность почвы определяли в образцах с ненарушенным сложением. Результаты исследования показали, что плотность почвенного контура № 1 составляет – 1,354, а почвенного контура № 2 – 0,972. Эти данные характеризуют почвы №1 как сильно уплотненные, а почвы №2 характеризуются песчаными.

После анализа твердой фазы почвы результаты лабораторного исследования свидетельствуют о высокой плотности твердой фазы почвы и косвенно указывают на низкое содержание гумуса в исследуемой почве. В целом плотность твердой фазы почвы в первом контуре составила 2,963 г/см³, а второго составил 2,104 г/см³.

Определение пористости почвы проводили расчетным методом, она колебалась от 32,5 % до 32,7%. Наибольшая пористость отмечена в почвах вблизи населенного пункта Чапаево.

После проведенного исследования показало, что запасы воды в первом образце находятся на высоком уровне и составляют 48,74 мм, что относится к

группе – благоприятных почв по запасу продуктивной влаги. Анализ полученных данных по второму образцу по определению продуктивного запаса влаги показал, что запасы воды составляют 34,782 мм, что относится к группе – удовлетворительному показателю почв по запасу продуктивной влаги.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Почвы в районе населенного пункта Ташеба по ряду агрофизических показателей, таких как агрегатный состав, гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта более благоприятна для возделывания полевых культур. Однако данные почвы требуют проведения определенных агротехнических мероприятий, которые благоприятно повлияют на агрофизические и агрохимические свойства почвы и повысят уровень ее плодородия, в частности внесение органических удобрений, возделывание многолетних трав, мелиорация, борьба с сорной растительностью и другие.

Агрофизические показатели почвенного контура в районе населенного пункта Чапаево менее благоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур. Почва песчаная, структура не обладает механической прочностью, продуктивный запас влаги неудовлетворительный. Все это приведет к слабой обеспеченности сельскохозяйственные культуры элементами питания и влагой, и в конечном итоге может существенно снизить их продуктивность.

Литература:

1) Ковриго, В. П, Кауричев, И. С., Бурлакова, Л. М, Почвоведение с основами геологии – М.: Колос, 2000 – 416 с.: ил. – Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. Учеб. Заведений.

2) Методы полевых физико-географических исследований : Структура и динамика ландшафта : Учеб.-метод. пособие для геогр. фак. гос. ун-тов / Г. С. Макунина; Науч.-метод. каб. по заоч. и веч. обучению МГУ им. М. В. Ломоносова. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 115 с.

3) Межгосударственный стандарт. Охрана природы Почвы Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа

ДЫХАНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Казюлин Лев Федорович, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
levkrsk.99@mail.ru

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор
Кураченко Наталья Леонидовна
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kurachenko@mail.ru

В полевом опыте установлено влияние минерального и гуминовых удобрений на дыхание агрочернозема. Показано, что на контрольном варианте кумулятивная эмиссия за вегетационный сезон составила 431 г C-CO₂·м⁻²·сут⁻¹. Опрыскивание посевов яровой пшеницы Гуматом К способствовало снижению эмиссии от 272 г C-CO₂·м⁻²·сут⁻¹ на варианте с внесением минерального удобрения в дозе N₆₀ и до 330 г C-CO₂·м⁻²·сут⁻¹ на неудобренном фоне. Варианты с применением Лигногумата АМ занимают промежуточное положение между контролем и вариантами с применением Гумата К.

Ключевые слова: агрочернозем, дыхание почвы, гуминовые удобрения, аммиачная селитра.

RESPIRATION OF AGROCHERNOZEM IN CONDITIONS OF APPLICATION OF HUMIC AND MINERAL FERTILIZERS

Lev F. Kazulin, postgraduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
levkrsk.99@mail.ru

Scientific supervisor: Doctor of Biological Sciences, Professor
Natalia L. Kurachenko
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kurachenko@mail.ru

In the field experiment, the effect of mineral and humic fertilizers on the respiration of agrochernozem was established. It is shown that in the control variant, the cumulative emission during the growing season amounted to 431 g of C-CO₂·m⁻²·day⁻¹. Spraying of spring wheat crops with Humate K contributed to a decrease in emissions from 272 g of C-CO₂·m⁻²·day⁻¹ on the variant with the addition of mineral fertilizer at a dose of N₆₀ and up to 330 g of C-CO₂·m⁻²·day⁻¹ on a non-windy background. Variants using Lignohumate AM occupy an intermediate position between the control and variants using Humate K.

Keywords: agrochernozem, soil respiration, humic fertilizers, ammonium nitrate.

Глобальные изменения климата связывают с поступлением в атмосферу газов способствующих усилению парникового эффекта. Одним из важнейших газов, обуславливающих парниковый эффект, является углекислый газ. Почвы как источник углекислого газа в атмосфере, по разным оценкам, занимают долю от 20 до 40 % [2]) от общего потока диоксида углерода в атмосферу. В свою очередь, почвы агроэкосистем отличаются наиболее динамичным и неустойчивым балансом углерода в сравнении с естественными экосистемами, что определяет их высокую роль в общем потоке углерода в атмосферу [3]). Среди факторов, определяющих дефицитный баланс органического вещества почвы, можно выделить: длительную интенсивную обработку, недостаточное поступление органического вещества с растительными остатками, применение минеральных и отсутствие органических удобрений, развитие эрозионных и дефляционных процессов. Предполагается, что применение препаратов на основе гуминовых веществ может рассматриваться как способ секвестрации углерода в почве как за счет снижения прямой эмиссии углерода в атмосферу, так и за счет усиления процессов новообразования гумусовых веществ [7), 8)]. С одной стороны применение гуминовых препаратов, являющихся биостимуляторами роста, должно увеличивать поток углекислого газа в атмосферу, стимулируя процессы минерализации органического вещества почвы. С другой стороны по результатам некоторых исследований [1), 9)] обнаружено, что незначительное превышение действия какого-либо негативного фактора, например применение средств защиты растений, стимулирует функцию дыхания почвы. Данный эффект обусловлен тем, что в ответ на негативные воздействия почвенная биота и растения усиливают метаболические процессы, мобилизуя внутренние ресурсы, что в конечном итоге выражается в увеличении продуцирования CO₂. В данном контексте, применение гуминовых удобрений может уменьшить эмиссию углекислого газа из почвы за счет качеств антистрессора [5, 6], уменьшающего пестицидную нагрузку на биоту и, таким образом, нормализующего биологическое состояние почвы [4)].

Цель работы – количественная оценка величины эмиссии углерода из агрочернозема при применении минерального и гуминовых удобрений в условиях Красноярской лесостепи при возделывании яровой пшеницы.

Исследования проведены в 2023 году в полевом опыте кафедры почвоведения и агрохимии в учебном хозяйстве «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи (56° с.ш., 92° в.д.). Объекты исследования – агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный, агроценоз яровой пшеницы сорта Новосибирская 15, гуминовые удобрения Лигногумат АМ и Гумат К, минеральное удобрение аммиачная селитра.

Оценку влияния гуминовых удобрений на величину эмиссии углекислого газа из агрочернозема провели в полевом опыте по схеме: 1. Контроль; 2. N₃₀; 3. N₆₀; 4. Лигногумат АМ; 5. Лигногумат АМ + N₃₀; 6. Лигногумат АМ + N₆₀; 7. Гумат К; 8. Гумат К + N₃₀; 9. Гумат К + N₆₀. Гуминовые препараты применялись для обработки семян, а также в составе баковых смесей в фазу кущения и цветения. На фоне применялись следующие средства защиты растений:

Скарлет, МЭ; Арго Прим, МЭ; Фемида, МД; Титул Трио, ККР; Эсперо, КС. Применяемые дозы препаратов соответствовали рекомендациям производителя.

Определение эмиссии С-СО₂, а также температуры и влажности 0-20 см слоя проводили 7 раз за вегетационный сезон с шагом от 13 до 21 суток. Повторность определений 3-кратная. Влажность почвы определяли – термовесовым методом, эмиссию С-СО₂ – адсорбционным методом Шаркова [10]). Полученные результаты обрабатывали методами описательной статистики и дисперсионного анализа при помощи программы Excel.

Вегетационный сезон 2023 года характеризовался как теплый и засушливый. Весна характеризовалась как холодная и затяжная. Только в третьей декаде мая температура в среднем достигала 12,2°C. Начало вегетационного периода сопровождалось достаточным количеством осадков. Летние месяцы вегетационного сезона 2023 года характеризовались как теплые и превышали среднемноголетнюю температуру воздуха на 2-3°C. При этом количество осадков в июньский, июльский и августовские периоды составило 65-69 % от среднемноголетнего уровня. ГТК оценивалось величиной 0,59-0,85, что свидетельствует о засушливых условиях. Самым острозасушливым оказался июнь месяц. В первой и второй декаде июня по данным метеостанции «Сухобузимо» выпало всего от 2 до 5 мм осадков.

Анализ динамики эмиссии С-СО₂ показал, что в фазу всходов пшеницы в первую декаду июня, количество выделившегося за сутки С-СО₂ варьировало между вариантами от 0,78 до 3,58 г С-СО₂·м⁻²·сут⁻¹ (рис. 1), далее эмиссия углерода возрастала до 5,56-9,14 г С-СО₂·м⁻²·сут⁻¹ к третьей декаде июня. В этот период характер динамики дыхания агрочернозема не отличался по исследуемым вариантам. В середине июля, после первой фолиарной обработки яровой пшеницы гуминовыми удобрениями в фазу кущения, наблюдалось достоверное ($p < 0,001$) снижение эмиссии диоксида углерода по сравнению с контролем (9,56 г С-СО₂·м⁻²·сут⁻¹) на всех вариантах опыта, кроме применения Лигногумата АМ по неудобренному фону. Наименьшая величина эмиссии наблюдалась на вариантах с опрыскиванием в фазу кущения Гуматом К как совместно с аммиачной селитрой, так и без, и соответствовала величине 0,67-2,46 г С-СО₂·м⁻²·сут⁻¹. Варианты с опрыскиванием посевов пшеницы Лигногуматом АМ занимают промежуточное положение между вариантами без применения гуминовых удобрений и применением Гумата К. Кроме варианта, где проводилось опрыскивание Лигногуматом АМ по неудобренному фону, данный вариант практически полностью повторяет динамику контрольного варианта.

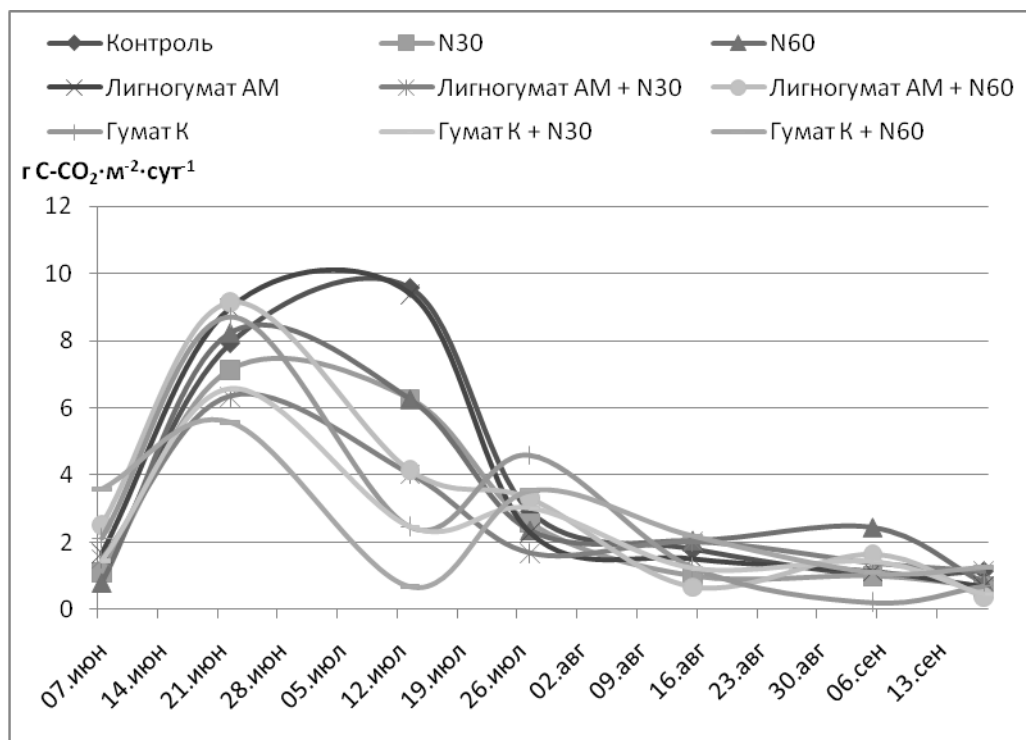


Рисунок 1 – Эмиссия C-CO₂ из агрочернозема в посевах яровой пшеницы

Второе опрыскивание посевов яровой пшеницы гуминовыми удобрениями в фазу цветения определило изменение характера динамики эмиссии C-CO₂: на вариантах с применением Гумата К наблюдалось возрастание эмиссии в сравнении с предыдущим сроком определения. На всех остальных вариантах, напротив, наблюдалось снижение интенсивности дыхания агрочернозема. К периоду молочной спелости и до уборки пшеницы эмиссия C-CO₂ достоверно не отличалась по вариантам опыта и находилась примерно на одном уровне от 0,21 до 2,43 г C-CO₂·м⁻²·сут⁻¹.

Всего за исследуемый период с квадратного метра поверхности почвы на контрольном варианте выделилось 431 г C-CO₂, сравнимое количество выделилось на варианте с применением Лигногумата АМ по неудобренному фону – 435 г. Наименьшее количество углерода эмиссировало на варианте совместного применения Гумата К и аммиачной селитры в дозе N₆₀ и соответствовало величине 272 г C-CO₂·м⁻², что на 159 г меньше чем на контрольном варианте. Припосевное внесение в почву аммиачной селитры, также способствовало уменьшению эмиссии C-CO₂ на 36 г при внесении дозы N₆₀ и на 100 г с дозой N₃₀ с квадратного метра почвенной поверхности.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что применение аммиачной селитры и гуминовых удобрений на фоне комплексной защиты яровой пшеницы явилось фактором, влияющим на динамику эмиссии углекислого газа из почвы. Различия между вариантами в кумулятивной эмиссии C-CO₂ по преимуществу обусловлены значительным расхождением интенсивности дыхания агрочернозема в середине июля, после первой обработки посевов пшеницы. Наименьшее количество C-CO₂, выделившегося за вегетационный сезон, отмечено на варианте применения Гумата К совместно

с аммиачной селитрой в дозе N_{60} и соответствовало величине 272 г C-CO₂ на м², что на 159 г меньше чем на контрольном варианте.

Литература:

1) Казеев, К. Ш. Влияние пестицидов на биологическую активность буроземов Западного Кавказа / К. Ш. Казеев, Л. В. Ромадова, Ю. В. Акименко, С. И. Колесников // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 7. – С. 48-50.

2) Кудеяров, В. Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В. Н. Кудеяров, Г. А. Заварзин, С. А. Благодатский [и др.]. – Москва: Федеральное государственное унитарное предприятие "Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука", 2007. – 315 с.

3) Кураченко, Н. Л. Эмиссия CO₂ в агроэкосистемах Средней Сибири как показатель устойчивости почв к агрогенным воздействиям / Н. Л. Кураченко, А. А. Белоусов, В. В. Чупрова // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тезисы докладов Всероссийской конференции, посвященной 75-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева, Москва, 24–25 апреля 2002 года. – Москва: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2002. – С. 53-54.

4) Кураченко, Н. Л. Эффективность применения биологического стимулятора "Гипергрин" при возделывании яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / Н. Л. Кураченко, А. В. Шаропатова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12(153). – С. 49-56.

5) Лыхман, В. А. Влияние гуминового препарата на структурное состояние и биологическую активность чернозема обыкновенного карбонатного в динамике / В. А. Лыхман, О. С. Безуглова, А. В. Горюнов, Е. А. Полиенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 3(31). – С. 100-120.

6) Лыхман, В. А. Влияние совместного применения пестицидов и гуминовых препаратов на плодородие и структурные свойства чернозёмных почв / В. А. Лыхман, О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 3(66). – С. 97-107. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.3.97.

7) Матюгин, В. А. Динамика гумуса и инвертазной активности в черноземе обыкновенном карбонатном при фолиарной обработке озимой пшеницы гуминовыми препаратами / В. А. Матюгин, О. С. Безуглова // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 3(57).

8) Наими, О. И. Влияние гуминовых препаратов на процессы гумусообразования при разложении соломы в почве / О. И. Наими // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 8. – С. 58-61.

9) Покатилова, А. Н. Оценка биологических свойств черноземных почв лесостепи зауралья после применения гербицидов в посевах ярового рапса / А. Н. Покатилова, Е. Ю. Матвеева // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 434-439.

10) Шарков, И. Н. Совершенствование абсорбционного метода определения выделения CO₂ из почвы в полевых условиях / И. Н. Шарков // Почвоведение. – 1987. – № 1. – С. 127-133.

УДК 631.421

ВЗАИМОСВЯЗИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Кайзер Виталий Андреевич, аспирант
Пермский аграрно-технологический университет, Пермь, Россия
vitalij.kaizer@yandex.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Мудрых Наталья Михайловна

Пермский аграрно-технологический университет, Пермь, Россия
nata020880@hotmail.com

На основании корреляционного анализа установлено, что в северном среднетаежном районе обозначилась взаимосвязь между кислотными свойствами и содержанием гумуса, в центрально-восточном южно-таежно-лесном – между кислотными свойствами и элементами питания.

Ключевые слова: природно-сельскохозяйственные районы, обменная и актуальная кислотности, элементы питания, гумус, корреляционный анализ

INTERRELATIONS OF AGROCHEMICAL PROPERTIES IN SOD- PODZOLIC SOILS

Kaizer Vitalii Andreevich, postgraduate student
Perm State Agro-Technological University, Perm, Russia
vitalij.kaizer@yandex.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agrochemistry Sciences,
Associate Professor

Mudrykh Natalya Mikhailovna
Perm State Agro-Technological University, Perm, Russia
nata020880@hotmail.com

Based on correlation analysis, it was established that in the northern middle taiga region there was a relationship between acidic properties and humus content, in the central-eastern southern taiga forest region – between acidic properties and nutritional elements.

Keywords: natural agricultural areas, exchange and actual acidity, nutrition elements, humus, correlation analysis

Установление взаимосвязей между свойствами почв с целью дальнейшего получения прогнозных моделей плодородия во времени и пространстве является актуальным вопросом в цифровизации аграрного сектора. На практике

используются различные математические подходы к решению указанной проблемы: корреляционный, информационно-логический анализ и т.п. [2, 4]. Самый простой и быстрый метод – корреляционный, при котором для установления статистически доказанных взаимосвязей сравниваются коэффициенты корреляции между одной или многочисленными парами признаков [1, 3, 5, 6].

Цель исследований – установить корреляционные взаимосвязи агрохимических свойств дерново-подзолистых почв в природно-сельскохозяйственных районах Пермского края.

Изучение взаимосвязей проведено на дерново-мелкоподзолистых среднесуглинистых почвах в двух ПСХР Пермского края: северном среднетаежном и центрально-восточном южно-таежно-лесном. Отбор почвенных образцов и анализы основных агрохимических свойств в них было сделано студентами кафедры агрохимии и почвоведения в периоды летних учебных и производственных практик. Почвенные образцы отобраны с полей аграрных предприятий по фиксированной сетке 100м×200м в слое 0-20 см. Обменную и актуальную кислотности, электропроводность, содержание гумуса, минерального азота, фосфора и калия в образцах определяли гостированными методиками. Нами сделана выборка дерново-мелкоподзолистых среднесуглинистых почв, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выборка почвенных образцов по ПСХР

№ п/п	Природно-сельскохозяйственные районы	Предприятие	Выборка
1	Северный среднетаежный	ТОО «Чердынское 2»	n = 11
2	Центрально-восточный южно-таежно-лесной	ООО «Труженик»	n = 70

Оценку взаимосвязей агрохимических свойств в дерново-подзолистых почвах проводили на основании корреляционного анализа, результаты которого представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции взаимосвязи свойств дерново-подзолистых почв, n = 11 (Северный среднетаежный ПСХР)

Параметры	Ед. измерения	Параметры						
		рНсол.	рНвод.	ЕС	Нмин	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус
		Ед.		мСм/м	Мг/кг почвы			%
рНсол.	Ед.	1,00	0,88*	0,83	0,09	0,12	0,56	0,76
рНвод.		0,88	1,00	0,86	0,36	-0,01	0,41	0,65
ЕС	мСм/м	0,83	0,86	1,00	0,47	-0,24	0,36	0,45

N _{мин}	Мг/кг почвы	0,09	0,36	0,47	1,00	-0,60	0,10	0,01
P ₂ O ₅		0,12	-0,01	-0,24	-0,60	1,00	0,30	0,05
K ₂ O		0,56	0,41	0,36	0,10	0,30	1,00	0,27
Гумус	%	0,76	0,65	0,45	0,01	0,05	0,27	1,00

Примечание: 0,88* - достоверно при уровне надежности 95 %

В дерново-подзолистых почвах северной части края установлены математически доказанные тесные взаимосвязи между кислотностью, электропроводностью и содержанием гумуса. Коэффициенты корреляции изменялись от 0,65 до 0,88. Наиболее тесная прямая зависимость установлена между концентрацией солей в почве с кислотностью ($r = 0,83-0,86$).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции взаимосвязи свойств дерново-подзолистых почв, $n = 70$ (Центрально-восточный южно-таежно-лесной ПСХР)

Параметры	Ед. измерения	Параметры						
		рН _{сол.}	рН _{вод.}	ЕС	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус
		Ед.		мСм/м	Мг/кг почвы			%
рН _{сол.}	Ед.	1,00	0,85*	-0,14	-0,11	0,52	0,31	0,08
рН _{вод.}		0,85	1,00	-0,21	-0,17	0,50	0,30	0,13
ЕС	мСм/м	-0,14	-0,21	1,00	0,85	-0,11	0,25	0,02
N _{мин}	Мг/кг почвы	-0,11	-0,17	0,85	1,00	0,01	0,34	0,04
P ₂ O ₅		0,52	0,50	-0,11	0,01	1,00	0,30	0,42
K ₂ O		0,31	0,30	0,25	0,34	0,30	1,00	-0,04
Гумус	%	0,08	0,13	0,02	0,04	0,42	-0,04	1,00

Примечание: **0,85*** - достоверно при уровне надежности 95 %

В почвах центрально-восточного южно-таежно-лесного района установлено больше взаимосвязей чем в северном среднетаежном районе. Между изучаемыми свойствами установлены математически доказанные взаимосвязи разной степени тесноты. Зависимость свойств можно разделить по тесноте связи:

- умеренная ($0,3 \leq r < 0,5$) – содержание подвижного калия с обменной и актуальной кислотностями, содержание подвижного фосфора с содержанием гумуса и с актуальной кислотностью;

- средняя ($0,5 \leq r < 0,7$) – содержание подвижного фосфора с обменной кислотностью;

- сильная ($r > 0,7$) – содержание минерального азота с концентрацией солей в почвенном растворе.

Таким образом, в дерново-мелкоподзолистых среднесуглинистых почвах северной и центральной части Пермского края выявлены прямые корреляционные зависимости между агрохимическими свойствами разной

тесноты связи. Выявленные зависимости позволяют прогнозировать изменения питательного режима и плодородия указанных почв во времени и пространстве.

Литература:

1) Гавришко, О. Корреляционная связь гумуса с агрохимическими показателями светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы западной лесостепи Украины / О. Гавришко, Ю. Олифир, А. Габриель, Т. Партика // *Știința agricolă*. – 2020. – № 2. – С. 10-17.

2) Грига, И. И. Диагностика содержания подвижного марганца в почве на основе кислотно-основных свойств / И. И.Грига // В сборнике: Молодежная наука 2020: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященные 90-летию основания Пермского ГАТУ и 155-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2020. –С. 193-196.

3) Мудрых, Н.М. Моделирование пространственной изменчивости агрохимических показателей почв в агроландшафтах Нечерноземья / Н.М. Мудрых, И.А.Самофалова // *Агрохимический вестник*. 2019. –№ 5. –С. 17-24.

4) Надымова, Е. С. Применение математических методов для прогноза содержания элементов питания в почве / Е. С.Надымова // В сборнике: Молодежная наука 2020: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященные 90-летию основания Пермского ГАТУ и 155-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова.– Пермь: ИПЦ Прокрость, 2020. – С. 304-306.

5) Савич, В. И. Агроэкологическая оценка взаимосвязей свойств почв во времени и в пространстве / В. И.Савич, В. В.Гукалов, А. Е.Сорокин, М. Д. Конах [Электрон. ресурс] // *Бюл. Почв. ин-та*. – 2021. – № 106. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskaya-otsenka-vzaimosvyazey-svoystv-pochv-vo-vremeni-i-v-prostranstve> (дата обращения: 18.12.2023).

6) Савич, В. И. Информационная оценка взаимосвязей свойств, процессов и режимов почв / В. И.Савич, В. А.Седых, Н. В. Минаев [Электрон. ресурс] // *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. – 2022. – № 6. – URL:http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/6/st_642.pdf (дата обращения 18.12.2023).

АДСОРБЦИЯ СВИНЦА ХЕМОЗЕМАМИ ПО ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫМ ПОЧВАМ

Калинкина Татьяна Николаевна, студент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
clearnaturalwater@gmail.com

Научный руководитель: канд. с.-х. наук; доцент
Шабанов Михаил Викторович
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
geohim.spb@gmail.com

В статье представлены результаты исследования особенностей сорбции свинца при полиэлементном загрязнении хемоземов по дерново-подзолистой почве.

Ключевые слова: урболандшафты, загрязнение тяжёлыми металлами, хемозёмы, адсорбция свинца.

ADSORPTION OF LEAD BY TEHNOSOLS UMBRIC ALBELUVISOLS

Kalinkina Tatiana Nikolaevna, student
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
clearnaturalwater@gmail.com
Supervisor: Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor
Shabanov Mikhail Viktorovich
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
geohim.spb@gmail.com

The article presents the results of the study of lead sorption peculiarities at polyelement pollution of chemozems on sod-podzolic soil.

Key words: urban landscapes, heavy metal pollution, chemozems, lead adsorption.

В настоящее время стремительно прогрессирует техногенная деятельность человека. Несмотря на все достижения и успехи в этой отрасли, она имеет негативные последствия – загрязнение окружающей среды, в том числе и почвы. В значительной степени экологические проблемы обусловлены включением в миграционные потоки всех основных цепей техногенных токсикантов, включающих в себя тяжёлые металлы [5].

При загрязнении окружающей среды, почвы занимают в ней роль адсорбента и активно поглощают мелкодисперсные вещества и газы. В результате деятельности металлургического комбината «Святогор» в атмосферу поступает 97,8 т выбросов в год, которые оседают на близлежащие

ландшафты. Свинец в газопылевых выбросах может находиться в виде сульфатов, сульфидов, карбонатов, хлоридов, хромитов и силикатов [1].

Почвы являются биологическим барьером, который поглощает техногенные потоки загрязняющих веществ из атмосферы. Тяжелые металлы, попадая в почву, втягиваются в процессы почвообразования. К одним из важных процессов относится адсорбция, которая контролирует миграционную способность металлов. Изучение этих процессов позволит оценить экологическое состояние почв и разработать мероприятия по снижению последствий загрязнения [2].

Цель работы – установить влияние различного уровня загрязнения почв тяжелыми металлами на адсорбционную способность.

Изучение адсорбционных процессов в районах, подверженных техногенным нагрузкам, является неотъемлемой частью оценки экологического состояния почв. На основании полученных данных можно оценивать и прогнозировать экологическое состояние почв, разрабатывать мероприятия по снижению последствий загрязнений.

Объектом исследования являются серогумусовые горизонты хемозёмов по дерново-подзолистым почвам, расположенных на различном расстоянии от металлургического комбината и с разной концентрацией свинца. Профиль изучаемых почв дифференцирован на горизонты АУ–ЕL – ВЕL–ВТ–С.

Морфологический анализ почв проводили в полевых условиях. Для описания строения профиля и изучения морфологических горизонтов использовался морфогенетический метод [4].

Результаты исследования.

Все исследуемые почвы характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с кислой реакцией среды от 3,96 до 5,01. Почвы разрезов № 15 относятся к низкогумусовой, № 22, 6 и 27 – среднегумусовые, и 26 – высокогумусовая. Содержание свинца в исследуемых образцах почв сильно варьирует от 12,70 до 96,83 мг/кг. ПДК₃₂ мг/кг, ОДК 65 мг/кг с учетом фона [3].

Таблица 1 – Объекты исследования

Разрез	Горизонт, глубина, см	Физ. глина %	pH _{KCl}	Гумус, %	Ca, мг-экв/100г	Pb, мг/кг
К-15	АУ (2-12)	47,74	4,68	3,38	13,75	12,7
К-6	АУ (4-10)	48,05	5,01	5,78	7,63	48,2
К-22	АУ(4-10)	44,07	4,61	4,65	16,25	49,4
К-27	АУ (2-12)	42,54	3,96	5,19	16,25	57,8
К-26	АУ (3-15)	44,68	4,43	6,38	11,87	96,8

Сорбцию ионов свинца почвой из водного раствора изучали в

статических условиях методом ограниченного объема. Опыты проводились при температуре 293 ± 1 К. Начальные концентрации ионов свинца колебались в диапазоне от 0,068 до 200 моль/л. Время контакта раствора с почвой составляло 30 минут. Для приготовления раствора использовали нитрат свинца (II) категории ч.д.а. Далее почвенные растворы фильтровали. Остаточную концентрацию ионов свинца в фильтрате определяли методом инверсионной вольтамперометрии.

Таблица 2 – Концентрация свинца в растворе

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Моль/л	0,003	0,005	0,024	0,048	0,072	0,097	0,241	0,483	0,965	2,41
Мг/л	0,063	1,05	5	10	15	20	50	100	200	500

Изотерма сорбции является основной характеристикой поглощающей способности любого сорбента, отражающей функциональную связь концентрации с равновесным количеством сорбированного вещества. Анализ изотерм сорбции позволяет сделать определенные выводы о характере поверхности сорбента, о природе взаимодействия адсорбат – адсорбент.

На основании полученных экспериментальных данных по сорбции свинца исследуемой почвой построена изотерма сорбции (рис. 1).

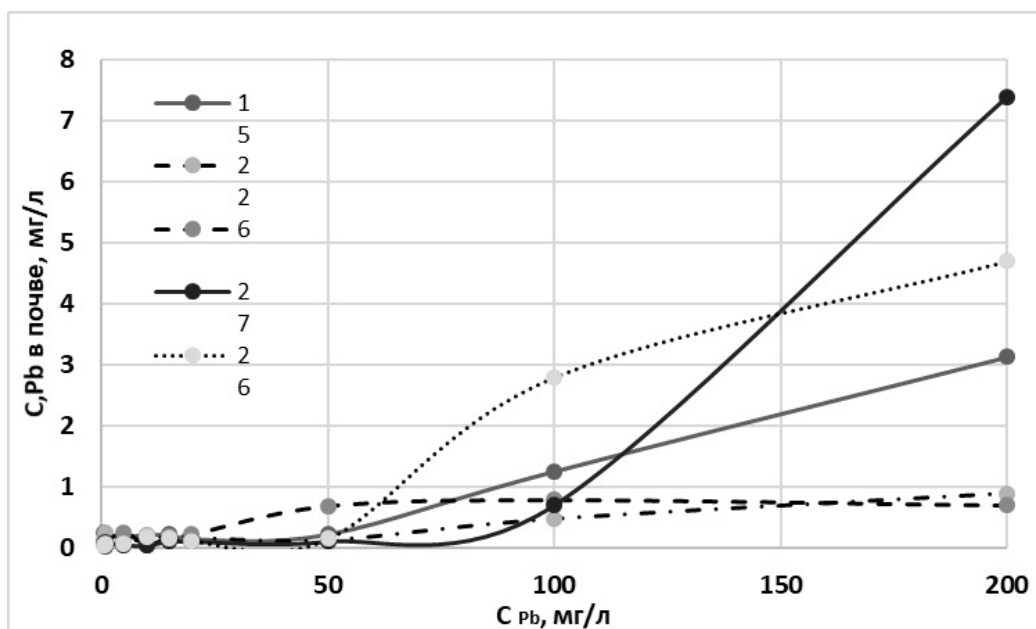


Рисунок 1 – Изотерма адсорбции свинца хемозёмами по дерново-подзолистой почве

Из рисунка 1 видно, что все исследуемые почвы сохраняют тенденцию к поглощению ионов свинца даже с очень высокой концентрацией (200 мг/л). Интенсивная сорбция происходит до концентрации 100 мг/л. С концентрацией свинца выше 100 мг/л графики слегка выполаживаются, что свидетельствует о том, что сорбционные центры в почве заполнены.

Для характеристики процессов адсорбции была рассчитана модель изотермы адсорбции уравнений Ленгмюра (рис. 2).

Кроме этого, рассчитывалась предельная адсорбция (A), коэффициент уравнения Ленгмюра K_L и свободную энергию Гиббса (табл. 2).

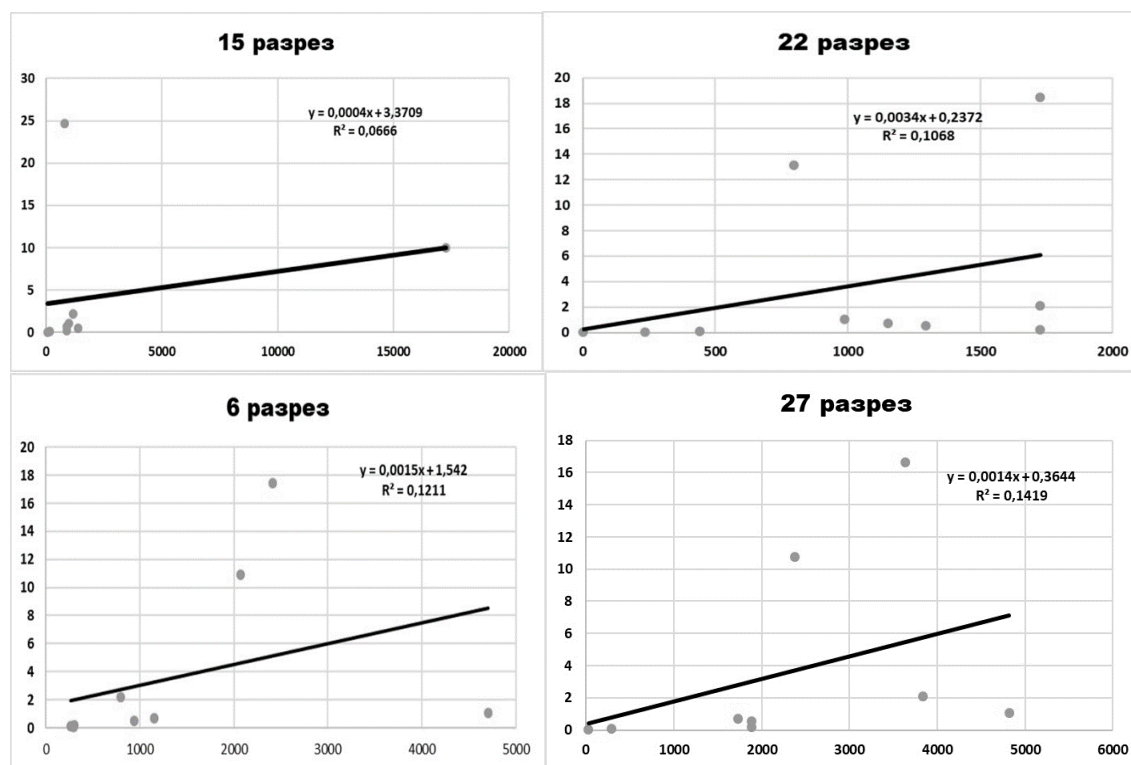


Рисунок 2 – Изотермы адсорбции уравнений Ленгмюра.

Минимальная адсорбция выявлена в разрезе 15, а максимальная в разрезе 22. Высокое значение коэффициента адсорбции указывает на сильное сродство адсорбата к адсорбенту.

Таблица 2 – Параметры уравнений Ленгмюра для сорбции свинца почвами

Разрез №	Уравнение Ленгмюра		ΔG , кДж/моль
	A_{\max} , ммоль/кг	K_L , л/ммоль ⁻¹	
K15	0,29	3370,9	-8207,57
K22	0,64	1542,0	-3754,51
K6	4,21	237,2	-577,54
K27	2,74	364,4	-887,25
K26	0,52	1900,8	-4628,12

Значения свободной энергии Гиббса указывают на хемосорбцию, химическое взаимодействие адсорбата с функциональными группами поверхности сорбента. Полученные значения энергии Гиббса при $T = 293\text{K}$ свидетельствуют об устойчивом закреплении ионов свинца на поверхности почвенных частиц. Отрицательные значения свидетельствуют самопроизвольности протекания процесса сорбции и об эндотермическом характере процесса.

Проведенные в статических условиях исследования показывают, что процесс сорбции ионов свинца хемоземами протекает быстро и эффективно. Около 99% ионов свинца поглощаются почвой в течении 30 минут независимо от степени загрязнения. Высокому поглощению способствуют тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание гумуса.

Проведённые исследования свидетельствуют, что процесс сорбции ионов свинца хемозёмами по дерново-подзолистой почве протекает быстро. Более 90% ионов свинца поглощается почвы за 30 минут контакта. Максимальная адсорбционная ёмкость в исследуемых почвах выявлена в разрезе №6 – 4,21 ммоль/кг, минимальная в разрезах 15 и 26.

Полученные данные указывают, что хемоземы с высокой степенью загрязнения, меньше адсорбируют внесённого в почву ионов свинца, а менее загрязненные – больше. Кроме этого, на адсорбционные способности оказывает большое влияние гранулометрический состав и содержание гумуса.

Литература:

1) Минкина, Т. М., Мотузова, Г. В., Назаренко, О. Г. Состав соединений тяжелых металлов в почвах. – Р.: Эверест, 2009. – С.11-20.

2) Мотузова, Г. В., Аптикаев, Р. С., Барсова, Н. Ю. К вопросу о показателях экологического состояния загрязненных почв. // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Доклады научно-практической конференции. – Семипалатинск. Казахстан.– 2006. – т.1. – С.44-50

3) Шабанов, М. В., Маричев, М. С. Оценка трансформации природно-территориальных комплексов при горнопромышленном техногенезе / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020г. – 331. – №3. – С 90-99. DOI:10.18799/24131830/2020/3/2535

4) Шабанов, М. В., Маричев, М. С. Тяжелые металлы в почвах геохимически сопряженных ландшафтов Красноуральского промышленного узла / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Социально-экологические технологии. – 2020. – т.10. – №2. – С 201-255. DOI:10.31862/2500/2961/2020/10/2/201/225

5) Шабанов, М. В., Маричев, М. С. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногенных аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14. – №4. (54). – С 632-643

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МЫШЬЯКА В ПОЧВЕ ПРИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ТЕХНОГЕНЕЗЕ

Кулиева Сабина Назимовна, студент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
Sabina.kulieva.02@bk.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Шабанов Михаил Викторович
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
geohim.spb@gmail.com

В статье представлены результаты исследования содержания и распределения по почвенному профилю подвижных форм мышьяка в условиях промышленного техногенеза.

Ключевые слова: Карабаш, горнодобывающая отрасль, аэропромвыбросы, загрязнение, мышьяк, почвы.

CONTENT OF DIFFERENT FORMS OF ARSENIC IN SOIL DURING MINING TECHNOGENESIS

Kulieva Sabina Nazimovna, student
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
Sabina.kulieva.02@bk.ru
Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor
Shabanov Mikhail Viktorovich
St. Petersburg, St. Petersburg State Agrarian University, Russia
geohim.spb@gmail.com

The article presents the results of a study of the content and distribution of mobile forms of arsenic along the soil profile under the conditions of industrial technogenesis.

Keywords: Karabash, mining industry, airborne emissions, pollution, arsenic, soil.

В связи с интенсивным развитием горнодобывающей и перерабатывающей отрасли одной из серьёзных экологических проблем современности является загрязнение окружающей среды. В процессе добычи и переработки руд образуется не только твердые, но и газопылевые отходы, включающие в себя тяжёлые металлы и интерметаллоиды [5].

Одним из техногенных элементов является мышьяк – полуметалл относящийся к загрязнителям первого класса опасности для окружающей

среды. Данный элемент относится к условно эссенциальным [1], однако обладая ярко выраженной миграционной способностью по почвенному профилю, а также высокой токсичностью, арсенаты способны оказывать значительное негативное влияние на биоту и человека.

Исследования загрязнения почв мышьяком остаются актуальными до сих пор, поскольку выявление образования аномалий концентраций мышьяка является одной из ключевых задач при эколого-геохимическом мониторинге в районах горнодобывающей промышленности [3].

Исследования проводили на Южном Урале, г. Карабаш, Челябинская область, где на протяжении 100 лет функционирует горно-обогатительный комбинат по получению черновой меди.

Основной целью данной работы является оценка влияния аэропромвыбросов медеплавильного комбината на распределение и содержания специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка.

Объекты и методы исследований. В рамках исследования были заложены почвенные разрезы на различном расстоянии и направлении от действующего Карабашского медеплавильного комбината.

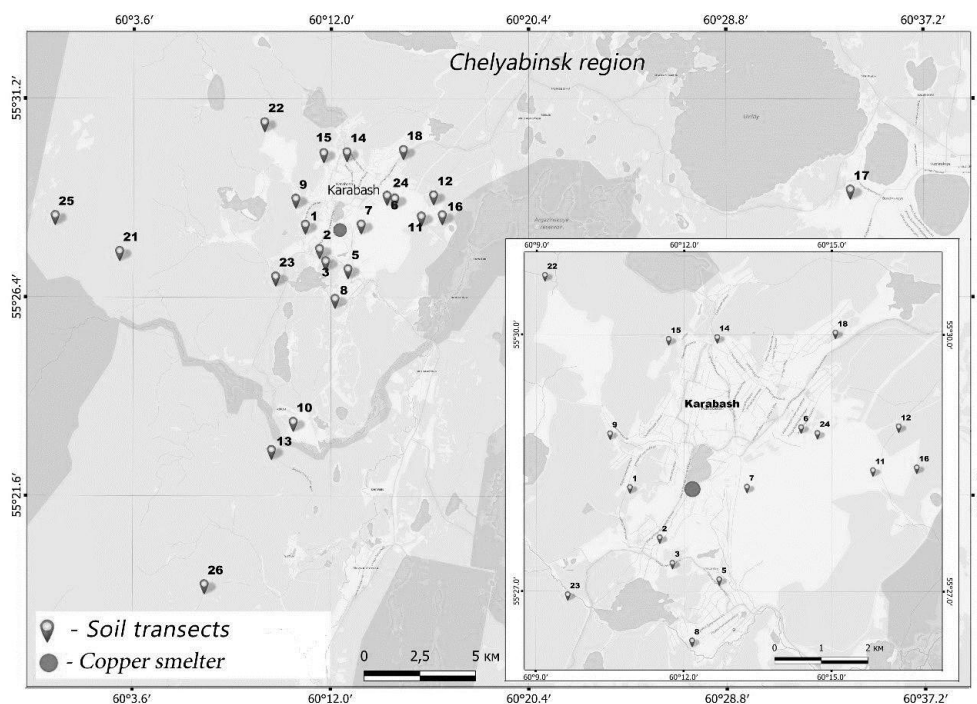


Рисунок 1 – Схема расположения участков отбора почвенных проб

Объектами исследования являются почвы Соймоновской долины. Здесь выделяют несколько типов почв, среди которых встречаются тёмно-серые (разрезы № 1, 10 и 15) и серые типичные (Phaeozems) (разрез № 9) относящиеся к предгорной зоне; в горно-лесной зоне литоземы серогумусовые (Leptosolsdystric, -grey-humus) (разрезы № 6, 13 и 25), и стратоземы водно-аккумулятивные (разрез № 3) и урбостратифицированные (Umbrisols) (разрезы № 5 и 14). Локально также присутствуют дерново-подзолистые (Luvisolsalbic)

(разрез № 21) и серогумусовые аллювиальные (Fluvisolsgleiic) (разрез № 2) почвы [3].

Для определения концентраций специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка, почвенные образцы поочередно обрабатывались 1) смесью сульфата аммония и молибденового аммония в соотношении почва : раствор 1:50. 2) Выделение специфически сорбированных арсенат-ионов 1М раствором ортофосфата аммония однозамещенным в соотношении почва : раствор 1:50. Далее производилось определение форм мышьяка на атомно-адсорбционном спектрофотометре.

Результаты исследований и обсуждение. За годы активной деятельности комбината и его влияния на ландшафты Соймоновской долины и прилегающие территории привели к значительным изменениям в смене растительности вплоть до полного ее уничтожения. Вблизи комбината, а также на прилегающих территориях почвенный покров претерпел сильную трансформацию, что, прежде всего, отражается в изменении кислотно-основных свойств почв [3].

На основе многих исследований было выявлено, что основная тенденция закрепление мышьяка в почве регламентируется изменением кислотности, содержанием органического вещества и гранулометрическим составом почвы.

Почвы исследуемой территории обладают различными физико-химическими свойствами: показатель рН находится в диапазоне от 3,25 до 6,54 единиц рН. Содержание органического вещества в аккумулятивно-гумусовом горизонте от 4,23 до 14,69 %. По гранулометрическому составу встречаются супесчаные (литозем серогумусовый), легкосуглинистые (тёмно-серые лесные и серые типичные, литоземы, стратоземы), среднесуглинистые (тёмно-серые лесные, стратоземы, дерново-подзолистые), тяжелосуглинистые (тёмно-серые лесные) и легкоглинистые (стратоземы) почвы [3].

Неспецифически и специфически сорбированные арсенат-ионы представляют собой подвижные соединения мышьяка, входящие в состав почвы и способные к обмену на другие анионы.

В исследуемых почвах содержание неспецифически и специфически сорбированного мышьяка распространяется в широком диапазоне от 0,25 до 4,90 мг/кг и от 1,95 до 261,55 мг/кг соответственно.

Отдаленность от источника выбросов и физико-химические свойства почв главным образом определяют пространственное распределение подвижных форм арсенатов (табл. 1).

В зоне воздействия аэропромвыбросов наблюдается наибольшее накопление специфически сорбированной фракции мышьяка. Установлено, что в условиях слабокислой и близкой к нейтральной реакции среды, а также при увеличении содержания органического вещества в почвах преобладают специфические формы арсенатов. При увеличении рН почвенного раствора более 6 ед. концентрация обменной фракции мышьяка уменьшается.

Таблица 1 – Распределение специфически сорбированной фракции мышьяка в зависимости от удаления от комбината

до 2 км		2-5 км		10-20 км	
№ разреза	Специфически сорбированная фракция, мг/кг	№ разреза	Специфически сорбированная фракция, мг/кг	№ разреза	Специфически сорбированная фракция, мг/кг
1	24,40	6	39,05	10	1,95
2	261,55	9	25,40	13	2,95
3	82,05	14	57,05	21	4,10
5	79,05	15	250,00	25	10,25

В почвах горных массивов накопление неспецифически сорбированных арсенатов происходит за счет постоянного воздействия газопылевых отходов комбината, приносимых на территорию ветрами. Также кислая реакция среды способствует растворению комплексов металлов с гуминовыми кислотами. В дальнейшем, находящиеся в растворе арсенат-ионы образуют связи с высвобожденными металлами [3].

При удалении от медеплавильного комбината на расстояние 10 – 20 км содержание мышьяка в почве значительно снижается (табл. 1, 2), однако встречаются локальные участки с высокими концентрациями, что связано с особенностями сложения рельефа территории, который препятствует дальнейшему распространению газопылевых выбросов.

Таблица 2 – Распределение неспецифически сорбированной фракции мышьяка в зависимости от удаления от комбината

до 2 км		2-5 км		10-20 км	
№ разреза	Неспецифически сорбированная фракция, мг/кг	№ разреза	Неспецифически сорбированная фракция, мг/кг	№ разреза	Неспецифически сорбированная фракция, мг/кг
1	0,86	6	3,59	10	-
2	0,71	9	4,90	13	-
3	0,25	14	0,46	21	0,90
5	-	15	1,96	25	1,30

Установлено, что наиболее распространенным типом распределения специфически и неспецифически сорбированной формы мышьяка по почвенному профилю является аккумулятивно-элювиальный-иллювиальный и регрессивно-аккумулятивный тип. Накопление мышьяка наблюдается в подстилке и гумусово-аккумулятивном горизонте, поскольку арсенаты активно сорбируются органическим веществом почвы. При аккумулятивно-элювиальном-иллювиальном типе распределения фиксация подвижных фракций арсенатов происходит и в нижних горизонтах за счёт хемосорбции.

Выводы. Тенденция закрепления мышьяка в почвенной среде связана с содержанием органического вещества, гранулометрическим составом и кислотностью почв. Важным является и удаленность территорий от источника эмиссии.

В результате исследования было установлено, что наибольшее значение в закреплении специфически и неспецифически сорбированных форм мышьяка имеет показатель кислотности среды и содержание гумусовых веществ почвы. Гранулометрический состав влияет на фиксацию арсенатов в меньшей степени.

В условиях сильной кислотности почвенного раствора и высокого содержания органического вещества отмечается наибольшее накопление исследуемых форм мышьяка. При повышении рН почвенного раствора фиксация специфически и неспецифически сорбированных арсенатов снижается.

В результате исследования пространственного распределения и содержания специфически и неспецифически сорбированной форм мышьяка было установлено, что наибольшее накопление данных фракций отмечается в почвах находящиеся в радиусе 5 км от источника аэропромвыбросов.

По данным исследования максимальные концентрации неспецифически и специфически сорбированного мышьяка составили 4,90 и 261,55 мг/кг соответственно, что превышает предельно допустимые концентрации в 2,5 и 130,8 раз.

Литература:

1) Курсков, С. Н. Мышьяк в природных системах и его эссенциальность / С. Н. Курсков, О. Ю. Растегаев, В. Н. Чупис // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – №3. – С. 33–41.

2) Шабанов, М. В. Сера в геохимически сопряженных ландшафтах Соймоновской долины Челябинской области / М. В. Шабанов // Известия УГГУ. 2021. – Вып. 1 (61). – С. 118-126. DOI: 10.21440/2307-2091-2021-1-118-126.

3) Шабанов, М. В. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногеохимических аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев, Т. М. Минкина, Н. А. Абдимуталип // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 632–643. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-632-643.

4) Шабанов, М. В., Стрекулев, Г. Б. Геохимические процессы накопления тяжелых металлов в ландшафтах Южного Урала / М. В. Шабанов, Г. Б. Стрекулев // Известия Томского политехнического университета.

Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 1. – С. 184-192. DOI: 10.18799/24131830/2021/1/3011

5) Шабанов, М. В., Маричев, М. С. Геохимические аномалии тяжелых металлов в почвах природных и антропогенных ландшафтов (на примере Красноуральского промузла) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 6. – С. 230-239. DOI: 10.18799/24131830/2022/6/3545

6) Шишов, Л. Л. и др. Классификация и диагностика почв России. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Рос. акад. с.-х. наук и др.; Отв. ред. акад. РАН, проф. Г. В. Добровольский. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.3

УДК 504.05

ПЕРВИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ШЛАКОВЫХ ОТВАЛАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОТРОСТАН

Лашинина Алёна Юрьевна, студент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
allllashch@gmail.com

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Шабанов Михаил Викторович
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
geohim.spb@gmail.com

В статье представлены исследования первичного почвообразования и формирования почвенного профиля на шлаковых отвалах.

Ключевые слова: горнодобывающая отрасль, почвообразование, загрязнение почвы, Folic Leptosols, шлак.

PRIMARY SOIL FORMATION ON SLAG DUMPS OF THE REPUBLIC OF BASHKOTROSTAN

Lashchinina Alyona Yurievna, student
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
allllashch@gmail.com

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Shabanov Mikhail Viktorovich
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
geohim.spb@gmail.com

The article presents studies of primary soil formation and soil profile formation on slag dumps.

Key words: mining industry, soil formation, soil pollution, Folic Leptosols, slag.

Функционирование перерабатывающих комплексов во все времена приводит к образованию отходов в виде шлаков, которые накапливаются вблизи комбината. В настоящее время производственные отходы занимают огромные площади по всему миру. Складирование отходов производства приводит к формированию техногенных ландшафтов, а через несколько десятилетий начинается естественный процесс восстановления растительного покрова и как следствие образование почв.

Формирование растительности на самозарстаемых отвалах рассмотрено на примерах месторождений бурого угля, медной руды, а также золоотвалов [1, 2, 3].

Урал – это исторически сложившийся индустриальный регион с горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленностью, который развивается с конца 18 века. В результате производственного прошлого огромные площади земель заняты шлакоотвалами, в том числе и теми, возраст которых больше 100 лет, на которых происходит естественное восстановление растительности и почвы. Одним из примеров являются Верхоторский и Воскресенский металлургические комбинаты, расположенные в республике Башкортостан.

В результате физического и химического выветривания шлаков, а также под воздействием мохово-травянистой растительности протекают процессы почвообразования, характерные для конкретных биоклиматических условий, в частности накопление органического вещества не только на поверхности, но и в приповерхностном слое.

В процессе переработки руд количество тяжёлых цветных металлов в шлаках, как правило, в несколько раз превышает количество тех продуктов, в которых концентрируются ценные составляющие. Считается, что шлаки медеплавильного производства, которые представляют собой стекловидную фазу, в процессе своего хранения не оказывают негативное воздействие на объекты окружающей среды. В связи с этим представляется научный интерес геохимических особенностей почв, сформировавшихся на старозалежных отвалах. Таким образом, свойства шлака определяют все основные физико-химические свойства новообразованных почв.

Целью исследования является изучение состава и свойств новообразованных почв, сформировавшихся на отходах медеплавильного производства.

Объекты и методы исследования. Исследовались шлакоотвалы металлургических комбинатов «Верхоторский» и «Воскресенский». С момента закрытия производств, 1913 и 1895 год соответственно, начался процесс естественного зарастания шлакоотвалов. К настоящему времени на этих территориях сформировался растительный покров разной структуры.

Шлак представляет собой группу зёрен неправильной остроугольной формы, в большинстве случаев с видимыми включениями минералов. Визуальный анализ даёт понять, что в шлаке присутствуют включения окисленной меди, и минералов, содержащих медь, а также включения угля. Содержание угля обуславливается методом переработки медной руды в

прошлом. Преобладающим материалом шлака является однородная силикатная масса сливного, стекловатого строения.

Описания новообразованных почв показали, что примерно за 115 лет, прошедших с момента закрытия производств и начала естественного зарастания поверхности отвалов, формирование полнопрофильных почв при участии растительного покрова разной структуры не произошло. На поверхности шлаков сформировался органогенный слой в виде подстилки, мощность которого, как правило, зависит от характера растительности. Почвенный профиль не дифференцирован на генетические горизонты и представляет собой тёмноокрашенную обогащённую минералами почву, далее следуют нетронутые почвообразовательными процессами шлаки.

Таким образом, первичными морфологическими признаками формирования почв можно считать образование органогенного слоя небольшой мощности и накопление органического вещества в подстилочном слое. Сформировавшиеся под воздействием растительности за сравнительно долгий срок (около 120 лет) почвенные образования представляет собой петрозём грубогумусовый (Folicleptosols), имея в виду условность этого названия применительно к объекту исследования. Мощность профиля составляют примерно 10 см (АО-С), почвенный материал мелкозернистый, серовато-коричневый (7,5 YR 4/2). В почвенном профиле встречаются обломки шлаков.

Образцы для анализов отбирали без учёта морфологического строения через каждые 5 см. В высушенных образцах определяли все основные физико-химические характеристики.

В процессе формирования почв дифференциация по гранулометрическому составу не произошла. Общей закономерностью для всех почв является преобладание фракции мелкого песка и крупной пыли. По содержанию физической глины (частиц < 0,01 мм) почвы различаются, но не существенно.

Другой особенностью является крайне высокое содержание илистой фракции – более 14%. В целом, все изучаемые почвы тяжело- и среднесуглинистые. Во всех изученных почвах в нижней части на границе почва-шлак преобладает фракция среднего песка.

Физико-химические свойства новообразованной почвы определяются их исходными параметрами и влиянием растительного покрова. Актуальная кислотность почв слабощелочная и близкая к нейтральной, а обменная – слабокислая и также близкая к нейтральной.

Под влиянием растительности в верхней части почвенного профиля происходит незначительное изменение реакции в сторону подкисления.

Гумусообразование является ведущим процессом почвообразования и служит механизмом с помощью которого осуществляется взаимодействие живой и неживой природы, что в итоге приводит к образованию почв. В результате трансформации растительного опада поверхности шлаковых отвалов сформировался органогенный слой. Несмотря на малую мощность (0-2 см и 2-5 см) содержание органического углерода в нём довольно высокое (11-21%). На

содержание органического вещества оказывает влияние как растительность, так и угольные включения в шлаках

Содержание обменных катионов незначительно: кальция от 6,9 до 25,0 мг-экв/100 г почвы, магния от 2,5 до 5,0 мг-экв/100 г почвы. Кроме этого в профиле изученных почв выявлено высокое содержание подвижного фосфора от 143,5 до 281,5 мг/100 г почвы, что очевидно объясняется наличием апатита в перерабатываемых рудах. Это также подтверждается корреляцией фосфора к кальцию, коэффициент корреляции 0,86. Вместе с этим, шлаки подвергались воздействию ветровой и водной эрозии, что также способствовало их разрушению и переходу катионов в вышележащую почву.

Таким образом, в результате длительного процесса разрушения верхней части шлакоотвала, сформировался мелкозернистый слой, на котором развивается мохово-травянистая растительность. Под влиянием факторов почвообразования образовался маломощный, примитивный слой почвы мощностью не более 10 см, представляющий собой грубогумусовый слой, с содержанием органического вещества от 11,09 до 21,6%, с близкой к нейтральной реакцией среды и высоким содержанием подвижного фосфора.

Литература:

1) Брагина, П. С. Почвы на отвалах вскрышных пород в лесостепной и горно-таёжных зонах Кузбаса / П. С. Брагина, А. С. Цибарт, М. П. Заводская, Л. В. Шарапова // Почвоведение. – 2014. – № 7. – С. 878-889.

2) Новоселов, А. А. Индикаторы почвообразования на техногенных субстратах золоотвалов / А. А. Новоселов // Российский журнал прикладной экологии. – 2019. – № 3(19). – С. 46-50.

3) Середина, В. П. Вещественный состав эмбриоземов, формирующихся на отвалах железорудных месторождений юга Западной Сибири / В. П. Середина, В. Г. Двуреченский, И. А. Пронина, А. Н. Акинина // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 40. – С. 25-43.

4) Шабанов, М. В. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногеохимических аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев, Т. М. Минкина, Н. А. Абдимуталип // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14, № 4(54). – С. 632-643.

5) Шабанов, М. В. Оценка трансформации природно-территориальных комплексов при горнопромышленном техногенезе / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 3. – С. 90-99.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРАЛЬСКОГО ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОКРУГА

Масленников Константин Игоревич, студент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
maslennikovk2004inbox@gmail.com

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Шабанов Михаил Викторов,
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
geohim.spb@gmail.com

В статье представлены результаты исследования о влиянии деятельности горно-металлургических предприятий на изменение физико-химических показателей почв западной части Челябинской области.

Ключевые слова: техногенез, трансформация почв, загрязнение почв, Карабаш, Южный Урал.

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE TRANSFORMATION OF THE SOIL COVER OF THE URAL MINING DISTRICT

Maslennikov I. Konstantin, student
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
maslennikovk2004inbox@gmail.com
Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Shabanov Mikhail Viktorovich
St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
geohim.spb@gmail.com

The article presents the results of the study on the impact of mining and metallurgical enterprises on the change of physical and chemical indicators of soils in the western part of the Chelyabinsk region.

Keywords: technogenesis, soil transformation, soil pollution, Karabash, Southern Urals

Урал является промышленно-сырьевой базой Российской Федерации. Здесь сосредоточены крупные месторождения полезных ископаемых, руд цветных и черных металлов, кроме этого здесь множество горно-металлургических предприятий. Всякое промышленное производство сопровождается неблагоприятным воздействием, как на объекты окружающей среды, так и на ландшафты. Экскавация карьеров нарушает ландшафт до литогенной основы. Складируемые в отвал вскрышные породы занимают

большие площади природных ландшафтов, изменяют водно-тепловой баланс территории. Переработка руды сопровождается выделением газопылевых выбросов комбинатов, в которых содержатся тяжелые металлы и интерметаллоиды. Эти выбросы распространяются на значительные расстояния и в виде сажистых частиц оседают на сопредельные территории. Химические вещества, находящиеся в саже попадая в окружающую среду вовлекаются в новый геохимический круговорот [1, 3].

На Урале кроме горно-металлургической базы имеются обширные пространства, используемые под сельскохозяйственное производство. Здесь сосредоточены одни из ценных почв – чернозёмы, которые обладают большим потенциальным плодородием. Но в связи с развивающейся горно-металлургической отраслью, большая часть этих земель отчуждается под карьеры и отвалы, часть загрязняется тяжелыми металлами за счет газопылевых выбросов, что особенно остро наблюдается в местах добычи халькофильных элементов.

Поэтому целью данной работы является оценить изменение физико-химические свойства почв природных и антропогенных ландшафтов Южного Урала.

Исследование проводили на востоке республики Башкортостан и западной части Челябинской области. Данный участок выбран в связи с тем, что здесь сосредоточена основная масса месторождений.

Объектом исследования являются почвы ландшафтов, расположенные вблизи действующих и законсервированных источников загрязнения окружающей среды. Это предприятия черной и цветной металлургии – Магнитогорский металлургический комбинат, Карабашский медеплавильный комбинат, а также в районе закрытых горно-обогачительных комбинатов – Баймакский ГОК и Уфалей Никель. Кроме этого исследовались почвы вблизи отработанных карьеров по добыче рудного сырья – Бакр-Тау, Бакр-Узяк, Таш-Тау, не рудного сырья Астафьевское месторождение и действующие карьеры – Малый Куйбас, Узельгинское и Учалинское (рис.).

В ходе исследования выделено несколько типов ландшафтов, где формируются различные типы почв.

В южной части территории формируются черноземы и агрочерноземы миграционно-мицелярные (vornic Chernozems) AU(PU)-BCA-Cca. Для рассматриваемых типов почв характерна большая мощность темного гумусового горизонта – до 50 см, и высокое содержание органического вещества – до 17,09 %, характерно наличие карбонатов в верхней части профиля. Реакция среды почвенного профиля от слабощелочной до близкой к нейтральной, сумма обменных катионов кальция и магния 112,25 мг-экв/100 г. По гранулометрическому составу почвы тяжелосуглинистые и глинистые.

В южной лесостепи (центральная часть) формируются черноземы глинисто-иллювиальные (luvic Chernozems) и агрочерноземы AU (PU)-AUBT-BI-Cca. Мощность темного гумусового горизонта до 45 см, высокое содержание органического вещества – до 11,61 %, реакция среды близкая к нейтральной,

сумма обменных катионов кальция и магния 60-75 мг-экв/100 г. По гранулометрическому составу – тяжелосуглинистые.

Горнолесная зона – здесь сосредоточены в основном литоземытемногумусовые (litozemsdarkhumus) AU-BT-D, грубогумусовые и агролитоземы с укороченным профилем до 30 см. Содержание органического вещества до 16,00 % в темногумусовых и от 8,70 до 10,00 % в агрогумусовых и грубогумусовых. Реакция среды близкая к нейтральной, сумма обменных катионов кальция и магния 25-30 мг-экв/100 г. По гранулометрическому составу легко- и среднесуглинистые.

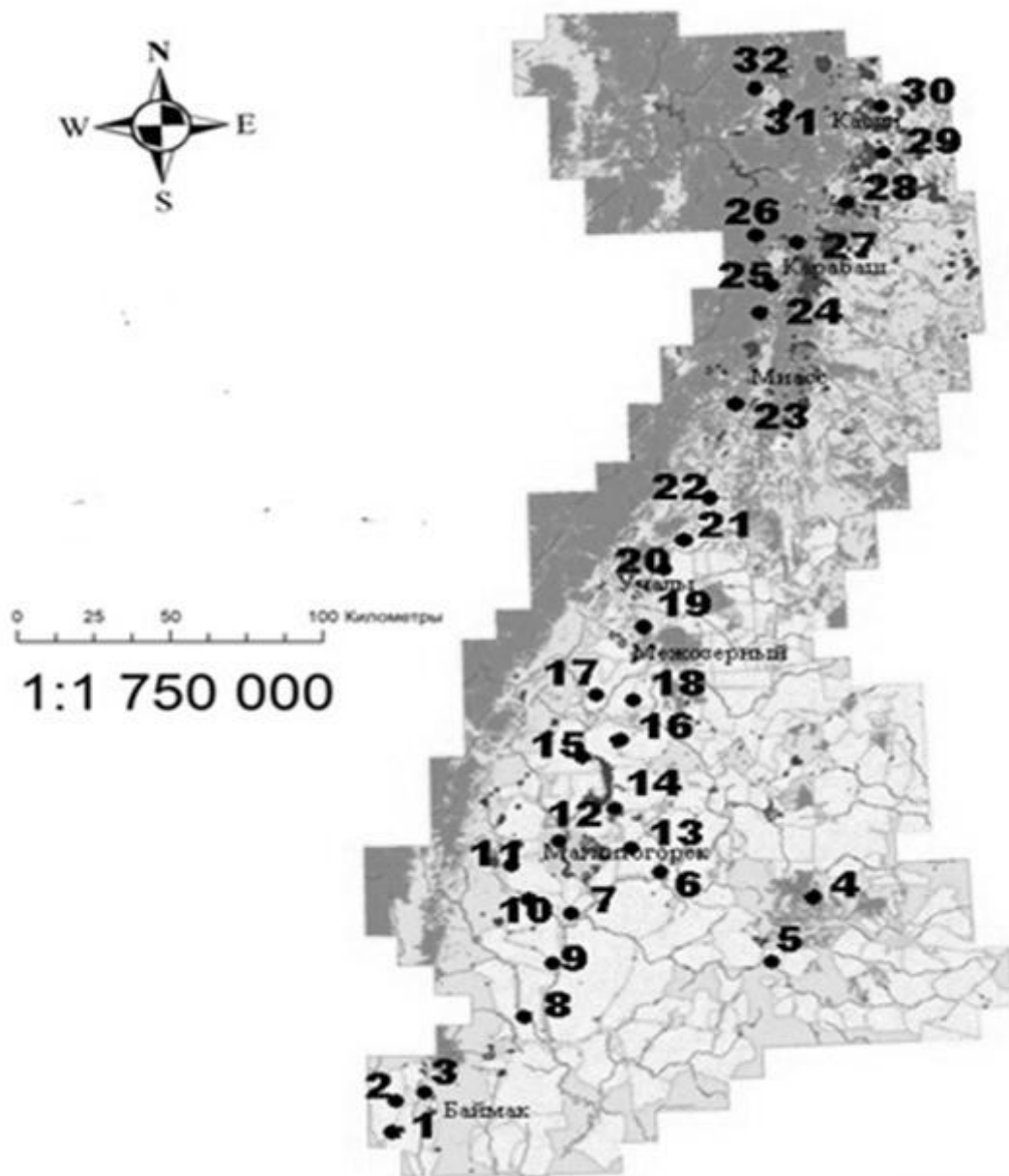


Рисунок – Схема отбора почвенных образцов

Северная лесостепь представлена серыми типичными почвами (greyulvicrhaezems), мощность гумусового горизонта до 35 см. Содержание органического вещества до 6,68 %, это преимущественно целинные почвы,

заняты естественными сенокосами, реакция среды от кислой до слабокислой, сумма обменных катионов кальция и магния 15-20 мг-экв/100 г.

Севернее в горно-лесной зоне формируются дерново-подзолистые почвы (luvisols abrupticalbic), в основном слабоподзолистые с высоким содержанием органического вещества до 10,6 %, показатель рН от кислой до слабокислой. Эти почвы формируются под смешанными хвойными лесами. По гранулометрическому составу легко- и среднесуглинистые [2, 4, 5].

Эти же почвы, расположенные вблизи карьеров и отвалов, обладают несколько иными показателями, тут в большей мере сказывается влияние типа месторождения. Почвы, расположенные вблизи карьеров халькофильного разреза № 3, 17 и 18 (рис.) показатель рН от слабокислой до кислой, а содержание органического вещества существенно не меняется и находится в пределах от 8% до 17%.

Гранулометрический состав верхней части профиля изменяется, вследствие атмосферного поступления загрязняющих веществ, это продукты кислотного гидролиза и окисления сульфидных минералов, происходит подкисление верхней 0-15 см толщи почвенного профиля, в результате обменные катионы кальция и магния выносятся вниз по профилю, реакция среды становится от слабокислой до сильнокислой, структурные агрегаты разрушаются, илистые и коллоидные частицы выносятся вниз по профилю и верхний слой приобретает легкосуглинистый гранулометрический состав.

Почвы вблизи Астафьевского месторождения (по добыче пьезокварца) разрезы 5 и 4 их физико-химические показатели существенно не изменяются и соответствуют целинным аналогам.

На общие физико-химические показатели оказывает горно-металлургическая промышленность, степень техногенного воздействия зависит от типа металлургии (черная или цветная). В почвах в районе Магнитогорского металлургического комбината изменения рН, органического вещества не выявлены, так же и вблизи Учалинского горно-обогатительного комплекса (ГОК). В почвах же вблизи Карабашского медеплавильного комбината резко изменяется показатель рН до кислой или до близкой к нейтральной, что является следствием влияния газопылевых выбросов, которые оказывают нейтрализующее действие на почвы за счет содержащихся силикатов кальция и магния в сажистых частицах.

Северные территории исследования, горнолесная зона, здесь преобладают дерново-подзолистые почвы, много лет назад в этой зоне функционировал Уфалейский никелевый комбинат, особых изменений в физико-химических показателях не выявлено. Таким образом:

1. На исследуемой территории природные ландшафты подвержены техногенной нагрузке, которая выражается в трансформации ландшафтов до литогенной основы, загрязнение продуктами окисления за счет пыления отвалов вскрышных пород, содержащих халькофильные элементы, газопылевые выбросы металлургических комбинатов.

2. Почвы природных ландшафтов, которые находятся на значительном удалении от техногенных источников обладают высоким потенциальным

плодородием. В этих почвах нейтральная или слабощелочная реакция среды, высокое содержание органического вещества до 15%, содержание суммы обменных катионов кальция магния более 115,0 мг-экв/100 г почвы.

3. Установлено, что черновая металлургия, месторождения полезных ископаемых нерудного сырья, не оказывают существенного воздействия на физико-химические свойства почв ни в южной, ни в северной части исследуемой территории. Физико-химические свойства данных почв обусловлены естественным ходом почвообразования.

4. Цветная металлургия и отвалы месторождений халькофильного ряда, за счет газопылевых выбросов комбината и продуктов окисления изменяют физико-химические свойства почв, рН до сильнокислой, уменьшение содержания обменных катионов кальция и магния, изменение гранулометрического состава почв, что особенно ярко выражается в слое 0-15 см.

Литература:

1) Шабанов, М. В., Маричев, М. С. Геохимические аномалии тяжелых металлов в почвах природных и антропогенных ландшафтов (на примере Красноуральского промузла) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – т. 333, №6. – с. 230-239. DOI: 10.18799/24131830/2022/6/3545

2) Шабанов, М. В., Стрекулёв, Г. Б. Геохимические процессы накопления тяжелых металлов в ландшафтах Южного Урала / М. В. Шабанов, Г. Б. Стрекулёв // Известие Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – т. 332, №1. – с. 184-192. DOI: 10.18799/24131830/2021/1/3011

3) Шабанов, М. В. Роль горнообогатительного комбината в образовании техногеохимических аномалий мышьяка в почвах Соймоновской долины (Южный Урал) / М. В. Шабанов, М. С. Маричев, Т. М. Минкина, Н. А. Абдимуталип // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – т.14, №4(54). – с. 632-643. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-632-643

4) IUSS Working Group WRB. 2015. World reference base for soil resoures 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World soil Resources Report. – Rome, 2014. – №106. Food and Agriculture organization. – 181 p.

5) Шишов, Л. Л. «Классификация и диагностика почв России» / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева. – Смоленск, издательство Ойкумена, 2004г – 342 с.

**ВЫСОТНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
НИЗКОГОРНОГО ПОЯСА ВОСТОЧНОГО САЯНА
(РАЙОН УБЕЙСКОГО ЗАЛИВА)**

Мухина Дарья Павловна, студент

Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент

Борисова Ирина Викторовна

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

irina_borisova77@mail.ru

Аннотация: рассмотрены особенности высотной дифференциации почвенного покрова низкогорного пояса Восточного Саяна и физико-химические свойства почв использованием почвенно-катенарного метода.

Ключевые слова: почвенный покров, низкогорный пояс, Восточный Саян, геохимические фации, классификация почв, catena.

**HIGH-ALTITUDE SOIL DIFFERENTIATION OF THE NORTHWESTERN
LOW-MOUNTAIN BELT OF THE EASTERN SAYAN (UBEYSKY BAY
AREA)**

Mukhina Daria Pavlovna, student

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Candidate of Geography Sciences, Associate

Borisova Irina Viktorovna

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

irina_borisova77@mail.ru

Abstract: the features of the high-altitude differentiation of the soil cover of the low-mountain belt of the Eastern Sayan and the physico-chemical properties of soils along the catena are considered.

Keywords: soil cover, low mountain belt, Eastern Sayan, geochemical facies, soil classification, catena.

Горные территории отличаются от равнинных резкой сменой условий на небольших расстояниях, что обуславливается сменой высот. Низкогорные территории Восточного Саяна занимают лесостепи, для которых характерна пестрота растительного покрова и чередование остепененных участков с участками занятыми древесной растительностью [1].

Почвообразование на данном участке чаще всего происходит на карбонатных породах в условиях сильного овражно-балочного расчленения [2].

Для изучения высотной дифференциации почв был использован почвенно-катенарный метод. Было заложено шесть разрезов вдоль склона юго-западной экспозиции. Автономная позиция представлена элювиальной фацией на вершине склона (разрез №1). Подчиненные фации были представлены

трансэлювиальными фациями (разрез № 2 – 363 м, разрез № 3 – 358 м, разрез №4 – 348 м, разрез № 6 – 338 м) и трансэлювиально-аккумулятивной фацией (разрез № 5 – 343 м) (рис. 1).

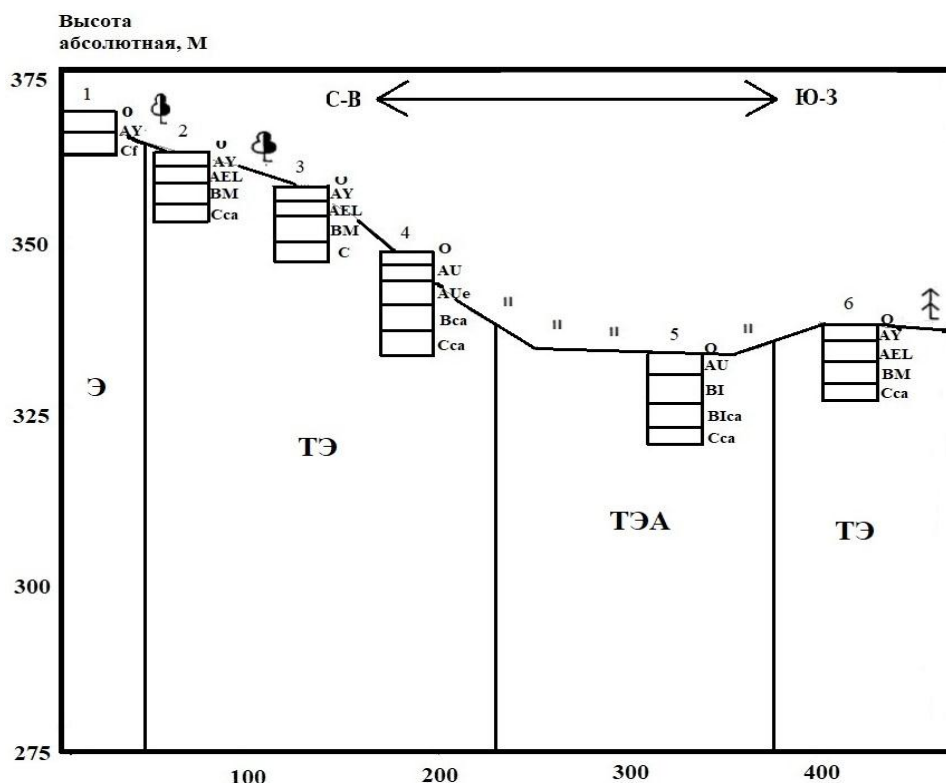


Рисунок 1 – Схема катены юго-западной экспозиции, район Убейского залива.

Э – элювиальная фация, ТЭ – трансэлювиальная фация, ТЭА – трансэлювиально-аккумулятивная фация; ☐ - мелколиственный лес, ☐ - лиственный лес, || - растительность травянистая (луговая); 1 - литоземсерогумусовый иллювиально-ожелезненный; 2, 3 – серые метаморфические почвы; 4 – чернозем дисперсно-карбонатный; 5 – чернозем глинисто-иллювиальный; 6 - серые метаморфические почвы.

По результатам макроморфологических исследований на изучаемой территории установлено формирование следующих типов почв: литоземы серогумусовые иллювиально-ожелезненные (O-AY-C) Skeletic Lithic Folic LEPTOSOLS Arenic Humic, серые метаморфические типичные (O-AY-AEL-BM-C) Someric Tonguic UMBRISOLS Arenic Folic, черноземы дисперсно-карбонатные (O-AU-AUe-Bca-Cca) Calcic Tonguic CHERNOZEMS Arenic (Loamic), черноземы глинисто-иллювиальные (O-AU-BI-Cca) Calcic Cambic Tonguic CHERNOZEMS Loamic [3, 4].

По результатам изучения гранулометрического состава почв установлено, что во всех почвах доля физического песка значительно превышает долю физической глины. Причем преобладающими являются фракции мелкого песка и крупной пыли (лессовидной фракции). Значительное количество лессовидной фракции (0,05-001 мм) объясняется формированием данных почв на лессовидных отложениях (табл. 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав почв, формирующихся в пределах катены юго-западной экспозиции низкогорного пояса Восточного Саяна (район Убейского залива)

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций, %						Физический песок (> 0,01 мм)	Физическа я глина (< 0,01 мм)
	1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001		
литоземсерогумусовый иллювиально-ожелезненный (элювиальная фация)								
АУ, 0,5-13	27	43	25	4	1	0	95	5
серые метаморфические типичные (трансэлювиальная фация)								
АУе, 1-37	5	53	31	5	5	1	89	11
ВМ, 37-78	2	47	37	6	6	2	86	14
Сса, 78-87	6	42	36	7	6	3	84	16
серые метаморфические типичные (трансэлювиальная фация)								
АУе, 1-32	1	30	50	10	6	2	82	18
ВМ, 32-71	1	52	29	9	7	2	82	18
С, 71-92	0	44	31	10	12	4	75	25
чернозем дисперсно-карбонатный (трансэлювиальная фация)								
АУе, 3-33	3	42	40	7	6	2	84	16
Вса, 33-82	1	25	53	10	8	4	78	22
Сса, 82-119	0	34	49	6	7	3	84	16
чернозем глинисто-иллювиальный (трансэлювиально-аккумулятивной фации)								
АУ, 1-35	2	38	40	8	9	3	80	20
ВІ, 35-60	1	27	48	8	12	4	76	24
ВІса, 60-117	1	26	51	8	10	4	78	22
Сса, f, 117- 142	1	36	45	8	7	3	82	18
серые метаморфические (трансэлювиальной фации)								
АУе, 1-26	8	36	37	7	9	3	81	19
ВМ, 26-54	4	41	17	19	13	6	62	38
Сса, 54-108	1	27	51	7	10	4	79	21

Наиболее легкий гранулометрический состав установлен для литозема серогумусового иллювиально-ожезненного, формирующегося непосредственно на выходах плотных кристаллических пород. Более тяжелые по гранулометрическому составу почвы отмечались в нижних частях катены – подчиненных фациях, что связано с латеральным переносом тонкодисперсных частиц вниз по склону и процессами внутрпочвенного выветривания. Доля физической глины увеличивается в минеральных горизонтах за счет их иллювиального накопления в черноземах глинисто-иллювиальных либо внутрпочвенного выветривания в серых метаморфических почвах.

Для данных почв также были определены некоторые физико-химические и химические свойства (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические и химические свойства почв, формирующихся в пределах катены юго-западной экспозиции низкогорного пояса Восточного Саяна (район Убейского залива)

Горизонт, глубина, см	C, %	Гумус, %	pH водный	CO ₂ карбонатов, %
Литоземсерогумусовый иллювиально-ожезненный (элювиальная фация)				
AУ, 0,5-13	6,42	11,07	5,9	3,83
Cf, 14-48	3,93	6,77	5,9	2,09
Серые метаморфические типичные (трансэлювиальная фация)				
O, 0-1	8,07	13,91	6,4	2,58
AУе, 1-37	5,30	9,13	6,2	1,79
BM, 37-78	1,76	3,03	6,8	1,64
Cca, 78-87	1,34	2,31	7,2	1,54
Серые метаморфические типичные (трансэлювиальная фация)				
AУе, 1-32	2,32	4,01	6,1	1,48
BM, 32-71	0,47	0,81	6,6	1,83
C, 71-92	0,33	0,57	6,5	1,92
Чернозем дисперсно-карбонатный (трансэлювиальная фация)				
AУе, 3-33	7,04	12,14	6,3	1,66
Вса, 33-82	0,44	0,77	7,5	2,44
Cca, 82-119	0,56	0,96	8,2	3,87
Чернозем глинисто-иллювиальный (трансэлювиально-аккумулятивной фации)				
AУ, 1-35	4,68	8,07	6,2	2,05
BI, 35-60	1,93	3,33	6,6	0,52
BIca, 60-117	1,34	2,3	6,9	1,21
Cca,f, 117-142	1,64	2,8	8,2	3,79
Серые метаморфические типичные (трансэлювиальной фации)				
AУе, 1-26	4,68	8,07	6,5	2,22
BM, 26-54	2,56	4,42	6,8	0,43
Cca, 54-108	2,10	3,62	8,1	4,92

Распределение гумуса во всех почвах характеризуется как аккумулятивное. Наибольшее количество гумуса (12,4 %) установлено в черноземе дисперсно-карбонатном (трансэлювиальная фация), что позволило характеризовать его как очень высокогумусный. Также к очень высокогумусным был отнесен литозем серогумусовый иллювиально-ожелезненный (элювиальная фация). Наименьшее количество гумуса установлено в серых метаморфических типичных почвах трансэлювиальной фации (4,01 %), что позволяет их отнести к среднегумусным.

По величине рН водной вытяжки реакция почв варьирует от сильнокислой до слабощелочной. Сильнокислая реакция среды была характерна только для литоземовсерогумусовых иллювиально-ожелезненных, слабощелочная – для черноземов дисперсно-карбонатных, черноземов глинисто-иллювиальных и серых метаморфических почв.

Таким образом, с помощью катенарного метода установлена высотная дифференциация почв низкогорного пояса Восточного Саяна в районе Убейского залива. В соответствии с фациальной принадлежностью отмечены изменения в гранулометрическом составе, физико-химических и химических свойствах почв, что обусловлено различными по интенсивности элементарными почвообразовательными процессами, которые определяются положением почв в рельефе, склоновыми процессами и, соответственно, сменной растительных ассоциаций.

Литература:

- 1) Лигаева, Н. А. Факторы почвообразования северо-западной части Восточного Саяна / Н. А. Лигаева // Научный ежегодник КГПУ им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2004. – № 4. – с 106-107.
- 2) Степанов Н.В. Сосудистые растения Приенисейских Саян: дис. докт. биол. наук. - Красноярск, 2014.
- 3) Шишов, Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов // Смоленск – Ойкумена, 2004. – С. 342
- 4) IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria

ВЛИЯНИЕ СВИНОГО НАВОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ

Насонова Ксения Сергеевна, аспирант
Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия
nasonova.kseniy@yandex.ru

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, профессор
Стекольников Константин Егорович
Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия
soil@agrochem.vsau.ru

В статье представлены результаты исследований влияния свиного навоза на содержание разных форм фосфора в чернозёмных почвах

Ключевые слова: чернозёмные почвы, свиной навоз, фосфор общий, минеральный, органический.

THE EFFECT OF PIG MANURE ON THE CONTENT OF VARIOUS FORMS OF PHOSPHORUS IN CHERNOZEM SOILS

Nasonova Ksenia Sergeevna, postgraduate student
Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia
nasonova.kseniy@yandex.ru

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Stekolnikov Konstantin Egorovich
Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia
soil@agrochem.vsau.ru

The article presents the results of studies of the effect of pig manure on the content of various forms of phosphorus in chernozem soils

Keywords: chernozem soils, pig manure, total phosphorus, mineral, organic.

В рабочей гипотезе мы предполагали, что длительное внесение свиного навоза может обусловить развитие зафосфачивания изучаемых почв. Мы исходили, прежде всего, из обогащённости свиного навоза фосфором [1, 2].

Она подтвердилась по результатам рекогносцировочного обследования изучаемой территории, выполненного в середине июля 2019 года. В виду преобладания в почвенном покрове лугово-чернозёмных почв в качестве эталона, с которым предполагали сравнивать полученные результаты, использовали целинный участок.

Целинный участок граничит с полем № 1. Разрез № 1 был заложен на части целины, распаханной в 2019 году. Разрезы № 3 и 4 были заложены на поле № 2. В образцах почв, отобранных по генетическим горизонтам, помимо

общих анализов было определено содержание различных форм фосфора. Данные представлены на рис. 1-5.

На рисунке 1 представлены результаты влияния внесения свиного навоза на содержание и характер распределения по профилю изучаемых почв общего фосфора.

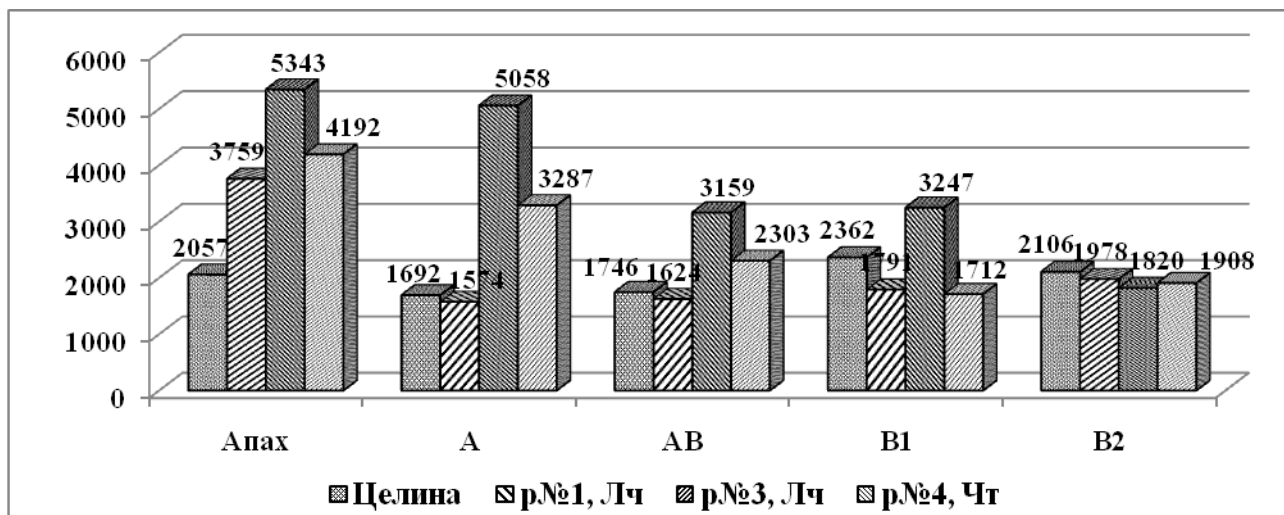


Рисунок 1 – Влияние внесения свиного навоза на содержание общего фосфора

Как следует из данных рисунка 1, наибольшие изменения в содержании общего фосфора относительно целины наблюдаются в пределах гумусового горизонта. Если в целинной лугово-чернозёмной почве в горизонте А содержится 2057 мг/кг почвы общего фосфора, то в пахотных лугово-чернозёмных почвах его содержание возрастает до 3759 и 5343 мг/кг, а в чернозёме типичном до 4192 мг/кг почвы.

В средней части гумусового горизонта (гор. А), содержание общего фосфора в целинной лугово-чернозёмной почве резко снижается до 1692 мг/кг, а в пахотных лугово-чернозёмных почвах и чернозёме типичном составляет 5058 и 3287 мг/кг почвы. В горизонте АВ сохраняется та же закономерность, при более низком содержании общего фосфора. В иллювиальном горизонте В1 максимальное содержание общего фосфора – 3247 мг/кг отмечается в лугово-чернозёмной почве (разрез № 3), а в лугово-чернозёмной почве (разрез № 1), и чернозёме типичном оно ниже, чем в целинной лугово-чернозёмной почве. В горизонте В2 максимальное содержание общего фосфора наблюдается в целинной лугово-чернозёмной почве – 2106 мг/кг почвы, а в остальных оно незначительно ниже.

Совсем иное содержание и распределение по профилю наблюдается по минеральному фосфору. Прежде всего, отметим, что содержание минерального фосфора ниже, чем органического. В принципе так и должно быть, ведь со свиным навозом фосфор поступает преимущественно в органической форме. На рисунке 2 показано влияние внесения свиного навоза на содержание минерального фосфора.

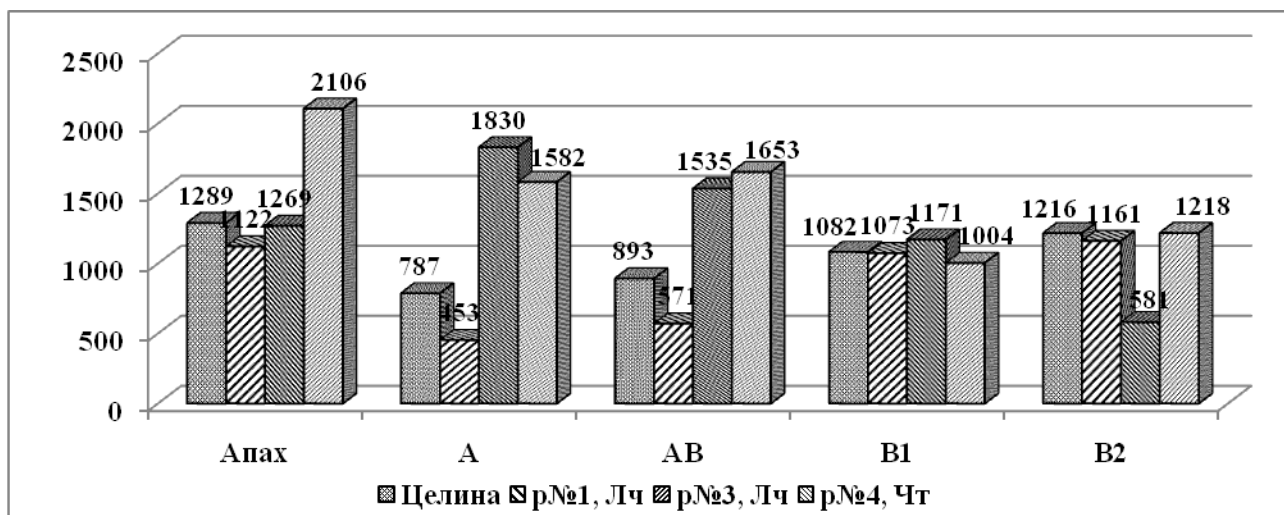


Рисунок 2 – Влияние внесения свиного навоза на содержание минерального фосфора

Содержание минерального фосфора в горизонте **Апах** в целинной лугово-чернозёмной почве составляет 1289 мг/кг почвы. В распаханной лугово-чернозёмной почве (разрез № 1), содержание его ниже, чем в целинной почве – 1122 мг/кг почвы. Совсем незначительно ниже, чем целинной лугово-чернозёмной почве содержание минерального фосфора в лугово-чернозёмной почве – 1269 мг/кг почвы. Только в чернозёме типичном содержание минерального фосфора существенно выше, чем в лугово-чернозёмных почвах – 2106 мг/кг почвы.

В горизонте **А** максимальное содержание минерального фосфора наблюдается в лугово-чернозёмной почве (разрез № 3) – 1830 мг/кг почвы, а минимальное в распаханной лугово-чернозёмной почве – 453 мг/кг почвы. Примерно такое же положение наблюдается и в горизонте **АВ**, только максимальное содержание минерального фосфора в чернозёме типичном – 1653 мг/кг почвы, или вдвое выше, чем в целинной лугово-чернозёмной почве – 893 мг/кг почвы. В иллювиальном горизонте **В1** содержание минерального фосфора находится в пределах 1004-1171 мг/кг почвы, а в горизонте **В2** минимальное его количество – 581 мг/кг почвы в лугово-чернозёмной почве, при примерно равном в остальных почвах 1161-1218 мг/кг почвы.

Профиль изучаемых почв наиболее дифференцирован по содержанию органического фосфора. Это наглядно представлено на рисунке 3.

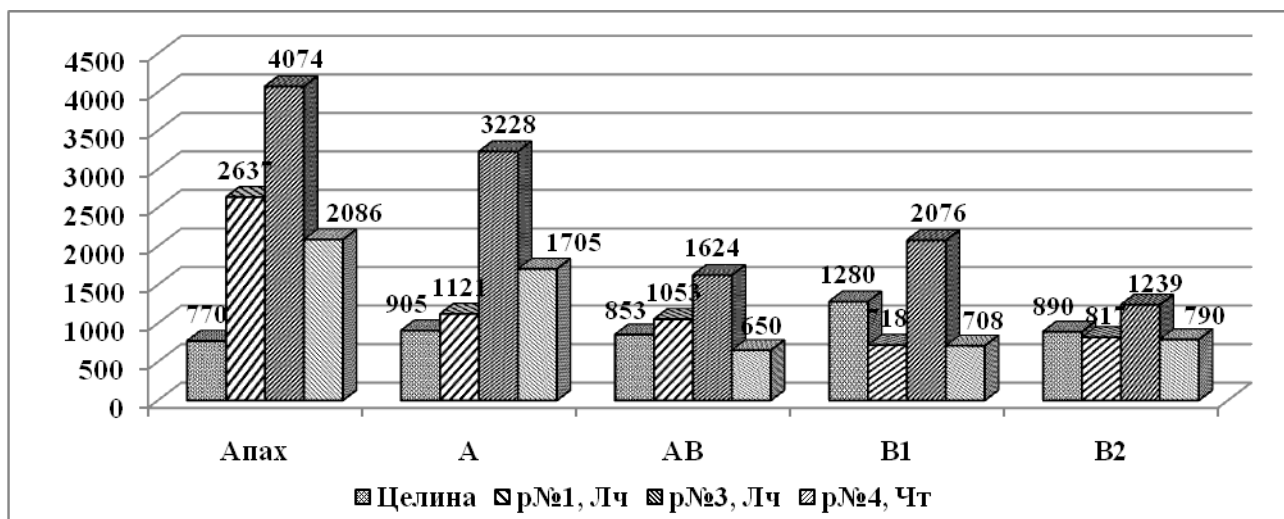


Рисунок 3 – Влияние внесения свиного навоза на содержание органического фосфора

Отметим, что в пределах верхней части гумусового горизонта содержание органического фосфора преобладает в сравнении с целинной лугово-чернозёмной почвой. Если в ней содержание органического фосфора в горизонте **Апах** составляет всего 770 мг/кг, то в чернозёме типичном 2086 мг/кг, а в лугово-чернозёмных почвах 2637 и 4074 мг/кг почвы, что в 2,7, 3,4 и 5,3 раза выше. В горизонте **А** содержание органического фосфора минимально в целинной лугово-чернозёмной почве – 905 мг/кг почвы, а максимальное в лугово-чернозёмной почве (разрез № 3) – 3228 мг/кг почвы. По содержанию органического фосфора в горизонте **АВ** сохраняются особенности его содержания, как и в горизонте **А**, только минимальное содержание – 650 мг/кг почвы наблюдается в чернозёме типичном. В иллювиальных горизонтах **В1** и **В2** соблюдается примерно одинаковый характер содержания органического фосфора, различие в основном в его количестве. В горизонте **В1** содержание органического фосфора в целинной лугово-чернозёмной почве и особенно в лугово-чернозёмной почве (разрез № 3) существенно выше, чем в горизонте **В2**.

Считаем, что интерес представляет и долевое участие минерального и органического фосфора в составе общего фосфора. Данные представлены на рис. 4 и 5.

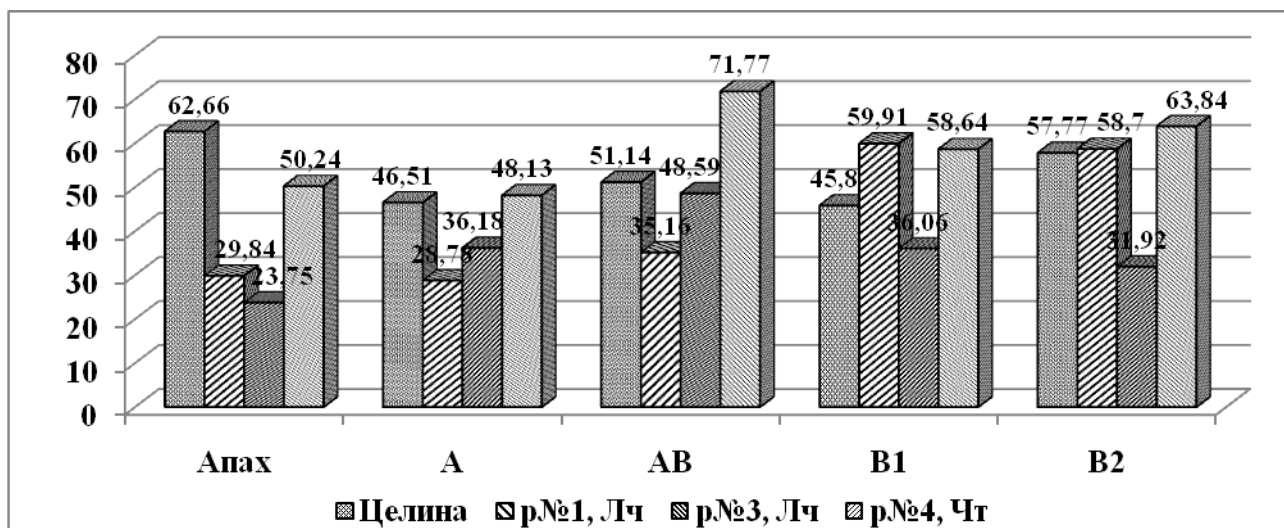


Рисунок 4 – Влияние внесения свиного навоза на содержание минерального фосфора, в % от общего фосфора

Как следует из данных рисунка 4, нами выявлена примерно одинаковая в пределах гумусового горизонта долевая структура состава общего фосфора в изучаемых почвах. В целинной лугово-чернозёмной почве явно преобладает минеральный фосфор, а в пахотных аналогах и чернозёме типичном его доля резко снижается. Следует отметить более высокую чем в целинной лугово-чернозёмной почве долю минерального азота в чернозёме типичном в горизонтах **А** и **АВ**, если на целине его доля составляет 46,51 и 51,14%, то в чернозёме типичном 48,13 и 71,77%.

В иллювиальных горизонтах **В1** и **В2** минимальная доля минерального фосфора выявлена в чернозёмно-луговой почве – 36,06 и 31,92%, а в лугово-чернозёмной почве (разрез №3) и чернозёме типичном его доля выше, чем в целинной лугово-чернозёмной почве. Такое различие, скорее всего, обусловлено и разными дозами внесения свиного навоза на разных частях данного поля.

Обратная закономерность наблюдается по доле органического фосфора в составе общего фосфора (рис. 5). Это обусловлено поступлением большого количества органического фосфора со свиным навозом и его перераспределением по элементам микрорельефа даже при внутрисочвенном внесении. В верхней части гумусового горизонта минимальная доля органического фосфора составляет в целинной лугово-чернозёмной почве 37,34%, а пахотных аналогах она возрастает до 70,16 и 76,25%, а в чернозёме типичном до 49,76%.

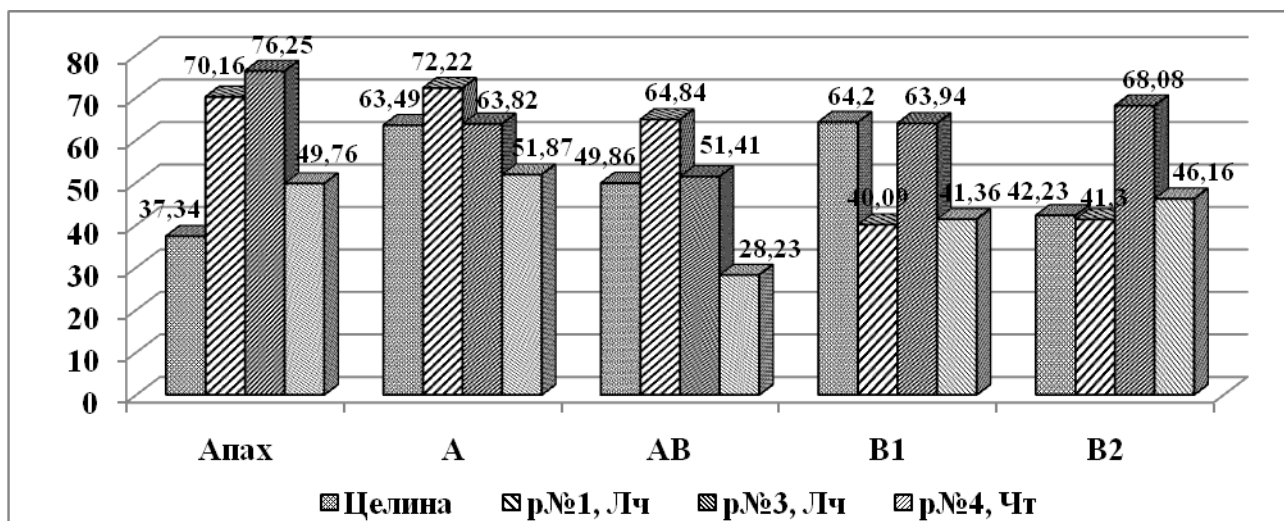


Рисунок 5 – Влияние внесения свиного навоза на содержание органического фосфора, в % от общего фосфора

В горизонте **А** минимальная доля органического фосфора – 51,87% выявлена в чернозёме типичном, а в пахотных аналогах целинной лугово-чернозёмной почвы она составляет 72,22 и 63,82% соответственно против 63,49%. Такая же закономерность сохраняется и в горизонте **АВ**. В иллювиальных горизонтах **В1** и **В2** наблюдаются иные соотношения. В горизонте **В1** целинной лугово-чернозёмной почвы значительно выше, чем в пахотных аналогах – 64,20% против 40,09 и 63,94% соответственно. Максимальная доля органического фосфора в горизонте **В2** наблюдается в лугово-чернозёмной почве (разрез № 3) – 68,08%.

Полученные нами результаты позволяют сделать заключение о том, что внесение свиного навоза не только повышает содержание общего фосфора в изучаемых почвах, но и существенным образом меняет в нём содержание минерального и органического фосфора. Доля органического фосфора существенно выше, чем минерального. В наибольшей степени это характерно для гумусового профиля изучаемых почв.

Литература:

- 1) Насонова, К. С. Влияние свиного навоза на содержание различных форм фосфора в почвах западных комплексов лесостепи ЦЧР / К. С. Насонова, К. Е. Стекольников // Управление инновационным развитием аграрного сервиса России. Материалы Национальной науч.-практ. конф. (15 сентября 2020 г). – Воронеж. – 2020. – С. 249-256.
- 2) Насонова, К. С. Агроэкологическое состояние черноземных почв Верхнехавского района Воронежской области при утилизации свиного навоза / К. С. Насонова, К. Ю. Зотова, К. Е. Стекольников // Научно-практический журнал «Сахарная свекла». – 2023. – № 7. – С.23-26.

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО
ПОКРОВА ФОНОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ
(ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, КАЛАРСКИЙ РАЙОН)**

Незнаева Светлана Валерьевна, студент магистратуры
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
sveta-neznaeva@mail.ru

Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент
Борисова Ирина Викторовна
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
irina_borisova77@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные результаты анализа химического состава почв фоновых ландшафтов Чарской котловины в сравнении с ранее установленными кларками почв континентов, земной коры.

Ключевые слова: почвенный покров, Чарская котловина, химический состав, кларки, почвенно-геохимический фон.

**ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE SOIL COVER
OF THE BACKGROUND LANDSCAPES OF THE CHARSKAYA BASIN
(TRANSBAIKAL TERRITORY, KALARSKY DISTRICT)**

Neznaeva Svetlana Valeryevna, master degree student
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
sveta-neznaeva@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Geography Sciences, Associate Professor
Borisova Irina Viktorovna
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
irina_borisova77@mail.ru

Abstract. The article presents the main results of the analysis of the chemical composition of the soils of the background landscapes of the Charskaya basin in comparison with previously established clarks of the soils of continents and the earth's crust.

Key words: soil cover, Charskaya basin, chemical composition, clarks, soil-geochemical background.

Введение. Исследование химического состава почв фоновых ландшафтов является одним из важнейших направлений в изучении почвенного покрова в области прикладной и теоретической геохимии, в связи с тем, что состав и содержание макро- и микроэлементов отражает как связь почв с минералого-геохимическими особенностями подстилающих пород и (или) отложений, так и обуславливает возможность их участия в биологическом круговороте,

процессах миграции и аккумуляции, определяемых совокупностью элементарных почвообразовательных процессов [5]. Необходимость анализа элементного состава почв территории Верхнечарской котловины вызвана слабой и недостаточной изученностью химии почв Северного Забайкалья и, в целом, специфики естественного почвенно-геохимического фона территории горно-котловинных ландшафтов Чарского грабена, а также возобновлением строительства горно-металлургического комбината «Удоканская медь».

Цель исследования заключалась в изучении естественных концентраций химических элементов в почвах Чарской котловины (Забайкальский край, Каларский район) и определение природного почвенно-геохимического фона территории.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выступал почвенный покров Чарской котловины – почвы северного макросклона горной возвышенности района пгт. Новая Чара и Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески») (рис. 1).

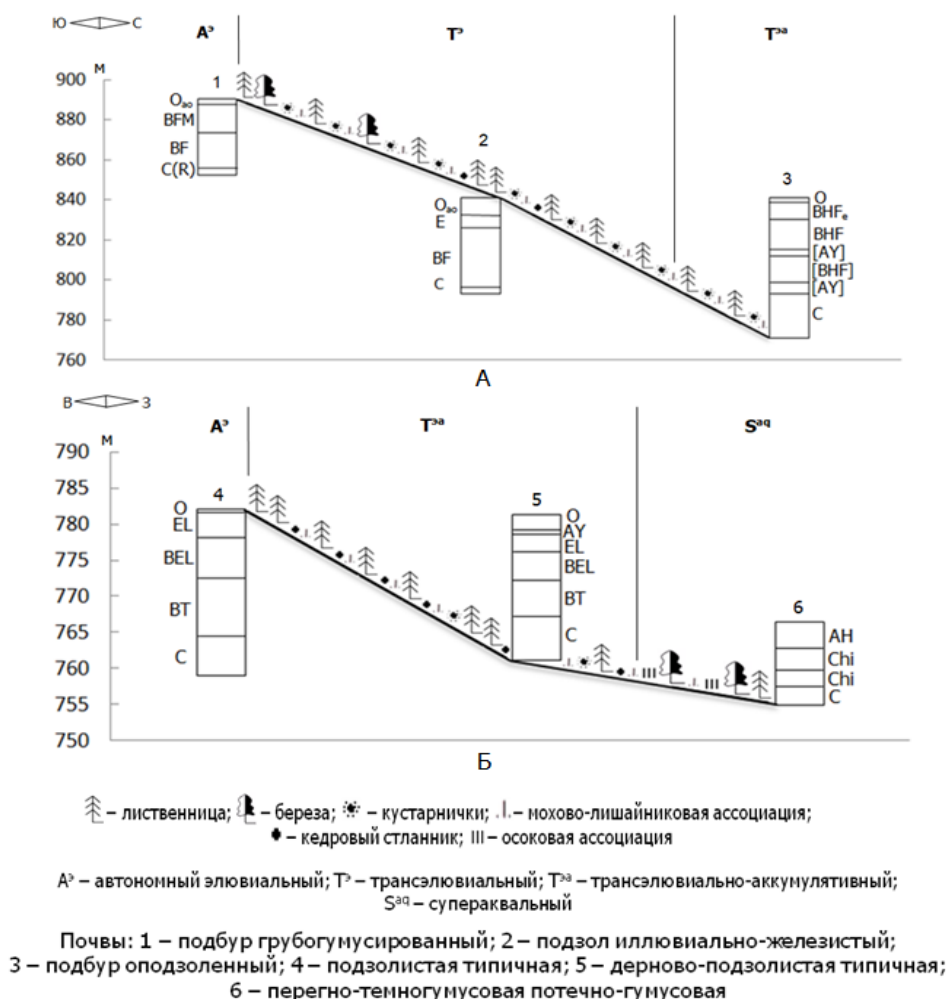


Рисунок 1 – Каскадные ландшафтно-геохимические системы: (А) северного макросклона горной возвышенности района пгт. Новая Чара и (Б) западной экспозиции Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»)

Выделение основных особенностей формирования химического состава почв территории Чарской котловины, проводилось с помощью почвенно-катенарного метода с выделением элювиальной, трансэлювиальной, трансэлювиально-аккумулятивных и супераквальной фаций [2]. Содержание макро- и микроэлементов определялось рентгенофлуоресцентным анализом на портативном энергодисперсионном спектрометре Vanta M (Olympus, US), оснащенным кремний дрейфовым детектором (разрешение детектора < 145 eV) и рентгеновской трубкой (50 кВ) с родиевым анодом.

Анализ эколого-геохимических особенностей почв проводился путем сравнения полученных кларковых величин с ранее установленными кларками почв континентов и верхней части континентальной земной коры по А.П. Виноградову [1; 3], а также значениями кларков, которые рекомендовано использовать при эколого-геохимических исследованиях [3]. Кларки концентрации рассматриваемых химических элементов рассчитывались на основе среднего содержания данных элементов в исследуемых почвах.

Результаты и их обсуждение. В целом, почвенный покров таежных ландшафтов Верхнечарской котловины, в частности почвы района пгт. Новая Чара и Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески») (рис. 1), характеризуется повышенным содержанием Ba, Bi, Ce, La, P и Sb относительно кларков верхней части континентальной земной коры и почв континентов. Высокое содержание данной группы химических элементов формирует основу геохимической специализации почвенного покрова исследуемой территории и отражает её природно-аномальный почвенно-геохимический фон, что, вероятно, обусловлено развитием ореолов рассеяния рудных тел. При этом, среди всех рассматриваемых элементов важно отметить – мышьяк (As), оказывающий большое влияние на формирование почвенно-геохимической обстановки и химического состава почв лесных ландшафтов Чарской котловины. Характерная особенность содержания мышьяка (As) обуславливается важностью протекающих элементарных почвообразовательных процессов (в первую очередь, группы метаморфических и элювиальных), свойственных почвам альфегумусового отдела, и фациальной приуроченности почв (рис. 1).

Околокларковыми (\leq в 3 раза эталонов сравнения) значениями валового содержания характеризуются As, Cu, Fe и Ni. Единичные превышения кларков относительно почв континентов и (или) верхней части континентальной земной коры установлены для Ca, Co, K, Nb, Sr, Ti, V, W, Y, Zn (пгт. Новая Чара) и Rb, S, Y, Zr (Урочища «Чарские пески») (рис. 1), и обуславливаются сменой и интенсивностью протекания элементарных почвообразовательных процессов, а также составом и генезисом почвообразующих пород (кор выветривания).

Значения ниже кларкового уровня (более чем в 3 раза) в почвенном покрове Чарского грабена отмечены для Al, Cr и Mn.

Специфичность естественного почвенно-геохимического фона сопряженных ландшафтов Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески») определяется повышенным содержанием кобальта (Co) и стронция (Sr) относительно кларков верхней части континентальной земной коры и почв

континентов. Наряду с этим, карбонатизированность почвообразующих пород и (или) отложений обуславливает наибольшие концентрации Ba, Ca, K, Rb и Sr в фоновых ландшафтах Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»).

Наибольшие концентрации Al, Ba, Ca, Co, K, La, Rb, S, Si, Sr и W в почвах Урочища «Чарские пески», по сравнению с почвами пгт. Новая Чара, обусловлены генезисом и составом подстилающих коренных пород, преобладанием песчаной фракции, а также увеличением содержания специфического органического вещества почв (гумуса).

Общей закономерностью изменения среднего содержания большинства рассматриваемых элементов в почвах каскадной ландшафтно-геохимической системы района пгт. Новая Чара, относящихся к альфегумусому отделу, является увеличение валового содержания доли литогенных и биогенных элементов, в направлении от автономной позиции к подчиненной, строго соответствующее фаціальности (рис. 1).

Схожесть условий формирования химического состава почв территории Чарской котловины, выражается в барьерности замыкающих (конечных) фаций исследуемых каскадных ландшафтно-геохимических систем, обусловленных комплексом сорбционных геохимических барьеров (G), образованных под действием рельефообразующих факторов на участке катены 1 и формировании краевой зоны болота с неглубоким залеганием мерзлоты на участке катены 2 (рисунок 1). При этом, маломощность почвенных профилей пгт. Новая Чара, способствует большему содержанию элементов, вследствие близости к подстилающим породам и высокой скорости (степени) внутрпочвенного выветривания, и напротив, большая мощность профилей и активные процессы оподзоливания в почвах Национального парка «Кодар» способствуют более равномерному распределению элементов (рисунок 1).

Выводы. В целом среднее содержание рассматриваемых химических элементов на территории Верхнечарской котловины в фоновых ландшафтах варьирует в одинаковых пределах.

Аномальность естественного почвенно-геохимического фона фоновых ландшафтов Чарского грабена, выражается в изначально высоком содержании валовых форм Ba, Bi, Ce, La, P и Sb, что отражается в формировании вторичного ореола рассеяния в рамках исследуемой территории. Таким образом, ведущую роль в формировании особенностей химии почвенного покрова и его геохимической специализации играет наследование почвенным покровом особенностей минерального и химического состава рудных тел первичных ореолов рассеяния (т.е. литогенной основы ландшафтов).

Вследствие продолжительной разработки месторождения «Удоканская медь» постепенно будет происходить наложение формирующихся техногенных ореолов и потоков рассеяния на уже существующие природные геохимические аномалии, являющиеся составной частью естественного геохимического фона ландшафтов Чарской котловины, с их дальнейшим распространением на сопредельные территории. В связи с этим, наибольшие риски долгосрочной эксплуатации горно-металлургического комбината «Удоканская медь» будут

связаны непосредственно с поступлением и закреплением в почвенном покрове на сорбционных геохимических барьерах (G) ряда катионогенных элементов (Ca, Sr, K, Ba, Rb, Zn, Cu, Ni, Pb, Bi, Fe, Mn, Co, Sn, Al), увеличением их биодоступности и активным вовлечением в биологический круговорот, в результате окисления вскрытых медных сульфидных руд с примесями сопутствующих тяжёлых металлов в процессе их добычи и переработки [4].

Подобная трансформация почвенно-геохимической структуры ландшафта Чарской котловины, в виде увеличения мобильности ряда макро- и микроэлементов приведёт к существенному изменению сложившегося баланса химических элементов в почве, путём реакций, протекающих в почвенном поглощающем комплексе [4].

Литература:

1) Алексеенко, В. А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов: [монография] / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко // Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2013. – 380 с.

2) Глазовская, М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. – Москва: Высшая школа, 1988. – 324 с.

3) Касимов, Н. С. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н. С. Касимов, Д. В. Власов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2015. – № 2. – С. 7–17.

4) Касимов, Н. С. Экогеохимия ландшафтов: [монография] / Н. С. Касимов // Москва : Филимонов М. В., 2013. – 208 с.

5) Кузьмин, В. А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья / В. А. Кузьмин. – Новосибирск: Наука, 1988. – 175 с.

**РАЗРАБОТКА УРОВНЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
В РАЙОНЕ ТЁМНО-КАШТАНОВЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ
С БОЛЬШИМИ МАССИВАМИ СОЛОНЦОВ СУХОЙ СТЕПИ
АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Почёмин Никита Михайлович, аспирант
Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
pochyomin@list.ru

Научный руководитель: канд.с.-х. наук, доцент
Кононцева Елена Владимировна
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
kononcevaasau@mail.ru

В статье представлена методика выделения уровней экологического состояния почв для условий почвенного района тёмно-каштановых и каштановых почв с большими массивами солонцов сухой степи Алтайского края, которая базируется на неоднородностях рельефа, структур почвенного покрова, свойствах почв, степени проявления деградиционных процессов (эрозии, засоления, осолонцевания), продуктивности возделываемых культур. В ходе работы выделены следующие уровни экологического состояния почв: норма, умеренный риск, повышенный риск, умеренный кризис, повышенный кризис, высокий кризис.

Ключевые слова: агрокаштановые почвы, агроземы, эрозия, уровни экологического состояния, продуктивность, использование почв.

**DEVELOPMENT OF LEVELS OF ECOLOGICAL STATE IN THE
AREA OF DARK CHESTNUT AND CHESTNUT SOILS WITH LARGE
ARRAYS OF SOLONETZZ OF THE DRY STEPPE OF THE ALTAI
TERRITORY**

Pochyomin Nikita Mikhailovich, postgraduate student
Altai State University, Barnaul, Russia
pochyomin@list.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Konontseva Elena Vladimirovna
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
kononcevaasau@mail.ru

The article presents a methodology for identifying the levels of ecological state of soils for the conditions of the soil region of dark chestnut and chestnut soils with large tracts of solonetztes of the dry steppe of the Altai Territory, which is based on the heterogeneity of the relief, soil cover structures, soil properties, the degree of manifestation of degradation processes (erosion, salinization, alkalinity),

productivity of cultivated crops. In the course of the work, the following levels of the ecological state of soils were identified: normal, moderate risk, increased risk, moderate crisis, increased crisis, high crisis.

Key words: agrochestnut soils, agrozems, erosion, levels of ecological condition, productivity, soil use.

Интенсивное использование земель сельскохозяйственного назначения, неизбежно приводит к трансформации их почвенного плодородия и усиливается антропогенной нагрузкой на элементы агроландшафта. Зачастую это сопровождается снижением почвенного плодородия, обусловленное уменьшением запасов гумуса, обеспеченностью элементами питания, неблагоприятным изменением реакции среды, ухудшением водного режима и физико-химических свойств почв, потерей плодородия, связанной с их интенсивной обработкой тяжелыми сельскохозяйственными орудиями и т.д. [5, 6]. В результате усиливается развитие негативных деградационных процессов (дегумификация, эрозия, засоление, осолонцевание, физическая деградация и др.), приводящих к снижению продуктивности возделываемых культур. Актуальность разработки методических подходов к рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения возрастает пропорционально антропогенной нагрузки на элементы агроландшафтов и усилению трансформации почвенного плодородия [3, 4, 5, 9]. определяет необходимость разработки и проведения мероприятий, направленных на рационального использования агрогенных почв, воспроизводство их плодородия.

Использование таких земель целесообразно осуществлять на основе экологической оценки территории путем выделения уровней природно-антропогенных экологических нарушений (нормы, риска, кризиса, бедствия), основанных на степени глубины экологических нарушений. Экологическая оценка состояния почв с учетом специфики их местоположения, генезиса, буферности, характеристики агроэкологических участков может служить основой рациональной организации территории, разработки режимов рационального использования территории, направленное на воспроизводство почвенного плодородия [2, 7, 12, 13]. В связи с этим, целью исследований стало выделение уровней экологического состояния почв в районе темно-каштановых и каштановых почв с большими массивами солонцов сухой степи Алтайского края (на примере Угловского района)

Исследования проведены в зоне каштановых почв, почвенном районе темно-каштановых и каштановых почв с большими массивами солонцов в пределах границ землепользования К(Ф)Х Макаров С.А. Угловского района Алтайского края. Климатрайона исследования – резко континентальный. В геоморфологическом отношении территория относится к обширной Кулундинской низменности озерно-аллювиального происхождения, рельеф равнинный, с абсолютными высотами 160-260 м [1, 14]. Почвы агроландшафтов в соответствии с классификацией и диагностикой почв России [10], представлены агрокаштановыми типичными, агроземами текстурно-

карбонатными типичными, агрообразцами текстурно-карбонатными типичными, сформированными на древне-аллювиальных отложениях; агроземами текстурно-карбонатными гидрометаморфизованными (на древне-аллювиальных оглеенных отложениях); солонцами и солончаками (на засоленных древне-аллювиальных отложениях). Почвы распространены как однородными массивами, так и комплексами. В почвенном покрове преобладают легкосуглинистые и супесчаные разновидности.

В ходе исследований использованы методы математической статистики, сравнительно-географический, картографический, профильный методы [8]. Цифровые карты созданы с использованием программных пакетов QGIS, ArcGis.

Критериями оценки послужили качественно-количественные показатели почв, степень проявления деградационных процессов, продуктивность возделываемых культур. Она базируется на свойствах почв, пространственной неоднородности структур почвенного покрова, неоднородностей рельефа, особенностей литологического строения территории, степени проявления деградационных процессов (эрозии, засоления, осолонцевания и др.), продуктивности возделываемых культур.

Сопоставляя данные анализа рельефа территории исследования, почвенных условий (с выделением агрогенных группировок почв с учетом степени антропогенного преобразования и эродированности по субстантивно-генетической классификации), агроэкологических категорий типов земель [11] и оценки продуктивности культуры разработаны уровни экологического состояния почв агроландшафтов и режимы их рационального использования: норма (Н), умеренный риск (Р1), повышенный риск (Р2), умеренный кризис (К1), повышенный кризис (К2), высокий кризис (К3).

Удельный вес УЭС Норма (Н) составляет 1,75 % от площади исследуемой территории, с агрокаштановыми типичными со снижением продуктивности за счет дегумификации от 0 до 8 % и агрокаштановыми гидрометаморфизованными. Режимы рационального использования агроландшафтов соответствуют агроэкологической категории Па для дефляционноопасных почв.

В уровень экологического состояния умеренный риск (Р1) вошли агроландшафты с агроземами текстурно-карбонатными гидрометаморфизованными, занимающие площадь 55,2%, обеспечивающими снижение продуктивности яровой пшеницы от 8 до 26 %, включающие режимы рационального использования агроэкологической категории Пб2 для среднесмытых и среднедефлированных почв (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни экологического состояния почв Угловского района Алтайского края (на примере ИП К(Ф)Х «Макаров С.А.» и прилегающей территории)

№ п/п	Уровень экологического состояния	% снижения продуктивности	Удельный вес от площади хозяйства
1	Норма (Н)	0-8	1,75
2	Умеренный риск 1 (Р1)	8-26	55,20
3	Повышенный риск 2 (Р2)	27-35	21,87
4	Умеренный кризис (К1)	35-42	19,27
5	Повышенный кризисом (К2)	40-70	0,67
6	Высокий кризис (К3)	>70% (не используются в пашне)	1,24
		Итого:	100

Уровню экологического состояния повышенный риск (Р2), соответствуют территории, почвенно-климатические показатели которых обеспечивают снижение продуктивности культуры от 27 до 35% (агроземы текстурно-карбонатные типичные, каштановая гидрометаморфизованная солончаковая), занимающие площадь 21,87 %, с режимами рационального использования агроэкологической категории Пб2 для среднеэродированных почв.

К УЭС умеренный кризис (К1) отнесено 19,27 % территории, занятой агрообразцами текстурно-карбонатными типичными потенциальное, плодородие которых обеспечивает снижение продуктивности яровой пшеницы от 35 до 42% за счет интенсивного проявления эрозионных процессов и агроземов солонцовых светлых, снижение продуктивности которых связано с эрозионным и солонцовым процессами. Режимы рационального использования данной территории соответствуют агроэкологической категории Пб3 для сильнодефлированных почв [11].

К территории с повышенным кризисом (К2) отнесены участки, на долю которых приходится 0,67 % площади сельскохозяйственных угодий, сагроземами текстурно-карбонатными засоленными, гумусово-гидрометаморфическими засоленными обеспечивающими снижение продуктивности от 40 до 70 %, и режимами использования, соответствующими агроэкологической категории Ша.

К уровню экологического состояния высокий кризис (К3) отнесено 2,6 % земель, занятых солончаками (глеевыми и сульфидными), перегнойно-гидрометаморфическими типичными, гумусированными слаборазвитыми песчаными и песчаными слаборазвитыми – земли непригодные для возделывания в пашне.

Таким образом, в условиях почвенного района темно-каштановых и каштановых почв с большими массивами солонцов в пределах границ землепользования Угловского района Алтайского края при проведении экологической оценки территории выделены различные уровни природно-антропогенных экологических нарушений (норма, риск, кризис). Специфика региональных особенностей исследуемой территории (по качественным показателям почв, степень проявления деградационных процессов, продуктивности возделываемых культур) позволила выделить в основных уровнях экологического состояния следующие подкатегории: норма, умеренный риск, повышенный риск, умеренный кризис, повышенный кризис, высокий кризис. Экологическая оценка состояния почв с учетом специфики их местоположения, характеристики агроэкологических участков может служить основой рациональной организации территории, разработки режимов рационального использования территории, направленных на воспроизводство почвенного плодородия.

Литература:

- 1) Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1971.
- 2) Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / В. И. Кирюшин [и др.] / под ред. В. И. Кирюшина, Л. И. Иванова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. Вып. Методическ. – 784 с.
- 3) Александровская, Л. А. Основы формирования и территориального обустройства экологически устойчивых агроландшафтов [Электронный ресурс] / Л. А. Александровская*, П.В. Поляков. –С. 1-7. – URL:eco.e.donstu.ru (дата обращения: 15.12.2023)
- 4) Булгаков, В. С. Аспекты агроэкологической оценки почв земледельческой территории / В. С. Булгаков // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов: в 2-х кн. – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. Кн. 1. – С. 56-58.
- 5) Бурлакова, Л. М. Плодородие почв Алтайского края / Л. М. Бурлакова, В. А. Рассыпнов. – Барнаул, 1990. – 81 с.
- 6) Грибов, С. И. Структура почвенного покрова и ее изменение при интенсивной антропогенной нагрузке в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского Приобья / С. И. Грибов, Е. В. Кононцева, Е. Ю. Домникова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 51-58.
- 7) Добротворская, Н. И. Агроэкологическая типизация земель – необходимый этап в проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Н. И. Добротворская // Вестник НГАУ, 2019. – № 1(50). – С. 7-17.

8) Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропроиздат, 1985. – 351 с.

9) Кирюшин, В.И. Развитие представлений о функциях ландшафтов в связи с задачами оптимизации природопользования / В. И. Кирюшин // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – № 80. – С. 16–25.

10) Классификация и диагностика почв России / Сост. Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. Н. Лебедева. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

11) Кононцева, Е. В. Агроэкологическая типизация и оценка продуктивности агроландшафтов сухой степи Алтайского края / Е. В. Кононцева, Ж. Г. Хлуденцов, Н. М. Почемин, А. С. Стребкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 11(217). – С. 72-79.

12) Морев, Д. В. Агроэкологическая оценка земель в условиях зонального ряда агроландшафтов с повышенной пестротой почвенного покрова : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Морев Дмитрий Владимирович; [Место защиты: Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева]. - Москва, 2017. – 25 с.

13) Пивоварова, Е. Г. Система агрохимических показателей в региональной классификации почв Алтайского края / Е. Г. Пивоварова, Е. В. Кононцева, Ж. Г. Хлуденцов, Е. С. Попова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 8(166). – С. 40-47.

14) Природное районирование Алтайского края. М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с.

Работа выполнена в рамках Программы Приоритет 2030, по теме “Экологическое состояние агрогенных почв и режимы их рационального использования в условиях Алтайского края (2-й тур)”.

ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И БИОМАССЫ СОИ

Юдин Александр Сергеевич, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
sashuta.yudin.2020@mail.ru

Морозов Руслан Сергеевич, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ruslan.morozov.84@list.ru

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

В статье обсуждаются вопросы значимости оценки вариации почвенно-агрохимических свойств в сопряжении с изменчивостью биомассы сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: неоднородность почвы, коэффициент вариации, изменчивость, биомасса

ASSESSMENT OF HETEROGENEITY OF SOIL-AGROCHEMICAL INDICATORS AND SOYBEAN BIOMASS

Yudin Alexander Sergeevich, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
sashuta.yudin.2020@mail.ru

Morozov Ruslan Sergeevich, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
ruslan.morozov.84@list.ru

Scientific supervisor: Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Belousov Alexander Anatolyevich
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
svoboda57130@mail.ru

The article discusses the importance of assessing the variation of soil and agrochemical properties in conjunction with the variability of crop biomass.

Keywords: soil heterogeneity, coefficient of variation, variability, biomass

Актуальность. При управлении продукционным процессом растений и изучении влияния каких-либо факторов на урожай сельскохозяйственных культур в полевых опытах важная роль принадлежит установлению причинно-следственных связей между варьированием почвенных свойств и дисперсией величины урожая [6]. По мнению автора, в данном случае, важной задачей является совершенствование методов оценки неоднородности почвенного

покрова, а также выявление закономерностей пространственной и временной изменчивости параметров урожая сельскохозяйственных культур.

Неоднородность агрохимических показателей пахотного слоя почвы является одним из факторов определяющих пространственное варьирование урожая сельскохозяйственных культур. Пространственное варьирование агрохимических показателей агропочв обусловлено неоднородностью морфогенетических свойств почвы и неравномерностью внесения удобрений [7]. В условиях земледельческой зоны Красноярского края изучение варьирования органического углерода, элементов минерального питания и биомассы сельскохозяйственных культур актуально с точки зрения грамотного проведения полевых опытов, а также введения элементов точного земледелия [1-4, 11].

Цель работы: оценить пространственную неоднородность почвенно-агрохимических свойств и биомассы сои.

Объекты и методы исследований. Опытный участок расположен в типичных условиях центре Красноярской лесостепи (N56,430°, E 92,915°) в УНПК «Борский». Химические и физико-химические показатели определены по [8]. Для всех данных рассчитаны основные статистические и геостатистические характеристики при помощи программ Excel, Statistica. Учёт пространственной изменчивости почвенного покрова и продуктивности сои проводили на основе детального отбора проб, на всей территории полевого участка. На каждой учётной делянке до посева из слоя 0-20 см методом конверта отбирали индивидуальные пробы.

Результаты исследований. При оценке неоднородности агрохимических показателей почвы в пределах поля или делянки полевого опыта необходимо устанавливать вариационно-статистические показатели параметров урожая для установления наличия или отсутствия причинно-следственных связей: варьирование урожая – варьирование показателей плодородия. В работе [10] предлагается считать участок выровненным по агрохимическим показателям, если значение коэффициента вариации не превышает 25%.

Влияние пространственного варьирования агрохимических свойств на урожай будет в значительной степени определяться уровнем окультуренности почвы. Чем ниже уровень плодородия почвы, тем эффективнее внесение удобрений и ярче будет проявляться влияние неоднородности агрохимических показателей на урожай. При высоком и очень высоком содержании элемента в почве значимость влияния пестроты участка по содержанию данного элемента на варьирование урожая будет снижаться.

Зависимости урожая от концентрации элемента в почве в данном случае будет соответствовать участок кривой на плато. То есть, значимость величины коэффициента вариации зависит от концентрации элемента в почве. Допустимым можно считать такой уровень варьирования агрохимических параметров почвы, при котором не наблюдается существенного влияния на варьирование урожая [9, 12].

Фоновые значения пространственной неоднородности характеризовались следующими оценками (табл.).

По степени гумусированности почва участка являлась высокогумусированной (8,7 %), причем на долю данной градации шкалы

приходился 91 %. Коэффициент вариации гумуса на участке составлял 22,3 %. Аналогичным варьированием отличались данные по подвижному фосфору. Обеспеченность почвы подвижным фосфором (по методу Ф.В. Чирикова) фиксировалась, как повышенная - на 44 % площади территории. Однако, значимую долю также занимал массив со средним содержанием (39 %). После трехлетнего использования поля было проведено повторное обследование, которое показало увеличение среднего содержания фосфора на 29 %, при этом уменьшение гумуса – на 4 %. Особенно интересно, что реакция среды сместилась с нейтральных до слабокислых значений. Отмеченное, вероятно, является результатом агротехнического воздействия на почву, при возделывании предшествующих сое культур.

Таблица – Статистические показатели изменчивости свойств агрочернозема
(n = 36)

Показатель	X	lim	V, %
Рекогносцировочный фон			
pH _{H2O}	7,2	5,9-8,5	6,6
Гумус, %	8,7	4,5-13,1	22,3
P ₂ O ₅ , мг/кг	194	61,0-313,0	24,0
Продуктивность горохо-овсяной смеси, кг/м ²	4,1	1,52-8,16	30,1
До внесения удобрений (май)			
pH _{H2O}	6,5	5,8-6,8	2,8
Гумус, %	8,4	4,5-10,8	20,4
P ₂ O ₅ , мг/кг	271	198-458	21,6
После внесения удобрений (июнь)			
pH _{H2O}	6,4	5,6-6,8	3,8
Гумус, %	8,1	7,0-9,6	8,8
P ₂ O ₅ , мг/кг	250	179-380	15,8
Продуктивность сои, кг/м ²	1,58	0,8-2,7	32,3

Далее, спустя 1-2 месяца после внесения минеральных удобрений уровень варьирования, как гумуса, так и подвижного фосфора на участке существенно снизился. При этом неоднородность распределения зеленой массы сои был существенным – 32,3 %. В целом не выявлено корреляционной зависимости между продуктивностью зеленой массы сои и рассматриваемыми агрохимическими свойствами почвы. Таким образом, по тестируемым показателям территорию земельного участка можно отнести к выровненной по плодородию и с точки зрения методики полевого опыта оценить, как случайно варьирующую. По мнению [5] практической точки зрения пространственная неоднородность содержания фосфора и калия определяет очевидную перспективу точного внесения удобрений, но небольшие размеры участков с одинаковым уровнем содержания элементов питания делают весьма проблематичной реализацию этого требования с помощью существующих машин.

Итак, коэффициенты вариации величины биомассы сои (табл.), превышали значения изменчивости агрохимических показателей почвы. Как считает [7] вероятно, это связано с относительно высоким уровнем

окультуренности почвы опыта. Этот результат может свидетельствовать о том, что это обусловлено неоднородностью посевного материала, микрорельефом, а также и другими факторами, которые оказывали более существенное влияние на рост и развитие сои, чем неоднородность агрохимических показателей почвы.

Литература:

- 1) Белоусов, А. А. Кинетика минерализации органического вещества при внесении соломы в почву / В сборнике: Органическое вещество почв и урожай. Сборник научных работ молодых учёных. Красноярск, 2000. – С. 5-18.
- 2) Белоусов, А. А. Влияние внутривольной неоднородности почвенного плодородия на выбор элементов методики полевого опыта / А. А. Белоусов, Е. Н. Белоусова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С. 55–62.
- 3) Белоусов, А. А., Белоусова Е. Н. Сезонная динамика водорастворимого органического вещества чернозема выщелоченного в условиях почвозащитных технологий / А. А. Белоусов, Е. Н. Белоусова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 9 (132). – С. 134-139.
- 4) Белоусов, А. А., Белоусова Е. Н. Динамика содержания органического вещества черноземов в условиях минимизации обработки в Красноярской лесостепи / А. А. Белоусов, Е. Н. Белоусова // Агрохимия. – 2020. – № 3. – С. 24-30.
- 5) Витковская, С. Е. Оценка пространственной неоднородности агрохимических показателей почвы и массы растений в полевом опыте / С. Е. Витковская // Плодородие. – 2009. – № 5. – С.8-9.
- 6) Витковская, С. Е. Методы оценки неоднородности почвенного покрова при планировании и проведении полевых опытов. – СПб: АФИ, 2011. – 52 с.
- 7) Витковская, С. Е. Проблемы управления продукционным процессом посевов в условиях пространственной и временной неоднородности параметров плодородия почвы и роста и развития растений / С. Е. Витковская // Материалы Международной конференции «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата (к 80-летию Агрофизического НИИ)». Санкт-Петербург, 20–21 сентября 2012 г. СПб.: Любавич, 2012. – С. 216–219.
- 8) Воробьева, Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
- 9) Медведев, В. В., Мельник, А. И. Неоднородность агрохимических показателей почвы в пространстве и во времени / В. В. Медведев, А. И. Мельник. // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С.20-26.
- 10) Розанов, Б. Г. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия (некоторые теоретические аспекты) / Б. Г. Розанов // Почвоведение. – 1987. – № 2. – С.5-15.
- 11) Belousov, A., Belousova, E., Stepanova, E. The effect of zero-tillage technologies on the transformation of organic matter in leached chernozem / V International conference «AGRITECH- V – 2021» IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2021. С. 32001.

Секция 2. ПРОБЛЕМЫ АГРОХИМИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 631.83/87:631.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЧВЫ ЭЛЕМЕНТАМИ NPK

Ахмерова Карина Тимуровна, студент
Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
applepen2442@mail.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Курмашева Надежда Геннадьевна
Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
n.kurmasheva@mail.ru

*В статье представлены результаты испытаний микробиологических препаратов на основе штаммов бактерий *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* и *Bacillus mucilaginosus*.*

*Ключевые слова: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mucilaginosus*, биоудобрения, почвенная микробиология.*

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICS FOR ENRICHMENT SOILS WITH NPK ELEMENTS

Akhmerova Karina Timurovna, student
Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
applepen2442@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kurmasheva Nadezhda Gennadiyevna
Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
n.kurmasheva@mail.ru

*The article presents and analyzes the results of tests of microbiological preparations based on strains of bacteria *Azotobacterchroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Bacillus mucilaginosus*.*

*Key words: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mucilaginosus*, biofertilizers, soil microbiology.*

Введение. Азот, фосфор и калий – основные элементы минерального питания растений. Общая доля от содержания в растении – 1,5%. Наличие в почве азота, фосфора и калия является одним из главных факторов формирования плодородия почв. При снятии урожая с полей, происходит потеря этих элементов в составе биомассы растений [1, 7].

Для восполнения недостатка НРК используют минеральные удобрения. Однако существует ряд проблем, связанных с их применением. Регулярное использование минеральных удобрений негативно сказывается на качестве почв. Из ППК вытесняются ионы водорода и алюминия – подкисляется реакция почвенного раствора. Образуются подвижные органические соединения, которые впоследствии вымываются из верхних слоёв почвы. Несвоевременное внесение минеральных удобрений влечёт за собой губительные последствия для урожая. Ещё одной проблемой является их дороговизна [2, 3, 4].

Для обогащения почвы зольными элементами на полях применяется сжигание стерни. Оно было особенно актуально в засушливых регионах, где заделка стерни в почву и применение биодеструкторов не дают нужных результатов. Сжигание стерни влияет на плодородие почвы неоднозначно [5, 6, 8]. Положительным эффектом является возврат в почву питательных элементов растений – около 0,25% фосфора, 0,5% азота, 1% калия и около 40% углерода от общей массы стерни. Отрицательным действием является гибель почвенных организмов и разложение многих органических веществ вследствие нагрева – температура на поверхности почвы достигает 400, а на глубине до 5 см – 50 градусов. Однако на данный момент вопрос: сжигать ли стерню на полях – уже решён. С постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года №1479 о правилах противопожарного режима, сжигание стерни на полях стало административно наказуемым.

Обогащение почвы азотом возможно с помощью бактерий *Azotobacter chroococcum*. Данный штамм бактерий в процессе жизнедеятельности фиксирует в почве азот из воздуха в виде растворимых соединений, делая азот доступным для растений. Также *Azotobacter chroococcum* выделяет в почву ауксины, цитокинины и ГА-подобные вещества, способствуя ускорению роста и развития растений. Известно об эффективности действия этих микроорганизмов в ассоциации с другими почвенными бактериями родов *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Agrobacterium*, а также клубеньковыми бактериями.

Фосфор поступает в почву в виде минеральных солей из почвообразующей породы, а также с органическими останками животных и растений. До 90% фосфора в почве находится в недоступной для растений форме. Растения могут поглотить только фосфор, находящийся в почвенном растворе. Аммонийные соли, одно- и двузамещенные фосфаты Ca и Mg, $Mg_3(PO_4)_2$ легко переходят в раствор и становятся доступными для растений. Фосфор, находящийся в составе органических соединений, должен перейти в остаток ортофосфорной кислоты (H_2PO_4 , HPO_4 , PO_4).

Bacillus megaterium - палочковидные бактерии. В процессе жизнедеятельности мобилизуют фосфор из органических соединений, обогащая им почву.

Bacillus mucilaginosus, другое название - силикатные бактерии, растворяют силикатные минералы (по большей части диатомит), в составе которых находится калий. Таким образом, они обогащают почву калием.

Таким образом, целью исследований являлось подобрать биопрепараты, содержащие вышеперечисленные штаммы бактерий. Задача исследования: оценить эффективность подобранных биопрепаратов.

Материалы и методы исследований. Опыты проводились на базе центра агрохимической службы «Башкирский». Образцы для исследований были взяты в четырёх повторностях. Внесение препаратов на поля производилось в соответствии с рекомендациями производителя.

Таблица 1 – Изменение содержания фосфора в результате применения препаратов, в мг/кг почвы

Варианты	Исходное	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 2 месяца
Контроль	263,8	278,7	210	280,5
БиоАзФК (Зл/га)	258,8	257,8	355	276,5
Азотовит	268,8	303,5	300	322,5
Фосфатовит	258,8	256,8	417,5	286,5

В варианте Азотовит наблюдается наибольшее увеличение содержание фосфора и составляет 322,5 мг/кг почвы

Таблица 2 – Изменение содержания калия в результате применения препаратов, в мг/кг почвы

Вариант	Исходное	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 2 месяца
Контроль	100,5	86,33	96	106,5
БиоАзФК (Зл/га)	89	107,5	121,3	115,3
Азотовит	119	107	131	117,5
Фосфатовит	89,25	109	121,3	114,5

Препарат «Азотовит» содержит в составе штамм бактерий *Beijerinckia fluminensis*, угнетающий штамм *Beijerinckia fluminensis*. Это обусловило отрицательное действие препарата на содержание калия в образце почвы.

Таблица 3 – Изменение содержания нитратного азота в результате применения препаратов, в мг/кг почвы

Вариант	Исходное	Через 2 недели	Через 1 месяц	Через 2 месяца
Контроль	4,75	8,45	13,13	20,38
БиоАзФК (Зл/га)	6,33	12,83	12,75	23,93
Азотовит	5,9	10,2	10	18,48
Фосфатовит	6,1	10,05	12,05	23,48

Все варианты перпараты дали положительный результат и способствовали увеличению содержания нитратного азота.

Вывод. Применение бактериальных биопрепаратов возможно интегрировать в комплекс мелиоративных мероприятий. Микроорганизмы в составе препаратов повышают усвояемость элементов питания из минеральных удобрений, позволяя снизить норму внесения на 30%. Внесение биопрепаратов на сидеральные пары будет наиболее эффективным методом применения.

Литература:

1) Агрохимия: учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков {и др.}; под ред. В. Г. Минеева. – Москва: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 720с.

2) Дятлова, К. Д. Микробные препараты в растениеводстве / К. Д. Дятлова // Сорос. Образовательный журнал. Серия Биология. – 2001. – Т. 7, № 5.

3) Бочарникова, Е. А. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения / Е. А. Бочарникова, Матыченков В. В., Матыченков И. В // Агрохимия. – 2011. – № 7.

4) Третьяков, Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Маркушин и др.; Под ред. Н. Н. Третьякова – 2-е изд. – Москва: КолосС, 2005 – 656 с.

5) Земледелие: учебник / Г. А. Баздырев, А. В. Захарова, В. Г. Лошаков {и др.} под ред. Г. И. Баздырева. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 608с.

6) Русакова, А. А. Агроэкологическое обоснование использования микробиологических препаратов в качестве деструкторов соломы озимой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области. / А. А. Русакова / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии – 2020 – № 5.

7) Аюпов, З. З. Влияние элементов биологизации земледелия на динамику лабильных гумусовых веществ, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. / З. З. Аюпов, Н. С. Анохина, И. Ф. Хайруллина, Н. Г. Курмашева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (100). – С. 537-539.

8) Курмашева, Н. Г. Основы статистического анализа результатов полевых исследований / Н. Г. Курмашева, И. Г. Асылбаев, Д. Р. Исламгулов // Уфа, 2020.

**ИЗУЧЕНИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ, ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ФОСФАТНОГО СОСТОЯНИЯ
АГРОЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Барова Чайзат Сыдым-ооловна, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
saaya.chajzat@bk.ru

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор
Ульянова Ольга Алексеевна
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kora64@mail.ru

В статье отобразены проблемы фосфора в земледелии, вопросы применения фосфоритной муки и фосфорсодержащих удобрений, результаты действия удобрений в агроценозе сои.

Ключевые слова: фосфор, фосфоритная мука, фосфорсодержащие удобрения, фосфатное состояние, содержание подвижного фосфора, агрочернозем, соя

**STUDY OF PHOSPHORITE FLOUR, PHOSPHORUS-CONTAINING
MINERAL FERTILIZERS AND PHOSPHATE STATE OF
AGROCHERNOZEM OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

Barova Chaizat Sadym-oolovna, postgraduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
saaya.chajzat@bk.ru

Scientific supervisor: Doctor of Biological Sciences, Professor
Ulyanova Olga Alekseevna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kora64@mail.ru

The article reflects the problems of phosphorus in agriculture, issues of using phosphate rock and phosphorus-containing fertilizers, and the results of the action of fertilizers in soybean agrocenosis.

Key words: phosphorus, phosphate rock, phosphorus-containing fertilizers, phosphate state, content of available phosphorus, agrochernozem, Soybeans

Россия по запасам фосфатных руд входит в первую десятку стран мира, а по внесению фосфорных удобрений на гектар пашни занимает одно из

последних мест. Отсюда низкая урожайность сельскохозяйственных культур. В РФ восточнее Урала нет заводов по производству фосфорных удобрений [4]. Поэтому сельскохозяйственные угодья этого региона испытывают еще больший их дефицит, чем европейская часть нашей страны. Дефицит фосфорных удобрений в Сибири привел к освоению месторождений местного сырья. Запасы фосфатных руд в бассейнах Сибири и Дальнего Востока составляют около миллиарда тонн руды. В Красноярском крае известно более 10 месторождений апатитов и фосфоритов. Наибольший интерес представляют Сейбинское, Телекское и Татарское месторождения [3]. Вопросы изучения возможности использования и эффективности применения фосфоритной муки для региона являются актуальными. Для сравнительной оценки действия в полевом опыте применяли и другие фосфорсодержащие минеральные удобрения и вносили их на фоне физиологически кислого сульфата калия согласно следующей схеме опыта: 1) контроль; 2) сульфоаммофос – САФ (10) + K_c (60); 3) сульфоаммофос – САФ (20) + K_c (60); 4) аммофос – АФ (20) + K_c (60); 5) аммофос – АФ (40) + K_c (60); 6) нитроаммофоска – НАФК (10) + K_c (60); 7) нитроаммофоска – НАФК (20) + K_c (60); 8) фосфоритная мука – P_ϕ (1 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60); 9) фосфоритная мука – P_ϕ (1,5 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60).

Повторность полевого опыта – четырехкратная. Посев сои сорта Эос провели 23 мая Agrator-4800M. Метод размещения делянок на опытном поле – систематический последовательный, общая площадь делянки – 96 м², учетная – 45 м². Отбор почвенных проб проводили из слоев 0-10 и 10-20 см. Урожай учитывали методом пробного снопа. Химические и физико-химические показатели определены по [1]. В почвенных пробах определяли содержание подвижного фосфора и калия – по Ф.В. Чирикову. Метеорологические условия вегетационного периода характеризовались повышенными значениями температурного режима и недостатком осадков относительно среднегодовых значений.

Количество подвижного фосфора перед посевом сои в вариантах опыта оценивалось высоким уровнем обеспеченности. Реакция среды соответствовала нейтральным значениям ($pH_{H_2O} = 6,6-6,8$) и не отличалась существенным пространственным варьированием ($F_\phi < F_{05}$). Далее, спустя месяц последействия внесенных минеральных удобрений, в почве всех вариантов реакция среды почвенного раствора сместилась до слабокислых значений. Однако значимые изменения выявлены в почве вариантов, где применялись фосфоритная мука и нитроаммофоска в дозе 20 кг д.в. /га.

Высокая обеспеченность фосфором еще не является гарантом высвобождения и подвижности фосфорсодержащих соединений. Так, по данным [2] скорость поглощения фосфора молодыми растениями значительно выше интенсивности его перехода из твердой фазы в почвенный раствор даже в

почвах с высокой обеспеченностью этим элементом. Другой важной причиной повлиявшей на снижение доступности моно- и дифосфатов являлся гидротермический фактор, когда на протяжении всего периода вегетации наблюдались засушливые условия и перенос анионов фосфорной кислоты к корням сои в почвенном растворе был затруднен.

Однако результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа свидетельствуют о сильной корреляционной зависимости ($r=0,81$) продуктивности сои от обеспеченности агрочернозема подвижным фосфором.

Литература:

- 1) Воробьева, Л. А. Теория и практика химического анализа почв / Л. А. Воробьева. - М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
- 2) Сычев, В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В. Г. Сычев. – М.: РАН, 2019. – 328 с.
- 3) Ульянова, О. А. Нетрадиционные удобрения и технологии их применения: учеб. пособие / О. А. Ульянова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 139 с.
- 4) Чайкина, М. В. Перспективы использования фосфатного сырья Сибирских месторождений в качестве удобрений / М. В. Чайкина, И. В. Науменко // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2001. – С. 115–119.

УДК 631.679.4

ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОРОХА СОРТА РАДОМИР

Безруких Анна Михайловна, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
bezrukix.anna@bk.ru

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор
Сорокина Ольга Анатольевна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
geos0412@mail.ru

Приведены результаты полевого опыта по действию новых видов серосодержащих удобрений на продуктивность и условия питания гороха сорта Радомир, на черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи. Установлена оптимизация условий азотного питания и продуктивности гороха при внесении обогащенных азотом и серой удобрений.

Ключевые слова: питание серой, обогащенные удобрения, горох, тканевая диагностика, продуктивность биомассы.

THE EFFECT OF SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF RADOMIR PEAS

Bezrukikh Anna Mikhailovna, postgraduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
bezrukix.anna@bk.ru

Scientific supervisor: Doctor of Biological Sciences, Professor
Sorokina Olga Anatolyevna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
geos0412@mail.ru

The results of a field experiment on the effect of new types of sulfur-containing fertilizers on the productivity and nutritional conditions of peas of the Radomir variety, on leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe, are presented. Optimization of nitrogen nutrition conditions and pea productivity when applying fertilizers enriched with nitrogen and sulfur has been established.

Keywords: sulfur nutrition, enriched fertilizers, peas, tissue diagnostics, biomass productivity.

Сера – один из необходимых элементов питания растений. Её роль в метаболизме растений определяется участием в процессах фотосинтеза, дыхания, азотного и углеводного обменов, образования хлорофилла, каротиноидов, ряда витаминов, ферментов, растительных масел и эфиров [3]. Сера способствует фиксации азота, усиливая образование клубеньков у растений.

При недостатке серы в почве и растениях задерживается синтез белков и аминокислот, а у бобовых культур снижается интенсивность фиксации азота из атмосферы. Оптимизация питания растений серой повышает эффективность использования азотных, фосфорных, калийных удобрений и улучшает качественные показатели растениеводческой продукции [1].

Применение серосодержащих удобрений становится актуальным в результате роста урожайности сельскохозяйственных культур, изменения структуры севооборотов, сокращения объемов внесения органических удобрений, а также снижения использования удобрений и пестицидов, содержащих серу.

Почвы сельскохозяйственных угодий всех зон Красноярского края характеризуются низким и средним содержанием подвижной серы, что свидетельствует об остром дефиците этого элемента питания в целом по региону (табл. 1). В агроценозах, как правило, отмечается отрицательный баланс серы [2].

Таблица 1 – Результаты агрохимического обследования почв на содержание подвижной серы по зонам края (мг/кг почвы), 2020 г.

Природные зоны		
Центральная и западная	Южная	Восточная
6,48	3,2	3,09
Итого по краю: 4,26		

Для улучшения серного питания сельскохозяйственных культур необходимо увеличить дозы внесения серосодержащих минеральных и органических удобрений. Оптимизация серного питания растений с учетом агрохимических свойств зональных почв повысит эффективность применения макро- и микроудобрений, увеличит продуктивность и качество сельскохозяйственных культур.

В связи с этим была поставлена **цель**: изучить и оценить влияние обогащенных серосодержащих удобрений на продуктивность и качество гороха сорта Радомир.

Объекты и методы исследований. Исследования были проведены на черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи, который характеризуется низкой обеспеченностью подвижной серой. Полевой опыт был заложен в 2023 году с серолюбивой бобовой культурой – горохом. Повторность опыта четырехкратная.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) контроль (без удобрений);
- 2) аммонийная селитра стандартная;
- 3) аммонийная селитра кальцинированная, обогащенная фосфором;
- 4) сульфат аммония, обогащенный азотом и серой;
- 5) сульфат аммония с гуматом калия;
- 6) нитроаммофоска с серой.

Была проведена тканевая диагностика для оценки балла обеспеченности растений гороха азотом в разные фазы развития растений, а также биометрическая диагностика с целью измерения высоты растений в фазу максимального развития вегетативных органов. Рассчитали содержание сухого вещества. Учили продуктивность сырой и сухой биомассы культуры. Результаты учета статистически обработали, определив достоверность различий по величине НСР.

Горох, как и другие зернобобовые, является культурой белкового типа питания. Недостаточное содержание в почве подвижной серы снижает урожайность и качество зерна, поскольку она входит в состав белков и способствует образованию клубеньков у бобовых растений [4].

Результаты исследований. Во внесении серосодержащих удобрений (сульфата аммония, сульфоаммофоса, сульфата калия, нитроаммофоски, обогащенной серой и т.д.) нуждается 94,4 % площади пашни, особенно на которых планируется выращивание бобовых и масличных культур. Её

недостаток сказывается на образовании репродуктивных органов и имеет сходство с признаками недостатка азота (молодые листья мелкие, стебли жесткие, рост растений ослабленный, окраска листьев равномерно бледно-зеленая).

Таблица 2 – Результаты растительной диагностики гороха сорта Радомир при внесении обогащенных удобрений

Вариант	Балл обеспеченности растений азотом, n=8		Высота растений, 8.07.23 г (n=8)	Сухое вещество, % (n=4)
	8.07.23 г	22.08.23 г		
Контроль, без удобрений	4,7	2,4	31,2	35,4
Аммонийная селитра стандартная	4,2	2,6	30,1	30,2
Аммонийная селитра кальцинированная	4,1	4,2	30,7	33,9
Сульфат аммония, обогащенный азотом и серой	4,4	2,9	30,1	36,6
Сульфат аммония с гуматом калия	5,1	3,6	32,6	35,3
Нитроаммофоска с серой	4,9	4,1	23,9	34,1

По данным таблицы 2 видно, что содержание азота в клеточном соке тканей растений гороха в период начала цветения выше, чем в фазу созревания плодов. Это может быть связано с образованием клубеньковых бактерий, которые помогают лучше усваивать азот атмосферы, повышая его концентрацию в зеленых частях растений. В то же время на вариантах с внесением серосодержащих удобрений отмечается более высокая обеспеченность вегетирующих растений азотом в сравнении с контролем. Установлено снижение содержания азота в вегетативных органах гороха на всех вариантах, относительно контроля, ко второму сроку определения. Это связано с усилением оттока минерального азота из вегетативных органов в генеративные и включением его в синтез протеиновых веществ. Важным показателем качества растениеводческой продукции является содержание сухого вещества. В целом на всех вариантах опыта содержание сухого вещества высокое. Оно несколько возрастает на варианте с внесением сульфата аммония обогащенного азотом и серой.

Продуктивность как сырой, так и сухой биомассы гороха сорта Радомир высокая (табл. 3). На вариантах с внесением аммонийной селитры кальцинированной, обогащенной фосфором, и сульфатом аммония, обогащенным азотом и серой, установлена статистически достоверная максимальная прибавка продуктивности воздушно-сухой массы гороха сорта Радомир. Получена достаточно высокая прибавка продуктивности биомассы гороха при внесении сульфата аммония с гуматом калия. Внесение нитроаммофоски, обогащенной серой, не показало положительного результата. Это, по-видимому, связано с более медленным растворением гранул данного удобрения, особенно в условиях дефицита почвенной влаги при засушливой второй половине вегетационного сезона года исследований.

Таблица 3 – Продуктивность гороха сорта Радомир при внесении обогащенных удобрений (n=4)

Вариант	Воздушно-сухая масса	Прибавка
	ц/га	
Контроль, без удобрений	166	-
Аммонийная селитра стандартная	157	-3
Аммонийная селитра кальцинированная	199	+33
Сульфат аммония, обогащенный азотом и серой	214	+48
Сульфат аммония с гуматом калия	178	+12
Нитроаммофоска с серой	165	-1
НСР		13

Заключение. Таким образом, выявлено повышение содержания нитратного азота в клеточном соке растений гороха при внесении всех видов удобрений в более ранние фазы вегетации, что впоследствии положительно повлияет на усвоение и включение минерального азота в биосинтез органических азотсодержащих веществ. Это является положительным фактором оптимального питания, обеспечивающим формирование высоких уровней продуктивности растений, повышающих качество продукции. Горох сорта Радомир показал высокий уровень урожайности, на вариантах с внесением обогащенных минеральных удобрений, где отмечается статистически достоверная прибавка, что свидетельствует об эффективности применяемых удобрений.

Литература:

1) Аристархов, А. Н. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения / А. Н. Аристархов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. – №5. – С. 39 – 47.

2) Волошин, Е. И. Сера в почвах Минусинской лесостепи Красноярского края / Е. И. Волошин, А. П. Сергеев, Е. В. Юферова. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2. – С. 56-64.

3) Маслова, И. Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И. Я. Маслова // Новосибирск: В.О. «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 124 с.

4) Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края. Рекомендации. / Красноярск, 2020. – 49 с.

УДК 631.8

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Варфоломеева Ирина Алексеевна, магистр

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
varfolomeeva.2022@list.ru

Научный руководитель: д-р биол. наук, профессор

Ульянова Ольга Алексеевна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kora64@mail.ru

В статье представлены результаты полевого опыта с картофелем сорта Арамис. Показано влияние минеральных удобрений и органо-минеральных смесей на динамику минеральных форм азота

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, ОМС, минеральные формы азота, картофель.

DYNAMICS OF THE CONTENT OF MINERAL FORMS OF NITROGEN IN THE SOIL DURING POTATO CULTIVATION

Varfolomeeva Irina Alekseevna, master degree student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
varfolomeeva.2002@list.ru

Supervisor: Doctor of Biological Sciences, Professor

Ulyanova Olga Alekseevna

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
kora64@mail.ru

The article presents the results of a field experiment with potatoes of the Aramis variety. The influence of mineral fertilizers and organo-mineral mixtures on the dynamics of mineral forms of nitrogen is shown

Key words: leached chernozem, OMS, mineral forms of nitrogen, potatoes.

Картофель является важной продовольственной культурой, которая обеспечивает продовольственную безопасность России и является 3-й культурой после пшеницы и риса. Одним из важных факторов повышения ее урожайности является внесение органо-минеральных удобрений. К новым формам таких удобрений, могут быть отнесены органо-минеральные смеси (ОМС), включающие торф и вермикулит местных месторождений. Как известно вермикулит в составе ОМС способствует оптимизации воздушно-влажностного режима почвы, а торф – способствует повышению содержания органического вещества в почве.

Разведанные запасы вермикулитового концентрата только на Татарском месторождении края составляют 2,3 млн т, а прогнозные около 5 млн т. В Енисейском районе Красноярского края сосредоточены самые большие запасы торфяных ресурсов около 3 млрд т [3]. С учетом наличия богатой сырьевой базы широкое применение этих ресурсов в агротехнологиях является актуальной задачей. Однако, приготовленные органо-минеральные смеси на основе этого сырья еще не исследованы. Поэтому целью работы являлась оценка действия органо-минеральных смесей на содержание минеральных форм азота в почве в технологии возделывания картофеля.

Объектами исследований являлись чернозем выщелоченный, органо-минеральные смеси, отличающиеся между собой разным соотношением в составе торфа и вермикулита, минеральные удобрения: сульфат калия и сульфаммофос, картофель сорта Арамис. Исследования проводили в 2023 году в полевом опыте в УНПК «Борский». Минеральные удобрения и органо-минеральные смеси вносили в почву весной до посадки картофеля согласно схеме опыта: 1) Контроль (без удобрений); 2) $N_{30}P_{30}K_{20}$; 3) ОМС1, (в дозах 5, 10, 15 т/га); 4) ОМС2, (в дозах 5, 10, 15 т/га); 5) ОМС3, (в дозах 5, 10, 15 т/га). Посадку картофеля проводили вручную в подготовленные механизированным путем гребни в третьей декаде мая. Размещение делянок, площадью 10 м² было последовательным. Схема посадки 90*35 см. Урожай картофеля учитывали методом сплошной уборки с каждой делянки вручную. Повторность опыта трехкратная. Почвенные образцы отбирали при посадке картофеля, в фазу бутонизации, после уборки картофеля из слоев 0-10 см и 10-20 см.

В отобранных почвенных образцах определяли: рН_{n20} – потенциометрически. Содержание аммонийного азота – с реактивом Несслера [1], нитратного азота – дисульфифеноловым методом в модификации С.Л. Иодко и И.Н. Шаркова [2].

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили с использованием программы «Excel».

Результаты исследований. Из всех внешних факторов, оказывающих влияние на физиолого-биохимические процессы в растениях, а следовательно, на величину урожая, ведущая роль принадлежит азоту. В связи с этим в задачи исследований входило проследить за поступлением с удобрениями минеральных форм азота и их использованием растениями.

Результаты проведенных исследований показали, по реакция почвенного раствора по вариантам опыта варьировала от нейтральной до слабощелочной.

Данные по количеству аммонийного азота в почве при посадке картофеля показали только следы этой формы азота, в тоже время обеспеченность нитратной формой азота была очень высокой в слое 0-10 см по всем вариантам опыта. В слое 10-20 см в этот период обеспеченность нитратной формой азота варьировала от очень низкой до низкой в зависимости от варианта опыта. На ранних этапах своего развития картофель не требует особенного минерального питания, так как запас необходимых веществ содержится в посадочном клубне. В динамике в период бутонизации картофеля (конец июля) в слое 0-10 см отметили очень высокую обеспеченность почвы аммонийной формой азота во всех вариантах опыта. Следует отметить, более высокие значения показателя в удобренных минеральными удобрениями и органо-минеральными смесями 3 вариантах. В слое 10-20 см обеспеченность оставалась на том же уровне, но была выше контроля в удобренных ОМС3 вариантах. В этот же период на контрольном варианте обеспеченность нитратным азотом в слое 0-10 см была средней, а в удобренных вариантах характеризовалась очень высокой обеспеченностью, которая снизилась в слое 10-20 см до очень низких значений в контрольном варианте, до низких количеств в варианте с ОМС2, до средней обеспеченности в варианте НРК, ОМС3 (15 т/га), что, по-видимому связано с использованием нитратного азота на формирование клубней картофеля. В вариантах с ОМС3 независимо от дозы внесения содержание этого показателя характеризовалось очень высоким классом обеспеченности. К уборке урожая картофеля обеспеченность аммонийным и нитратным азотом характеризовалась очень высокой обеспеченностью во всех вариантах опыта, исключение составил вариант с минеральными удобрениями, где обеспеченность была повышенной. Таким образом, полученные результаты могут быть обусловлены гидротермическими условиями года возделывания картофеля, которые были засушливыми и удобрения в полной мере не были использованы растениями, что отразилось на формировании урожайности растений. Результаты корреляционно-регрессионного анализа показали среднюю зависимость урожая картофеля с реакцией почвенного раствора ($R=0,35$) и содержанием аммиачного азота ($R=0,58$).

Литература:

- 1) Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина; Москва: Изд-во МГУ. 1970. – 478 с.
- 2) Иодко, С. Л. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве / С. Л. Иодко, И. Н. Шарков // Агрохимия. – 1994. – №4. – С. 95-97.
- 3) Ульянова, О. А. Нетрадиционные удобрения и технологии их применения: учебное пособие / О. А. Ульянова. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 139 с.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ГРЕЧИХИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ

Гавриленко Виктория Валерьевна, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vkvktr08ffg@gmail.com

Дамба Айран Шораанович, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ayran.damba@bk.ru

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

В статье рассмотрено влияние доз фосфоритной муки и физиологически кислых минеральных удобрений на реакцию среды агросерой почвы и обеспеченность элементами питания гречихи.

Ключевые слова: гречиха, минеральные удобрения, фосфоритная мука, реакция среды

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE SUPPLY OF BUCKWHEAT WITH NUTRIENTS

Gavrilenko Victoria Valeryevna, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
vkvktr08ffg@gmail.com

Damba Ayran Shoraanovich, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Scientific supervisor: Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Belousova Elena Nikolaevna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
svobodalist571301858@mail.ru

The article examines the effect of doses of phosphorous flour and physiologically acidic mineral fertilizers on the reaction of the medium of agro-gray soil and the provision of buckwheat nutrients.

Keywords: buckwheat, mineral fertilizers, phosphorous flour, medium reaction

Актуальность. Гречиха является ценной сельскохозяйственной культурой, возделываемой во многих странах мира для получения урожая зерна, перерабатываемого в высококачественную крупу. Высокая стоимость зерна гречихи на товарном рынке делает ее одной из наиболее экономически выгодных полевых культур. Однако, по урожайности гречиха уступает

основным зерновым культурам, что во многом связано с особенностями реакции растений на элементы питания [8-11]. Высокая отзывчивость гречихи на удобрения обуславливается большой потребностью в питательных веществах. Повышенную потребность этой культуры в удобрениях можно объяснить тем, что она усваивает из почвы минеральные вещества за небольшой срок, так как ее вегетационный период не продолжительный [6].

Возместить недостаток фосфора может самое дешевое и технологически простое фосфорное удобрение – фосфоритная мука. Научное обоснование применения фосфоритной муки было сделано в вегетационных опытах Д.Н. Прянишникова и П.С. Коссовича, показавших, что люпин и гречиха отличаются от злаковых культур способностью использовать фосфорит. Необходимым условием полного учета действия фосфоритной муки является не только определение ее влияния непосредственно на удобряемые культуры в прямом действии, но и выявление ее эффективности в последствии на последующих культурах таких как гречиха – с ее повышенной отзывчивостью на фосфоритную муку [9]. В условиях земледельческой зоны Красноярского края сельскохозяйственные культуры в начале вегетации испытывают азотно-фосфорное голодание. Поэтому внесение азотных и фосфорсодержащих удобрений является фактором для получения устойчивых урожаев [1, 3-5, 11].

Цель работы: изучить влияние реакции среды агросерой почвы и доз фосфоритной муки на обеспеченность элементами минерального питания и урожайность гречихи.

Объекты и методы исследований. Исследования были проведены в производственных посевах ООО учхоза «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи Красноярского геоморфологического округа, расположенного в пределах Чулымо-Енисейского денудационного плато юго-западной окраины Средней Сибири. Его географическое положение определяется координатами 56°26' с.ш. и 92°54' в.д. Объект исследований – агросерая среднегумусная среднемошная легкоглинистая почва на красно-бурой глине.

Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: содержание гумуса – 3,89 % (по Тюрину), pH_{H_2O} – 6,4, гидролитическая кислотность – 0,3-3,5, содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 77 и 216 мг/кг, соответственно.

Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1) контроль; 2) фосфоритная мука – P_{ϕ} (0,5 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60); 3) фосфоритная мука – P_{ϕ} (1 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60); 4) фосфоритная мука – P_{ϕ} (1,5 т/га) + сульфат аммония – N_a (100) + калий сернокислый – K_c (60).

Исследования проводились в севообороте: кукуруза – яровая пшеница – гречиха – соя – картофель – яровая пшеница. Посев гречихи сорта Жданка проведён 2 июня пневматической сеялкой Быстрица-6. Метод размещения делянок на опытном поле – систематический последовательный, число повторностей – 4, общая площадь делянки – 120 м², учетная – 48 м², форма – прямоугольная. Элементы методики полевого опыта были выбраны исходя из агроэкологических параметров плодородия агросерых почв [2]. Отбор

почвенных проб проводили из слоев 0-10 и 10-20 см, рандомизированно. Урожай учитывали методом пробного снопа. Химические и физико-химические показатели определены по [7]. В почвенных пробах определяли реакцию среды – ионометрически, подвижный фосфор и калий – по Ф.В. Чирикову. В фазы ветвления и цветения отбирали растительные пробы в пятикратной повторности с каждой из делянок опытных вариантов и анализировали по экспресс-методу [12]. Исследования были сосредоточены на изучении реакции растений гречихи в период ее вегетации на внесенные минеральные удобрения. Метеорологические условия оцениваемого вегетационного периода характеризовались повышенным температурным фоном и дефицитом осадков относительно нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Гидротермические показатели в годы наблюдений

Год	Месяц					Сумма активных температур
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
	Средняя температура воздуха, °С					
2023	9,0	18,0	20,0	18,0	11,0	2048
Норма (1980-2010 гг.)	9,0	17,5	19,1	16,0	8,9	1613
	Осадки, мм					Сумма осадков
2023	33,0	30,2	44,9	42,9	79,9	198
Норма (1980-2010 гг.)	39,8	52,0	69,7	64,7	38,5	186

Результаты исследований. В опытах с минеральными удобрениями обязательным фактором для наблюдений является определение реакции почвенной среды. Особую важность данная информация представляет при изучении эффективности такого фосфорного удобрения, как фосфоритная мука. Выявлено, что почва стационара перед закладкой полевого опыта характеризовалась слабокислой реакцией. После основного осеннего внесения фосфоритной муки и сульфата калия, а также припосевного (весной) внесения гранулированного сульфата аммония реакции сместилась в сторону среднекислых значений (табл. 2).

Таблица 2 – Реакция среды агросерой почвы в вариантах опыта (0-10 см)

Вариант	Фон	Май	Июнь		Июль	
			0-10	10-20	0-10	10-20
1. Контроль	6,0	5,9	5,8	5,9	6,0	5,9
2. P _ф (0,5 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	6,2	5,7	6,0	5,7	5,9	5,9
3. P _ф (1 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	6,1	5,9	5,8	5,9	5,8	6,0
4. P _ф (1,5 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	6,1	5,7	6,0	5,8	5,9	5,8
НСР ₀₅	F _ф < F ₀₅	F _ф < F ₀₅	0,2	0,1	F _ф < F ₀₅	F _ф < F ₀₅

По своему питательному режиму гречиха является особенным растением. Известно, что корневая система данной культуры способна выделять муравьиную, лимонную и щавелевую кислоту, способствующие усвоению

труднорастворимых соединений фосфора и калия, которые недоступны для большинства сельскохозяйственных культур. В связи с этим нами была проведена тканевая диагностика растений гречихи с целью выявления уровня обеспеченности культуры элементами питания в период вегетации (табл. 3). Установлено, что химический состав растений интегрирует «треугольник Прянишникова», отражая взаимодействие почвы, удобрений и растений.

Таблица 3 – Результаты тканевой диагностики минерального питания гречихи

Вариант	Элемент питания	Балл обеспеченности		Урожайность, ц/га
		Июнь (фаза ветвления)	Июль (фаза цветения)	
1 Контроль	N-NO ₃	1,6	0,2	4,6
	P ₂ O ₅	2,7	2,4	
	K ₂ O	0,3	0,8	
2. P _ф (0,5 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	N-NO ₃	4,2	1,0	15,2
	P ₂ O ₅	2,1	2,2	
	K ₂ O	0,7	1,0	
3. P _ф (1 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	N-NO ₃	3,7	1,1	16,7
	P ₂ O ₅	3,1	2,3	
	K ₂ O	1,9	0,5	
4. P _ф (1,5 т/га) + N _а (100) + K _с (60)	N-NO ₃	2,5	1,3	10,2
	P ₂ O ₅	1,5	2,4	
	K ₂ O	1,0	1,2	
НСР ₀₅	N-NO ₃	F _ф < F ₀₅	F _ф < F ₀₅	4,4
	P ₂ O ₅	1,1	F _ф < F ₀₅	
	K ₂ O	1,0	F _ф < F ₀₅	

Большое значение для действия фосфорных и азотных удобрений на урожайность культур имеет соотношение между количествами азота и фосфора, которые находятся в распоряжении растений. М.А. Егоров (1925) образно выразил их особенности: «В буквальном смысле... это свет и тень, верхняя и нижняя сторона листа, мать и мачеха». Химическое действие азота в поглощении растениями фосфора, по мнению [13] состоит в регуляции реакции среды, в зависимости от которой различные анионы фосфатов неодинаково поступают в растения. Полученные данные тканевой диагностики указывают, в целом, на слабую обеспеченность растений гречихи фосфором и калием в фазу ветвления. Однако, совместное внесение сульфата аммония и фосфоритной муки в дозе 1 т/га, способствовало увеличению концентрации неорганических фосфатов и калия в клеточном соке растений. К фазе цветения наблюдалось перераспределение элементов питания в растительном организме. Так, во всех вариантах опыта наблюдалось существенное снижение обеспеченности гречихи минеральным азотом и, вероятно, вовлечение фосфора в синтез органических соединений. Формирование урожайности гречихи свидетельствует о существенном влиянии применяемых минеральных удобрений.

Литература:

- 1) Белоусова, Е. Н. Проблемы подвижного фосфора в земледелии Красноярского края / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов, Т. Н. Демьяненко, О. А. Ульянова // Современные проблемы и перспективы развития агрохимии, земледелия и смежных наук о плодородии почв и продуктивности полевых культур в Сибири. Материалы международной научно-производственной конференции с международным участием.: Красноярск, 2023. – С. 155-160.
- 2) Белоусов, А. А., Оценка агроэкологических параметров плодородия агросерых почв при закладке полевого опыта / А. А. Белоусов, Е. Н. Белоусова, О. А. Ульянова, Т. Н. Демьяненко, Ч. С.О. Барова // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 5 (194). – С. 81-88.
- 3) Белоусова, Е. Н. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации основной обработки / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2021. – № 3-4. – С. 3-8.
- 4) Белоусова, Е. Н., Белоусов, А. А. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации обработки / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 5 (128). – С. 149-156.
- 5) Белоусова, Е. Н. Влияние многолетних трав и пара на структурный состав и мобилизацию минеральных форм азота чернозема Красноярской лесостепи / Е. Н. Белоусова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2014. – № 1 (25). – С. 7-25.
- 6) Важов В. М., Влияние условий выращивания на урожайность гречихи в колючей лесостепи Алтая / В. М. Важов, А. В. Одинцев, В. Н. Козил // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 5. – С. 25-27.
- 7) Воробьева, Л. А. Теория и практика химического анализа почв / Л. А. Воробьева М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
- 8) Нарушева, Е. А. Влияние различных видов удобрений на плодородие почвы и продуктивность гречихи в Среднем Поволжье / Е. А. Нарушева // Плодородие. – 2012. – № 1. – С. 11-13.
- 9) Небытов, В. Г. Влияние длительного последействия суперфосфата и фосфоритной муки на фосфатный режим чернозема выщелоченного и урожайность гречихи / В. Г. Небытов // Агрохимия. – 2011. – № 6. – С. 27-32.
- 10) Никитина, В. И., Вагнер, В. В. Влияние способов посева и норм высева на посевные качества семян и сохранность растений к уборке сортов гречихи / В. И. Никитина, В. В. Вагнер // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 2. – С. 3-11.
- 11) Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е. В. Алхименко, Е. Н. Белоусова, О. Н. Вебер [и др.]. – Красноярск, 2020. – 48 с.
- 12) Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

13) Соколов, О. А. Минеральное питание растений в почвенных условиях (на примере гречихи) / О. А.Соколов; М.: Наука, 1980. – 235 с.

УДК 634.1-15.232

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕШНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ ПЛОДОВОДСТВА

Гузина Леона Евгеньевна, студент
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
Luda.agro@mail.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Рязанова Людмила Георгиевна
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
Luda.agro@mail.ru

В статье представлены результаты полевого опыта по оценке применения корневой и некорневой подкормки растений черешни для повышения урожайности и товарных качеств плодов.

Ключевые слова: черешня, удобрения, фертигация, некорневая подкормка, урожай, качество

THE PRODUCTIVITY OF CHERRY PLANTS DEPENDS ON THE METHOD OF FERTILIZATION IN THE SOUTHERN ZONE OF FRUIT GROWING

Liana Evgenievna Gushchina, student
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
Luda.agro@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Ryazanova Lyudmila Georgievna
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
Luda.agro@mail.ru

The article presents the results of field experience in evaluating the use of root and non-root fertilization of cherry plants to increase the yield and commercial qualities of fruits.

Keywords: cherries, fertilizers, fertigation, foliar fertilization, yield, quality.

Многолетние растения ежегодно с урожаем плодов из почвы выносят большое количество микро и макроэлементов. Хотя запасы питательных веществ содержащихся в почве достаточно велики, количество доступных

(находящихся в растворенном виде в почвенной воде) для растений составляет только 0,2 % [1, 3]. Одним из путей преодоления данной проблемы является разработка системы питания многолетних насаждений, включающая сроки, дозы и способы их внесения [2, 5]. Особо остро стоит вопрос по разработке систем питания для косточковых культур, в частности черешни [4]. На сегодняшний день производству предлагается большой ассортимент комплексных удобрений, позволяющий обеспечить растения необходимым набором элементов питания в определенные фазы их развития. Наряду с корневым внесением удобрений (в осенние сроки) применяются листовые и корневые (фертигация) подкормки в течение вегетации растений.

Исходя из выше изложенного, перед нами стояла задача изучить эффективность удобрений компании Еврохим при разных способах обработки (фертигация и некорневое применение) растений черешни.

Исследования проводились в 2022-2023 гг. в насаждениях черешни учхоза «Кубань», 2016 года закладки, схема посадки деревьев 4,0 x 2,0 м. В изучение был взят сорт среднего срока созревания Спутник, привитый на подвое ВСЛ-1.

Варианты опыта: 1 – хозяйственный фон – без внесения удобрений (контроль); 2 – Листовые подкормки; 3 – Листовые подкормки + корневые подкормки (фертигация). Удобрения компании Еврохим, используемые при проведении полевых опытов: Нитрат кальция, Aqualis® 18-18-18+3MgO+MЭ, Aqualis® 3-11-38+4 MgO+MЭ с низким содержанием азота.

Обработку растений проводили в конце цветения, перед началом молочной спелости плодов и перед началом созревания.

Как показал эксперимент, применение предложенной системы питания растений с использованием удобрений Еврохим, независимо от способа их внесения, привело к значительному увеличению продуктивности изучаемого сорта черешни. Однако надо отметить, что более эффективно проводить подкормку растений через лист и корневую систему, чем только через лист.

По нашим данным прибавка урожая при листовой подкормке растений удобрениями составила 34,2 %, тогда как сочетание листовой с корневой подкормок – 71,3 % (таблица). Проведенный эксперимент показал, что подкормка растений позволила повысить не только урожайность, но и товарное качество плодов и одновременность их созревания. Так, в вариантах с обработкой средняя масса плодов на 10 % выше, чем в контрольном варианте.

Таблица – Влияние способа подкормки растений на хозяйственный урожай черешни сорта Спутник, т/га (в среднем за 2022-2023 гг.)

Варианты	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, %	Растрескнутых плодов, %
Без внесения удобрений (контроль)	6,8	10,8	-	56,9
Листовые подкормки	7,5	14,5	34,2	21,5
Листовые + Корневые подкормки	7,5	18,5	71,3	15,5
НСР ₀₅	-	2,8	-	-

В свою очередь надо отметить, что в годы исследований май и июнь месяц были дождливыми с низкой для этого периода температурой воздуха, что оказало негативное влияние на товарное качество плодов черешни. Однако, проведенные подкормки способствовали повышению качества плодов, например, снижению их растрескивания. Так, по нашим данным в контрольном варианте из собранного урожая с дерева 56,9 % плодов оказались растрескнутыми, Применение листовых подкормок снизило этот показатель до 21,5 %, а в варианте с корневыми и листовыми подкормками до 15,5 %.

Таким образом, применение в насаждениях черешни листовой и корневой (фертигация) подкормок приводит к повышению урожайности и товарного качества плодов.

Литература:

1) Бакир-оглы, Д. Д.. Влияние некорневой подкормки калийными удобрениями на урожайность растений мандарина в условиях Абхазии / Д. Д. Бакир-оглы, Т. Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. тез. по материалам Всерос. (нац.) конф. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 561-563.

2) Дорошенко, Т. Н. [и др.] Приемы управления формированием хозяйственного урожая мандарина в условиях влажных субтропиков России. – Краснодар. – Тр. КубГАУ. – Вып. 2(77), 2019. – С. 89-94.

3) Дорошенко, Т. Н. Роль бора в оптимизации плодоношения сливы на юге России / Т. Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова, Д. В. Максимцов // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. научных работ: М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2015. – Т. XXXXII. – С. 272-277.

4) Дорошенко, Т. Н. Индикаторы устойчивости растений черешни к пониженным температурам весеннего периода / Т. Н. Дорошенко [и др.] / ФГБНУ ВНИИЦиСК. – Сочи: ФГБНУ ВНИИЦиСК, 2020. – Вып. 73. – С. 127-132.

5) Рындин, А. В. Влияние регуляторов роста на физиологические показатели растений мандарина (*Citrus Reticulata* var. *unshiu* tan.) в условиях влажных субтропиков России / А. В. Рындин [и др.] / Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2017. – Т. 51. – С. 92-100

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ С:Р В ДИАГНОСТИКЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Наседкина Виктория Андреевна, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nasedkinavika@bk.ru

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

В статье анализируется возможность использования соотношения углерода к фосфору для индикации высвобождения и обеспеченности подвижным фосфором сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: органический углерод, подвижный фосфор, соотношение элементов минерального питания

ABOUT THE POSSIBILITY OF APPLYING THE C:P IN THE DIAGNOSIS OF MINERAL NUTRITION

Nasedkina Victoria Andreevna, master degree student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
nasedkinavika@bk.ru

Scientific supervisor: Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Belousova Elena Nikolaevna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
svobodalist571301858@mail.ru

The article analyzes the possibility of using the ratio of carbon to phosphorus to indicate the release and availability of mobile phosphorus in agricultural crops.

Keywords: organic carbon, mobile phosphorus, ratio of elements of mineral nutrition

Актуальность. Один из важнейших приемов повышения плодородия почв – регулирование круговорота питательных веществ. Прянишников Д.Н. главным способом вмешательства в этот круговорот считал применение удобрений. Анализ современного состояния агрохимической науки на территории земледельческой зоны Красноярского края подтверждает необходимость возобновления комплексных исследований по проблеме оптимизации минерального питания растений и, прежде всего, подвижного фосфора [2, 3]. Проблема применения фосфорных удобрений предопределена рядом условий и факторов. Среди них важнейшее значение имеют ресурсы почвенных фосфатов, а они на почвах региона весьма разнокачественные.

Поэтому неопределима роль научного обеспечения прогнозирования потребности в фосфорных удобрениях и определении их норм.

Среди основных элементов питания растений ученые всех стран наибольшее внимание уделяют фосфору. В отличие от других элементов, внесенный в почву фосфор практически не передвигается от зоны внесения. Его отличительной чертой является быстрая и достаточно сильная фиксация почвой, в результате чего растения могут поглотить только малую долю внесенных удобрений [10].

В агрохимии и практическом земледелии принято считать, что урожаи культур формируются преимущественно за счет минеральных элементов самой почвы, значимость же органического вещества определяют его ролью в формировании питательного режима почвы на основе его минерализации и гумификации. Считается, что нарушение баланса гумуса, содержания углерода в почве, отсутствие оптимального сочетания элементов минерального питания для каждой культуры в конкретных почвенно-климатических и агроэкологических условиях, в определенные фазы роста и развития растений и есть главные причины недобора урожаев, низкой стабильности продуктивности земледелия [9]. Обогащение почвы фосфором, вызванное антропогенной активностью, приводит к изменению баланса питательных веществ для растений, что потенциально изменяет стехиометрию углерода, азота и фосфора в растениях. Изменения в С:N:P растений при увеличении доступности фосфора все еще остаются малоизученными, особенно на уровне экосистем. Известно, что измененная стехиометрия С:N:P, вызванная обогащением фосфором, стимулирует разложение органических веществ и ускоряет циклы питательных веществ в экосистемах с дефицитом азота [11, 12]. По мнению [8], существенную роль в оптимизации этого соотношения может играть органический углерод. Так, например, по величине соотношения С:P, можно диагностировать размеры высвобождения фосфора при минерализации растительных остатков, микробной биомассы. Проблема фосфора в земледелии Красноярского края усложняется дефицитом фосфорных удобрений, а также нарушением оптимального соотношения между фосфором, азотом и калием [6].

Цель работы: проанализировать возможности использования показателей агрохимии углерода и фосфора для эффективного управления минеральным питанием сельскохозяйственных культур.

Объекты и методы исследований. Стационарный участок расположен в типичных условиях на приводораздельной части юго-восточного склона междуречья Бузим-Миндерла в центре Красноярской лесостепи (N56,430°, E 92,915°). В пределах опытного поля выражена пятнистость чернозёмов выщелоченных и обыкновенных высокогумусных среднемощных легкоглинистых. Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: содержание гумуса – 7,6 % (по Тюрину), рН_{H2O} – 7,2, гидролитическая кислотность – 0,3-3,5, содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 194 и 213 мг/кг, соответственно. Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1) контроль; 2) сульфаммофос – САФ (10) + К_c (60); 3) сульфаммофос – САФ (20) + К_c (60); 4) аммофос – АФ (20) + К_c (60); 5)

аммофос – АФ (40) + К_с (60); 6) нитроаммофоска – НАФК (10) + К_с (60); 7) нитроаммофоска – НАФК (20) + К_с (60); 8) фосфоритная мука – Р_ф (1 т/га) + сульфат аммония – N_а (100) + калий сернокислый – К_с (60); 9) фосфоритная мука – Р_ф (1,5 т/га) + сульфат аммония – N_а (100) + калий сернокислый – К_с (60);

Исследования проводились в звене севооборота: соя – озимая рожь – картофель. Посев сои сорта Эос проведён 23 мая посевным комплексом Agrator-4800M. Метод размещения делянок на опытном поле – систематический последовательный, число повторностей – 4, общая площадь делянки – 96 м², учетная – 45 м², форма – прямоугольная. Отбор почвенных проб проводили из слоев 0-10 и 10-20 см, рандомизированно. Урожай учитывали методом пробного снопа. Химические и физико-химические показатели определены по [4]. В почвенных пробах определяли содержание гумуса по И.В. Тюрину, реакцию среды – ионометрически, содержание нитратного азота определяли по Грандваль-Ляжу в модификации И.Н. Шаркова, подвижный фосфор и калий – по Ф.В. Чирикову.

Метеорологические условия оцениваемого вегетационного периода характеризовались повышенным температурным фоном и дефицитом осадков относительно нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Гидротермические показатели в годы наблюдений

Год	Месяц					Сумма активных температур
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
	Средняя температура воздуха, °С					
2023	9,0	18,0	20,0	18,0	11,0	2048
Норма (1980-2010 гг.)	9,0	17,5	19,1	16,0	8,9	1613
	Осадки, мм					Сумма осадков
2023	33,0	30,2	44,9	42,9	79,9	198
Норма (1980-2010 гг.)	39,8	52,0	69,7	64,7	38,5	186

Результаты исследований. По результатам исследования рекогносцировочных наблюдений были выявлены основные вариационно-статистические параметры пространственного варьирования, характеризующие неоднородность содержания подвижного фосфора агрочернозёмов. Обеспеченность почвы подвижным фосфором (по методу Ф.В. Чирикова) фиксировалась, как повышенная на 49 % площади территории. Однако, значимую долю также занимал массив со средним его содержанием (43 %). Обнаружено достаточно высокое варьирование подвижного фосфора – 24 %. Это согласуется с данными [1, 7], что осложняет интерпретацию опытных данных и указывает на необходимость комплексного подхода для изучения фосфатного состояния почв.

Применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений вызывает необратимые нарушения гомеостаза и деградацию биологической составляющей почвы, причем каждый тип почвы имеет свое предельное сопротивление [5]. Соотношения C:N, C:P и N:P в органическом

веществе почвы влияют и на микробиологическую активность и высвобождение питательных элементов [8]. Наши исследования по определению соотношений между данными элементами находятся на начальном этапе. Однако, уже сейчас получена информация о сильных корреляционных зависимостях между содержанием органического углерода и подвижного фосфора. В опыте с минеральными удобрениями были выявлены зависимости, свидетельствующие о том, что при минерализации органических соединений и, соответственно, сужении отношения С:Р, происходило высвобождение подвижных соединений фосфора (табл. 2).

Таблица 2 – Соотношение С:Р и его зависимости с агрохимическими показателями агрочерноземов

Сроки	С:Р	r*	pH _{n2o}	t**	P _{подв} : P _{общ} , %
Май	186	-0,64	6,54	t _{май} > t _{июнь} t _{июнь} > t _{июль}	6,1
Июнь	190	-0,79	6,40		6,4
Июль	164	-0,76	6,54		8,1

* корреляционная зависимость отношения С:Р и содержанием подвижного фосфора;

** достоверность различий pH_{n2o} по срокам наблюдений

Интересно отметить, что процесс высвобождения фосфатов был обусловлен, в том числе, статистически достоверным подкислением реакции среды в фазу второго тройчатого листа сои (табл. 2). На наш взгляд, этот процесс особенно важен для нормального роста и развития растений. Для этого, по мнению [10], в почве должен быть создан такой фосфатный уровень, который обеспечивает высокую интенсивность высвобождения фосфат-ионов из твердой фазы в почвенный раствор и снабжение поверхности корней потоком ионов со скоростью, соответствующей скорости поступления фосфора в корни. В засушливых условиях, сложившихся в вегетационный сезон 2023 года, даже при высоком содержании в почве подвижного фосфора нарушался перенос его к корням в почвенном растворе.

Литература:

- 1) Антипина, Л. П. Эффективность фосфорных удобрений в связи с содержанием подвижных фосфатов на черноземах лесостепной зоны Красноярского края: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Л. П. Антипина. – М.: 1966. – 27 с.
- 2) Белоусов, А. А. Оценка агроэкологических параметров плодородия агросерых почв при закладке полевого опыта / А. А. Белоусов, Е. Н. Белоусова, О. А. Ульянова, Т. Н. Демьяненко, Ч. С.О. Барова // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 5 (194). – С. 81–88.
- 3) Белоусова, Е. Н. Проблемы подвижного фосфора в земледелии Красноярского края / Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов, Т. Н. Демьяненко, О. А. Ульянова // Современные проблемы и перспективы развития агрохимии, земледелия и смежных наук о плодородии почв и продуктивности полевых культур в Сибири. Материалы международной научно-производственной конференции с международным участием. - Красноярск, 2023. – С. 155-160.

- 4) Воробьева, Л. А. Теория и практика химического анализа почв / Л. А. Воробьева. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
- 5) Добровольская, Т. Г. Роль микроорганизмов в экологических функциях почв / Т. Г. Добровольская, Д. Г. Звягинцев, И. Ю. Чернов, А. В. Головченко, Г. М. Зенова, Л. В. Лысак, Н. А. Манучарова, О. Е. Марфенина, Л. М. Полянская, А. Л. Степанов, М. М. Умаров // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1087–1096.
- 6) Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е. В. Алхименко, Е. Н. Белоусова, О. Н. Вебер [и др.]. – Красноярск, 2020. – 48 с.
- 7) Рудой, Н. Г. Производительная способность почв Приенисейской Сибири / Н. Г. Рудой. – Красноярск, 2010. – 240 с.
- 8) Семенов, В. М., Семенова, Н. А. Проблема органического углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты / В. М. Семенов, Н. А. Семенова // Сб. матер. 7 Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения, посвященные 150-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова. 2Ч. Новосибирск. – 2015. – 371 с.
- 9) Система показателей оценки экологической емкости агроландшафтов для формирования экологически устойчивых агроландшафтов / Н. П. Масютенко, Н. А. Чуян, Г. И. Бахирев и др.; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – 42 с.
- 10) Сычев, В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В. Г. Сычев; М.: РАН, 2019. – 328 с.
- 11) Чупрова, В. В. Влияние агрогенных воздействий на трансформацию легкоминерализуемого органического вещества в черноземах Красноярской лесостепи / В. В. Чупрова, А. А. Белоусов, Ю. Ф. Едимеичев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2005. – №1 (155). – С. 3-8.
- 12) Mao R., Chen H.-M., Zhang X.-H., Shi F.-X., Song C.-C. Effects of P addition on plant C : N : P stoichiometry in an N-limited temperate wetland of Northeast China, Science of the Total Environment, 2016, V. 559, pp. 1–6.

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Лебедев Никита Вячеславович, аспирант
Якубов Дилшод Абдулхакимович, магистрант
Семерня Александра Сергеевна, студент
Никифорова Яна Юрьевна, студент
nickit.lebedev2012@yandex.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент
Власенко Ольга Анатольевна
Красноярский государственный аграрный университет,
Красноярск, Россия
ovlasenko07@mail.ru

В статье представлено влияние микробиологического удобрения «Азафок» на структуру урожая, урожайность, содержание и индекс деформации клейковины мягкой яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 по результатам полевого опыта, проведенного на агрочерноземах Красноярской лесостепи.

Ключевые слова: агрочернозем, яровая пшеница, микробиологический препарат, «Азафок», урожайность, клейковина.

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZER ON YIELD AND SOME PARAMETERS OF GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT

Lebedev Nikita Vyacheslavovich, postgraduate student
Yakubov Dilshod Abdulkhakimovich, master degree student
Semernya Alexandra Sergeevna, student
Nikiforova Yana Yurievna, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
nickit.lebedev2012@yandex.ru

Scientific supervisor: Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Vlasenko Olga Anatolievna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
ovlasenko07@mail.ru

The article presents the influence of the microbiological fertilizer "Azafok" on the structure of the crop, yield, content and gluten deformation index of soft spring wheat variety Novosibirskaya 15 based on the results of a field experiment conducted on agrochernozems of the Krasnoyarsk forest-steppe.

Key words: agrochernozem, spring wheat, microbiological preparation, “Azafok”, productivity, gluten.

Микробиологические препараты в сельском хозяйстве разделяются на несколько видов, в зависимости от цели их использования это: деструкторы растительных остатков; NPK-стимуляторы (удобрения); стимуляторы роста растений; средства защиты растений (биофунгициды) [3, 4].

К преимуществам использования микробиологических препаратов относится: снижение химической нагрузки на ландшафты; способствует восстановлению нормальной структуры микробоценоза пашни; биопротекторы, в отличие от химических средств защиты, не только лечат болезнь, подавляя ее возбудителей, но и «включают» собственные иммунные механизмы растения; обладают антистрессовым эффектом, что выражается в лучшей устойчивости обработанных растений к неблагоприятным климатическим условиям; обеспечивают фиксацию атмосферного наиболее доступного азота, мобилизуют запасы элементов питания, находящиеся в почве в связанном состоянии [1, 5, 6].

Имеются и недостатки, к которым можно отнести недостаточную изученность эффекта воздействия биопрепаратов на микробиоту самих обрабатываемых почв и эффекта последствия этих препаратов на почвы, сроков и условий хранения препаратов. Кроме того, в слабых хозяйствах применение этих препаратов обычно нерентабельно, поскольку урожайность здесь лимитируется другими факторами. Наибольшие, хорошо прогнозируемые прибавки урожая (в среднем – 12-20 %) и заметное улучшение качества продукции отмечены в предприятиях со средневысоким и высоким уровнем агротехники [3, 5, 7].

Цель наших исследований – изучить влияние микробиологического удобрения Азафок на структуру урожая и урожайность, а также на содержание и качество клейковины яровой пшеницы, возделываемой в условиях Красноярской лесостепи.

Объектом исследования является мягкая яровая пшеница сорта Новосибирская 15. Исследования проводятся на базе опытного поля УНПК «Борский» Красноярского ГАУ. Почвенный покров участка исследований представлен комплексом агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных и агрочерноземов криогенно-мицелярных, средне- и тяжелосуглинистых разновидностей. Предметом исследования является жидкое микробиологическое удобрение Азафок, которое повышает обеспеченность растений элементами питания: азотом, фосфором и калием, обладает ростостимулирующим действием, фунгицидными и бактерицидными свойствами, может длительно храниться, сохраняя свои качества, и имеет широкую сферу применения. Его можно применять для обработки почвы перед посевом, семян и посадочного материала, листовых подкормок в период вегетации. Данное микробиологическое удобрение совместимо с химическими препаратами, в том числе с протравителями и другими СЗР, не теряет при этом своей активности.

Условия проведения опыта. Культура: яровая мягкая пшеница сорта Новосибирская 15. Предшественник – яровая пшеница. Осенью – культивация стерни. Весной – предпосевная культивация. Посев сеялкой Агратор 4600. Применяли средства защиты растений: протравливание семян Скарлет (0,3 л/т), обработка гербицидами Арго Прим, МЭ (0,5 л/га), Фемида, МД (0,8 л/га) в фазу кущения-начала выхода в трубку, обработка фунгицидами Титул Трио (0,5 л/га) в фазе цветения.

Схема опыта: 1. Контроль (фон); 2. Азафок 1 л/т (предпосевная обработка семян); 3. Азафок 2 л/га (опрыскивание в фазу кущения); 4. Азафок 1 л/т (предпосевная обработка семян)+2 л/га (опрыскивание в фазу кущения).

По вариантам опыта с помощью снопового анализа учитывали структуру урожая в 3-х кратной повторности, хозяйственную урожайность определяли прямым комбайнированием. Определение клейковины в зерне проводили по ГОСТ Р 54478-2011 [2], определение деформации клейковины с помощью прибора-измерителя ИДК-3 мини.

Совмещение обработки семян и опрыскивания по вегетирующим растениям Азафоком (вариант 4) привело к достоверному увеличению количества стеблей пшеницы на 21,6% и озерненности колоса на 12,4% по отношению к контролю. Применение Азафока только для предпосевной обработки семян или только для некорневой обработки растений не имело существенного влияния на элементы структуры урожая (табл.1).

Таблица 1 – Влияние микробиологического удобрения Азафок на структуру урожая яровой пшеницы Новосибирская 15

Вариант	Кол-во растений, шт	Кол-во стеблей, шт	Кол-во прод. стебл., шт	Высота растений, см	Длина колоса, см	Озерненность колоса, шт
1. Контроль	297,3	666,8	616,0	91,9	6,5	11,3
2. Азафок (1 л/т) – обработка семян	269,3	716,0	598,8	88,1	6,3	12,1
3. Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	289,3	629,2	512,0	92,0	6,5	11,0
4. Азафок (1 л/т) – обработка семян + Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	285,3	810,8*	632,0	95,0	6,8	12,7*
НСР, 05	48,36	141,71	142,16	9,8	0,63	1,2

Совместное применение микробиологического удобрения Азафок для предпосевной обработки семян с нормой 1 л/т и некорневой подкормки вегетирующих растений в фазу кущения с нормой 2 л/га обеспечило самое высокое достоверное повышение урожайности яровой пшеницы 18 %.

Использование Азафок (1 л/т) для обработки семян имеет прибавку урожая на уровне 8,0 %, а в качестве некорневой подкормки культуры (2 л/га) – 12,5 % (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние препарата Азафок на урожайность яровой пшеницы сорта Новосибирская 15

Вариант	Урожайность, ц/га		
	Хозяйственная	Прибавка, +	
		ц/га	%
Контроль	25,0	-	-
Азафок (1 л/т) – обработка семян	27,0	2,0	8,0
Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	28,2	3,2	12,5
Азафок (1 л/т) – обработка семян + Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	29,5	4,5	18,0
НСР _{0,5}	3,5		

Содержание сырой клейковины на варианте с некорневой подкормкой растений микробиологическим удобрением Азафок в фазу кущения в дозе 2 л/га составило 39,8%, что достоверно ниже контроля на 1,6%. В среднем содержание клейковины в зерне на контрольном варианте составило 41,4%, на вариантах с предпосевной обработкой семян и совмещением предпосевной обработки и опрыскивания в фазу кущения содержание сырой клейковины составило 41,6 и 42,2 % соответственно (табл.3).

Таблица 3 – Влияние препарата Азафок на количество и качество клейковины яровой пшеницы сорта Новосибирская 15

Вариант	Масса 1000 зерен, гр	Содержание сырой клейковины, %	Число ИДК, у.е.	Характеристика клейковины	Группа качества
Контроль	36,2	41,4	94,6	Уд. слабая	II
Азафок (1 л/т) – обработка семян	36,2	41,6	81,0*	Уд. слабая	II
Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	36,8	39,8*	72,7*	Хорошая	I
Азафок (1 л/т) – обработка семян + Азафок (2 л/га) – некорневая обработка	36,9	42,2	69,9*	Хорошая	I
НСР _{0,5}	1,80	1,25	5,62		

Применение микробиологического удобрения Азафок достоверно улучшило качество клейковины яровой пшеницы. Число ИДК на контроле составило 94,6 у.е., что соответствует II группе качества и удовлетворительно слабой характеристике клейковины. Применение Азафока для некорневой

подкормки растений и совместное применение препарата для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки снизило число ИДК до 72,7 и 69,9 у.е., что соответствует I группе качества и характеризует клейковину как хорошую.

Литература:

1) Глотов, В. А. Опыт применения микробиологических удобрений серии КМ в производстве сельскохозяйственной продукции / В. А. Глотов // Масличные культуры. – 2006. – №2 (135) – С. 145-150.

2) ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

3) Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

4) А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

5) Кулинский, Н. А. Биологизированная система земледелия в Нечерноземной зоне / Н. А. Кулинский, И. В. Русакова, М. Н. Новиков // Земледелие. – 2006. – № 4. – С.8-9.

6) Ларионов, Ю. С. Актуальные проблемы современного семеноводства и семеноведения / Ю. С. Ларионов // Пути повышения эффективности сельскохозяйственного производства: сб. науч. трудов. – Челябинск, 1998. – С. 60-65.

7) Рябова, О. В. К вопросу разработки микробиологических препаратов (фунгицидов и удобрений) для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации / О. В. Рябова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 1 (50) – С. 31-40.

8) Чеботарь, В. К. Эффективность применения препарата экстрасол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е. Н. Кипрушкина. – М.: Издательство ВНИИА, 2007. – 216 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке АО «Щелково Агрохим»

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
МИКРОУДОБРЕНИЯМИ НА ЕЁ УРОЖАЙНОСТЬ
И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ**

Образцов Владислав Иванович, ассистент
Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,
Воронеж, Россия
obrazsov@gmail.com

Научный руководитель: канд. с.-х. наук
Елизаренкова Анна Николаевна,
Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,
Воронеж, Россия
annakozh27@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований по оценке влияния некорневых подкормок озимой пшеницы растворами микроудобрений, содержащих микроэлементы и аминокислоты, на урожайность и биометрические показатели культуры, выращиваемой на черноземе выщелоченном.

Ключевые слова: микроэлементы, аминокислоты, некорневая подкормка, урожайность, биометрические показатели, озимая пшеница, чернозем выщелоченный.

**INFLUENCE OF FOLIAR FEEDING OF WINTER WHEAT WITH
MICRO FERTILIZERS ON ITS YIELD AND BIOMETRIC INDICATORS
OF PLANTS**

Obraztsov Vladislav Ivanovich, assistant
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,
Voronezh, Russia
obrazsov@gmail.com

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences
Elizarenkova Anna Nikolaevna
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,
Voronezh, Russia
annakozh27@yandex.ru

The article presents the results of studies assessing the effect of foliar fertilizing of winter wheat with solutions of microfertilizers containing microelements and amino acids on the yield and biometric indicators of crops grown on leached chernozem.

Key words: microelements, amino acids, foliar feeding, productivity, biometric indicators, winter wheat, leached chernozem.

Озимая пшеница является одной из наиболее важных зерновых культур в мире. Она требует высокого плодородия почвы. Как правило, культура обеспечивается достаточным количеством макроэлементов за счет внесения минеральных удобрений, в тоже время её потребность в микроэлементах зачастую покрывается только их почвенными запасами [1]. В почвах Воронежской области наблюдается низкое содержание большинства микроэлементов, поэтому возникает необходимость дополнительного их внесения. Наиболее эффективным приемом использования микроудобрений являются некорневые подкормки. В этом случае микроэлементы усваиваются растениями путем фолиарного питания [2].

Современный рынок микроудобрений предлагает множество их форм, которые различаются по составу, однако не все микроудобрения обладают заявленной эффективностью, поэтому поиск наиболее оптимальных их форм и составов всегда актуален [3].

В связи с этим целью наших исследований является изучение влияния некорневых подкормок растворами, содержащими микроэлементы и аминокислоты, на урожайность и биометрические показатели озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном.

Изучение влияния некорневых обработок микроудобрениями на озимую пшеницу проводили на территории опытного участка ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ. Почва представлена черноземом выщелоченным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым. Для исследований была использована озимая пшеница сорта «Алая заря» селекции ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ. Предшественник – черный пар. Повторность опыта 4-х кратная. Размер делянки: общая площадь $5,4\text{м} \times 3,5\text{м} = 18,9 \text{ м}^2$; учетная $7,0\text{м} \times 2,0\text{м} = 14 \text{ м}^2$. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема полевого опыта с озимой пшеницей

№ варианта	Содержание варианта
1	Контроль – без удобрений
2	Фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$
3	Фон + Полидон БИО Зерновой (некорневая подкормка в фазу кущения).
4	Фон + Полидон БИО Зерновой (1-ая некорневая подкормка в фазу кущения, 2-ая в фазу флагового листа, 3-я в фазу начала колошения)
5	Фон + Полидон БИО Профи (некорневая подкормка в фазу кущения).
6	Фон + Полидон БИО Профи (1-ая некорневая подкормка в фазу кущения, 2-ая в фазу флагового листа, 3-я в фазу начала колошения)
7	Фон + Раствор 1 (некорневая подкормка в фазу кущения)
8	Фон + Раствор 1 (1-ая некорневая подкормка в фазу кущения, 2-ая в фазу флагового листа, 3-я в фазу начала колошения)
9	Фон + Раствор 2 (некорневая подкормка в фазу кущения)
10	Фон + Раствор 2 (1-ая некорневая подкормка в фазу кущения, 2-ая в фазу флагового листа, 3-я в фазу начала колошения)

В качестве фона взята доза удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ принята как оптимальная, рекомендованная для внесения под озимую пшеницу на черноземе выщелоченном ЦЧЗ по результатам полевых опытов. Раствор 1 – включает смесь сульфатов Mn, Cu, Fe и Zn 0,05%. Раствор 2 – сульфаты Mn, Cu, Fe и Zn 0,05% + глицин, аспарагиновая, глутаминовая и аскорбиновая кислоты 0,1%. Расход рабочего раствора 211 л/га.

Учет урожая озимой пшеницы (таблица 2) показал, что ее урожайность в 2023 году оказалась высокой в целом по всему опыту. Без удобрений она составляла 34,7 ц/га, несмотря на неблагоприятные условия в начале вегетации. Все некорневые обработки микроудобрениями оказались эффективными, но в различной степени. Так, наибольшая прибавка урожая озимой пшеницы (14,3 ц/га или 41,2%) получена от трехкратной обработки раствором 2 (вариант 10). Комплексы Полидон БИО Зерновой (вариант 4) и Полидон БИО Профи (вариант 6) давали хорошую прибавку урожая к контролю при обработке озимой пшеницы в 3 фазы вегетации растения – 13,4 ц/га или 38,6% и 12,2 ц/га или 38% соответственно. Прибавка урожайности при трехкратной обработке от раствора 1 (вариант 8) также способствовала прибавке к контролю – 13,6 ц/га или 39,2%. Некорневые обработки, проводившиеся однократно в период вегетации культуры (варианты 3, 5, 7, 9), проявляли тенденцию к прибавке урожайности по всем вариантам, но в меньшей степени, нежели от трехкратной обработки (варианты 4, 6, 8, 10).

Таблица 2 – Урожайность зерна озимой пшеницы в опыте

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		ц/га	%	ц/га	%
1	34,7	–	–	–	–
2	44,1	9,4	27,1	–	–
3	45,2	10,5	30,3	1,1	2,5
4	48,1	13,4	38,6	4,0	9,1
5	44,5	9,8	28,2	0,4	0,9
6	47,9	13,2	38,0	3,8	8,6
7	45,0	10,3	29,7	0,9	2,0
8	48,3	13,6	39,2	4,2	9,5
9	46,1	11,4	32,9	2,0	4,5
10	49,0	14,3	41,2	4,9	11,1
НСР _{0,95}	2,09	-	-	-	-

Проведенные биометрические исследования озимой пшеницы (таблица 3) показали, что на высоту растений кратность некорневых обработок повлияла незначительно. При этом на варианте 10 высота растений была на 3,5 см больше, чем на контрольном варианте. Высота растений на других вариантах отличалась от контроля незначительно.

Таблица 3 – Биометрические показатели озимой пшеницы

Варианты опыта	Средняя длина, см		Число продуктивных стеблей, шт/м ²	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт
	Растений, см	Колоса, см			
1	79,8	7,2	313	42,01	28
2	80,2	7,5	344	42,83	30
3	79,9	7,7	408	43,47	31
4	81,1	8,1	446	44,35	32
5	80,3	7,6	309	44,22	29
6	80,8	8,3	359	46,30	32
7	80,4	7,8	346	45,52	31
8	81,0	8,2	357	45,65	31
9	81,4	8,0	371	45,48	30
10	83,3	8,6	414	46,59	32
НСР _{0,5}	2,74	0,68	21,89	1,28	2,4

Некорневые подкормки микроудобрениями способствовали заметному увеличению длины колоса и массы 1000 зерен. Наибольшее увеличение длины колоса – 8,6 см и массы 100 зерен – 46,59 г, отмечается на варианте 10 (трехкратная обработка раствором 2 по фону). Число зерен в колосе увеличивалось незначительно по вариантам опыта.

Исходя из приведенных биометрических показателей, можно сделать вывод, что обработка некорневыми подкормками в различные фазы развития пшеницы обеспечивала положительную динамику по всем вариантам опыта относительно контроля и фона.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что некорневые подкормки озимой пшеницы микроудобрениями три раза за период вегетации на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основной прием обеспечивают математически достоверные прибавки урожая по отношению к варианту с применением только минеральных удобрений. Наибольшей эффективностью в опыте отличались варианты с использованием Полидон БИО Зерновой (прибавка урожая к контролю составляла – 38,6%, по отношению к $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 9,1%) и раствором состоящим из сульфатов марганца, железа, меди, цинка и смеси аминокислот с аскорбиновой кислотой (прибавка урожая к контролю составляла – 41,2%, по отношению к $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 11,1%).

Литература:

1) Накаряков, А. М. Влияние биокомплексов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве / А. М. Накаряков, А. А. Завалин // Плодородие. – 2021. – № 4 (121). – С. 26-30.

2) Образцов, В. И. Хелатные микроудобрения, их сущность и механизм действия / В. И. Образцов // Докучаевское наследие: сохранение и воспроизводство плодородия черноземных почв: Сборник научных докладов

Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 140-летию классического труда В.В. Докучаева «Русский чернозем», 2023 г. – Воронеж: Истоки, 2023. – С. 58-61.

3) Пигорев, И. Я. Влияние биоккомплексов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье / И. Я. Пигорев, А. А. Тарасов, С. А. Тарасов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 9. – С. 94-99.

УДК 634.11:631.82(470+571)

ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Онищенко Юлия Андреевна, аспирант
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
jgermanne@gmail.com

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, профессор
Дорошенко Татьяна Николаевна
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия
doroshenko-t.n@yandex.ru

По результатам исследования отмечено увеличение урожайности яблони в уплотненных насаждениях прикубанской зоны садоводства (почва - чернозем выщелоченный), что обеспечивается при повышении рекомендуемой дозы минеральных удобрений на 30 %.

Ключевые слова: интенсивные насаждения, яблоня, сорт, минеральные удобрения, дозы, хозяйственный урожай.

THE EFFECT OF DOSES OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF APPLE VARIETIES IN INTENSIVE PLANTATIONS OF THE SOUTHERN REGION OF RUSSIA

Onishchenko Yulia Andreevna, postgraduate student
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
jgermanne@gmail.com

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Doroshenko Tatyana Nikolaevna
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
doroshenko-t.n@yandex.ru

According to the results of the study, an increase in the yield of apple trees in the compacted plantations of the Kuban gardening zone (soil - leached chernozem) is provided by increasing the recommended dose of mineral fertilizers by 30%.

Keywords: intensive plantings, apple tree, variety, mineral fertilizers, doses, economic harvest

Современная наука, а также отечественная и зарубежная практика доказывают, что существенное повышение продуктивности плодовых культур возможно с помощью определённых агроприемов. Одним из них является использование минеральных удобрений. Применение питания растений без учета показателей почвенного плодородия приводит к нарушению равновесия агроэкосистемы сада [4]. К этому следует добавить, что высокие дозы удобрений могут привести к снижению эффективности их использования и повышению риска загрязнения природной среды. Поэтому определение оптимальной дозы удобрений для различных сортов яблони в интенсивных насаждениях является весьма актуальной задачей [2].

Целью данного исследования явилось определение урожайности яблони при использовании различных доз минеральных удобрений в уплотненных насаждениях южного региона.

Исследования проводили в условиях лабораторного и полевого опытов в 2022 – 2023 годах в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского ГАУ, в интенсивных насаждениях яблони (посадка 2016 год; схема размещения деревьев 4x1,0 м., почва – чернозем выщелоченный). Объект исследования деревья яблони сортов зимнего срока потребления Голден Делишес и Кубанское Багряное, привитые на подвое М9. Повторность опыта – пятикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Схема опыта: Контроль (производственный фон $N_{135}P_{130}K_{130}$); производственный фон + $N_{40}P_{60}K_{40}$ (низкая доза минеральных удобрений); производственный фон + $N_{60}P_{80}K_{60}$ (средняя доза минеральных удобрений); производственный фон + $N_{80}P_{100}K_{80}$ (высокая доза минеральных удобрений). Дозы были подобраны согласно рекомендациям в плодоносящих многолетних насаждениях [3].

В качестве удобрения использовали Аммофос, Карбамид и Калимаг. Учеты и наблюдения за состоянием растений проводили в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [5, 6]. В течение периода вегетации плодовые деревья яблони проходят ряд фенологических фаз.

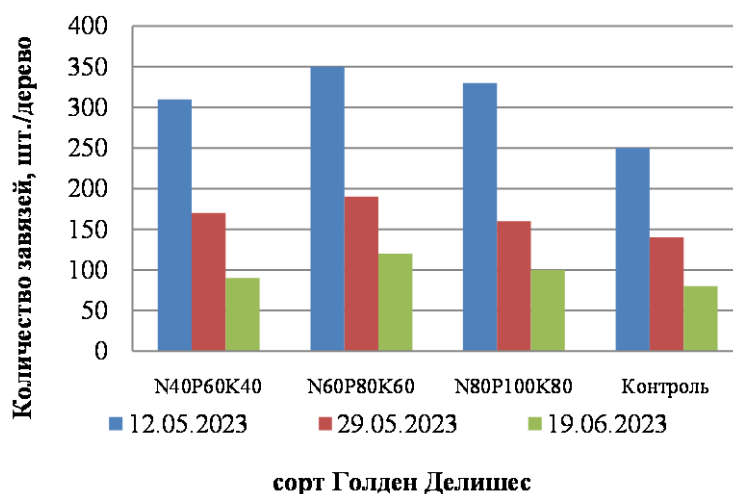
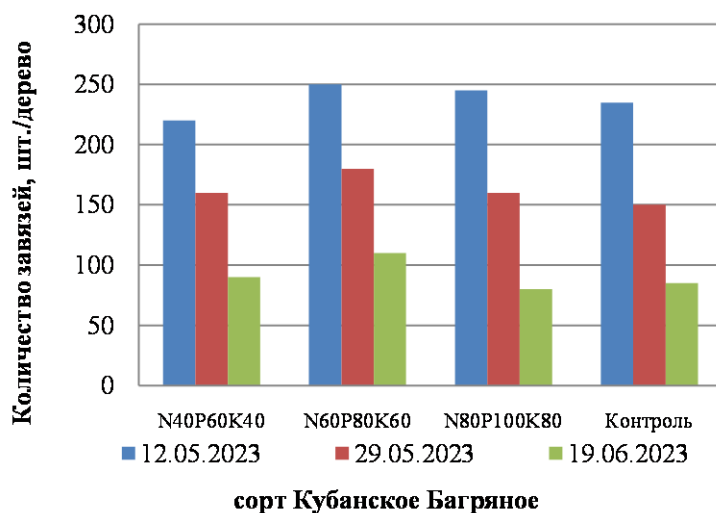


Рисунок – Влияние дозы минеральных удобрений на изменение количества формирующихся плодов на деревьях яблони различных сортов в течение вегетации

Хозяйственный урожай растений во многом зависит от интенсивности цветения и завязывания плодов. Формирование полезной завязи проходит три волны опадения [1]. Как показал эксперимент, дозы минерального питания оказывают существенное влияние на этот процесс. Независимо от сорта, в варианте со средней дозой удобрений количество полезной завязи на 30% выше контрольных значений и на 17% больше чем в варианте с высокой дозой удобрений (рисунок).

По итогам эксперимента независимо от сорта при внесении средней дозы минеральных удобрений зафиксирована самая высокая урожайность (у Голден Делишес 56,3 т/га и у Кубанского Багряного - 72,5 т/га) что превышает контроль на 40 и 16%соответственно (таблица).

Таблица – Хозяйственный урожай у изучаемых сортов яблони в зависимости от доз минеральных удобрений, т/га

Вариант	Сорт			
	Голден Делишес		Кубанское Багряное	
	средняя масса плода, г.	урожайность т/га	средняя масса плода, г.	урожайность т/га
Контроль (Производственный фон)	180	37,5	220	62,5
производственный фон +N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	210	50,8	232	59,5
производственный фон +N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀	221	56,3	240	72,5
производственный фон +N ₈₀ P ₁₀₀ K ₈₀	230	46,8	248	67,5
НСР ₀₅	7,6	4,0	5,1	3,8

Стоит отметить, что при использовании высоких доз удобрений средняя масса плодов у сорта Голден Делишес выше в сравнении с контролем на 27%, а у Кубанского Багряного - на 13%. При этом урожайность не имеет адекватного увеличения.

Применение средних доз минеральных удобрений оказалось достаточным для формирования экономически оправданного урожая плодов обоих сортов. При этом агрохимическая нагрузка окружающую среду была невысокой что способствует нормальному функционированию растительного организма.

Таким образом, для увеличения урожайности в уплотненных насаждениях яблони прикубанской зоны садоводства (почва – чернозем выщелоченный) целесообразно повышение ранее рекомендуемой дозы минеральных удобрений на 30%.

Литература:

- 1) Исаева, И. С. Продуктивность яблони (процесс формирования). – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 149 с.
- 2) Онищенко, Ю. А. Особенности формирования урожая яблони в уплотненных насаждениях юга европейской России в зависимости от дозы минеральных удобрений / Ю. А. Онищенко, Т. Н. Дорошенко // В сборнике: Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Махачкала, 2023. - С. 200-204.
- 3) Попова, В. П. Агроэкологические аспекты формирования продуктивных садовых экосистем. – Краснодар: СКНИИСиВ. – 2005. – 242 с.
- 4) Практикум по точному земледелию: Учебное пособие / Под ред. М. М. Константинова. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 224 с.
- 5) Седов, Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных / Е. Н. Седов. – Орел: изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

б) Система удобрения плодовых насаждений: методические рекомендации / В. П. Попова, Н. Н. Сергеева, О. В. Ярошенко [и др.]. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. – 32 с.

УДК 631.416.8

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ И КАДМИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ

Панькова Ульяна Игоревна, студент
u.i.pankova@yandex.ru

Афанасова Алёна Сергеевна, студент
aafanasova23@gmail.com

Фунтова Дарья Дмитриевна, студент
fdddoova@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент

Ефремова Марина Анатольевна
marina_efremova@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия

В статье представлены результаты вегетационного опыта и лабораторных исследований по изучению влияния фосфорных удобрений на распределение тяжёлых металлов в дерново-подзолистой почве при выращивании расторопши и пажитника.

Ключевые слова: расторопша, пажитник, фосфор, кадмий, медь

DISTRIBUTION OF COPPER AND CADMIUM IN SOD-PODZOLIC SOIL UNDER THE CULTIVATION OF MEDICINAL HERBS

Pankova Ulyana Igorevna, student
u.i.pankova@yandex.ru

Afanasova Alena Sergeevna, student
aafanasova23@gmail.com

Funtova Daria Dmitrievna, student
fdddoova@mail.ru

St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia
Scientific supervisor: candidate of biological sciences, Associate Professor

Efremova Marina Anatolievna
marina_efremova@mail.ru

St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia

The article presents the results of vegetation experience and laboratory studies on the effect of phosphorus fertilizers on the distribution of heavy metals in sod-podzolic soil during the cultivation of medicinal herbs.

Keywords: Trigonella foenum-graecum L., Silybum marianum L., phosphorus, cadmium, copper.

В современном мире в результате техногенной деятельности неизбежно загрязнение природной среды. Тяжёлые металлы являются высокотоксичными веществами, способными аккумулироваться в организме человека. Одним из источников поступления тяжёлых металлов в организм являются лекарственные травы, которые в настоящее время не только собираются в природных условиях, но и культивируются в условиях агроэкосистемы [2, 4]. Поэтому появляется острая необходимость в контроле качества лекарственных растений и среды их произрастания. Некоторые тяжелые металлы, такие как медь, относятся к микроэлементам питания растений. Другие металлы, например, кадмий, не представляют ценности для жизнедеятельности растений [3]. Однако токсичность тяжелых металлов для биологических организмов зависит от уровня их содержания в почве, откуда они попадают в трофическую цепь.

Для изучения распределения кадмия и меди в системе дерново-подзолистая почва – лекарственные растения при внесении фосфорных удобрений был поставлен вегетационный опыт. В данной публикации приводится только часть результатов исследований.

В задачи опыта входило:

- 1) определить массу расторопши и пажитника при увеличении дозы фосфорного удобрения на дерново-подзолистой почве;
- 2) определить содержание тяжёлых металлов (кадмия и меди) в дерново-подзолистой почве в кислоторастворимой форме после выращивания лекарственных растений.

В вегетационном домике в сосудах выращивались пажитник сенной (*Trigonella foenum-graecum* L.) и расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.). Схема опыта состояла из семи вариантов, включая чистый контроль, в остальных вариантах в почву были внесены азотное и калийное удобрение в качестве фона (табл. 1). Доза фосфорного удобрения возрастала по вариантам в 6 раз. В качестве фосфорного удобрения была использована фосфоритная мука (30% д.в.), также в почву были внесены аммиачная селитра (33% д.в.) и сульфат калия (50% д.в.). Доза азотного удобрения составила 0,15 г N/кг, калийного – 0,1 г K₂O/кг почвы. Аммиачная селитра была обогащена медью. Массовая доля микроэлемента в удобрении составила 0,15%.

Таблица 1 – Масса лекарственных растений

Варианты	Доза фосфора		Масса растений, г/сосуд	
	д.в. г/кг	д.в. г/сосуд	Пажитник	Расторопша
Контроль	-	-	7,95	13,89
НК-фон	-	-	8,74	24,39
НК+P ₁	0,025	0,125	9,34	20,83
НК+P ₂	0,05	0,250	9,49	20,94
НК+P ₃	0,10	0,500	8,86	20,48
НК+P ₄	0,125	0,625	8,20	19,89
НК+P ₅	0,15	0,750	8,83	18,47
НСР ₀₅	-	-	2,72	3,51

Для опыта были выбраны сосуды Кирсанова. Масса почвы в сосуде составила 5 кг. Почву перед набивкой просеивали. Удобрения были смешаны с почвой в заранее установленных дозах.

Фосфоритная мука эффективна на кислых почвах. Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва вследствие окультуривания характеризовалась слабокислой реакцией среды pH_{KCl} 5,4.

Посев пажитника и расторопши проводился сухими семенами. Семена заглублялись на 1 см ниже поверхности почвы. Ежедневно почва увлажнялась до уровня 70% от ППВ. Первые всходы появились на 7-8 день после посева. Пажитник и расторопша были убраны на 50 сутки после появления всходов в период вегетативного роста. Лекарственные травы были высушены и измерена их масса (табл. 1).

Пажитник является однолетним растением, принадлежащим к семейству бобовых. Он привлекает внимание своим внешним видом и красивыми цветками и обладает полезными лекарственными свойствами. Помимо этого, пажитник широко используется в кулинарии благодаря своему аромату и вкусу. Как и другие растения из семейства бобовых, пажитник способствует улучшению почвы. По результатам статистической обработки данных вегетационного опыта его масса существенно не изменялась по вариантам.

Расторопша пятнистая – это растение, которое может быть однолетним или двулетним [5]. Ее семена и корни используются в качестве лекарственного сырья. Одним из наиболее известных активных компонентов расторопши является силимарин, который обладает гепатопротекторными, желчегонными и антиоксидантными свойствами. Препараты на основе расторопши применяются для лечения острых и хронических гепатитов и других поражений печени.

Согласно результатам вегетационного опыта Расторопша отозвалась на внесение смеси азотного и калийного удобрений достоверным увеличением вегетативной массы, однако увеличение фосфорных удобрений в дальнейшем достоверно не увеличило массу расторопши. По-видимому, расторопша предъявляет более высокие требования к плодородию почвы, чем пажитник.

В дерново-подзолистой почве после уборки растений было определено содержание тяжелых металлов: кадмия и меди (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание тяжёлых металлов в почве

Почва	Расторопша		Пажитник	
	Cu	Cd	Cu	Cd
	мг/кг почвы			
Контроль	11,6	0,059	9,35	0,064
NK-фон	12,3	0,047	10,7	0,152
NK+P ₁	13,0	0,065	10,5	0,103
NK+P ₂	11,1	0,071	8,98	0,098
NK+P ₃	9,15	0,051	10,6	0,074
NK+P ₄	9,20	0,100	8,34	0,093
NK+P ₅	8,98	0,064	13,1	0,060
X _{ср} ±σ*	10,8±1,55	0,066±0,019	10,2±1,55	0,092±0,031
R (от дозы)	-0,935	0,457	0,226	-0,858

X_{ср}±σ – среднее значение и стандартное отклонение

Для определения тяжёлых металлов почву обрабатывали 5н HNO₃ в течение трёх часов при слабом кипячении. Соотношение почва-раствор составляло 1:20. Почвенную вытяжку анализировали на атомно-абсорбционном спектрометре.

Вытяжка 5н HNO₃ показывает не только доступную долю микроэлементов в почве, но и ту часть, что не доступна для растений. Результаты по содержанию металлов, вытесненных из почвы азотной кислотой, в некоторых случаях рассматриваются как валовое содержание тяжелых металлов в почве. В дерново-подзолистой почве опыта содержание меди и кадмия не превышало ориентировочно-допустимую их концентрацию в почве [1]. Следует отметить, что содержание меди в почве было в целом невысоким с точки зрения питания растений и существенно не повышалось при внесении азотного удобрения, обогащенного этим микроэлементом, по сравнению с чистым контролем

В опыте с расторопшей при повышении дозы фосфора снижалось содержание кислоторастворимой меди, а в опыте с пажитником – содержание кадмия при тех же условиях, что хорошо показывают результаты корреляционного анализа. Можно предположить, что металлы формируют нерастворимые соли с фосфатами удобрений, т.е. наблюдается химическое закрепление тяжелых металлов в почве. Однако это явление не наблюдалось под соседними культурами, выращиваемыми в аналогичных условиях. Так, наблюдаются низкие коэффициенты корреляции между дозой фосфорного удобрения и содержанием кислоторастворимого кадмия под расторопшей, а

также между дозой фосфоритной муки и содержанием кислоторастворимой меди под пажитником. По-видимому, отмеченное явление является результатом сложного взаимодействия растений, удобрений и почвы, для понимания которого, необходимо более подробно изучать метаболизм выращиваемых растений, уделяя особое внимание составу корневых выделений.

Литература:

1) Гигиенический норматив ГН 2.1.7.2511–09. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.– 10 с.

2) Дьякова, Н. А. Изучение особенностей накопления тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Воронежской области / Н. А. Дьякова // Химия растительного сырья. – 2023. – №. 2. – С. 163-170.

3) Кузовкова, А. А. Контаминация тяжелыми металлами дикорастущих и культивируемых в республике Беларусь лекарственных растений / А. А. Кузовкова, И. В. Дребенкова, Ю. Н. Велентей, А. А. Плешкова, Г. Э. Бычок, Д. В. Черник, Н. В. Маскалевич // Медицина труда и экология человека. – 2020. – №. 4 (24). – С. 112-117.

4) Найда, Н. М. Урожайность и качество сырья золотарника канадского в условиях Ленинградской области / Н. М. Найда, М. А. Ефремова, К. Ю. Поленникова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 48. – С. 24-30.

5) Расторопша пятнистая: применение и плоды [Электронный ресурс]. –URL: <https://natural-museum.ru/flora/расторопша-пятнистая> (Дата обращения 4.12.2023)

СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА В ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АММОФОСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ

Парамзина Арина Юрьевна, студент
Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия
arina25_17@mail.ru

Научный руководитель: канд. с.-х. наук, доцент
Черноситова Татьяна Николаевна
Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия
tnche@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты вегетационно-полевого опыта по изучению содержания подвижных форм фосфора в зависимости от внесения различных доз аммофоса на двух типах почв (бурая лесная и лугово-черноземовидная почва) при возделывании пшеницы.

Ключевые слова: подвижный фосфор, аммофос, яровая пшеница, почва, корреляция

PHOSPHORUS CONTENT IN THE SOIL DEPENDING ON DIFFERENT DOSES OF AMMOPHOS IN WHEAT CULTIVATION

Paramzina Arina Yurievna, student
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
arina25_17@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Chernositova Tatyana Nikolaevna
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
tnche@yandex.ru

Annotation. The article presents the results of a vegetation and field experiment to study the content of mobile forms of phosphorus depending on the application of different doses of ammophos on two types of soils (brown forest and meadow-chnozem soil) during wheat cultivation.

Keywords: mobile phosphorus, ammophos, spring wheat, soil, correlation

В 1990-е годы наблюдалось резкое сокращение использования удобрений, что привело к стабильному снижению питательности пахотных почв. Особенно остро данная проблема затронула фосфор. В настоящее время в нашей стране все большую площадь занимают земли со средним и низким содержанием фосфатов, в то время как доля угодий с высокими и повышенными уровнями подвижных фосфатов непрерывно снижается. В связи с этим существенно сократился потенциал продуктивности этих почв [4].

Необходимо понимать, что фосфор играет особую роль в обмене веществ в растительном организме. Его функция связана с энергетическим обменом живой клетки, а его макроэргические соединения являются источником энергии для поглощения других элементов питания и синтеза органических соединений. Синтез белка является одним из самых энергозатратных процессов в растении. Поэтому выращивание растений на почвах с низким содержанием фосфора приводит не только к существенному снижению урожая, но и ухудшению его качества [4].

Фосфор играет важную роль в растительных клетках, участвуя в различных биохимических процессах, таких как углеводный и азотный обмен, фотосинтез, дыхание и брожение. Отсутствие фосфора в растениях ведет к азотному голоданию и, следовательно, негативно сказывается на их развитии [6].

Во многих странах яровая пшеница является основной культурой, выращиваемой для получения зерна. Для повышения урожайности этой культуры был разработан наиболее эффективный метод – использование минеральных удобрений [3]. Одним из ключевых факторов для оптимизации фотосинтетического потенциала и общей продуктивности фотосинтеза яровой пшеницы является ее фосфорное питание. Фосфор принимает активное участие в синтезе белков и сложных углеводов, которые являются необходимыми компонентами в процессе дыхания. [2].

Одним из самых важных методов повышения плодородия почв является контроль над циклом питательных веществ. Д.Н. Прянишников считал, что использование удобрений является ключевым способом влияния на этот цикл. Исходя из обобщения имеющегося опыта применения удобрений, он сделал вывод, что только при постоянном преобладании возврата фосфора над его выводом можно добиться высоких и стабильных урожаев [5].

Цель исследования – изучить влияние содержания фосфора в почве в зависимости от различных доз аммофоса при возделывании пшеницы.

Материал и методы исследования. Объектом исследования были выбраны наиболее распространенные на территории Зейско-Буреинской равнины почвы.

Изучаемые почвы характеризуется следующими показателями: в бурой лесной почве содержание гумуса в пахотном слое составило 1-4 %, гидролитическая кислотность невысокая (1,5-7 мг-экв/100 г почвы), гидролизуемого азота – 15 мг/кг, подвижного фосфора – 26-50 мг/кг, обменного калия – 81-250 мг/кг, рН – 4,6-5,5. В лугово-черноземовидных почв характерно содержание гумуса – 4-8%, гидролитическая кислотность 3,5-6,0 экв/100 гр почвы, гидролизуемого азота – 16-30 мг/кг, подвижного фосфора – 35-80 мг/кг, обменного калия – 171-250 мг/кг, рН – 4,6-6,0.

Вегетационно-полевой опыт был заложен на опытном поле ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ в с. Грибское, Благовещенского района. Для изучения различных доз аммофоса использовали сосуды с перфорированным дном площадью 0,07 м² и высотой 24 см, установленных в траншею той же глубины.

Сосуды набивали бурой лесной и лугово-черноземовидной почвой, взятой из пахотного горизонта (0-20 см).

Схема вегетационно-полевого опыта 2-х факторная: фактор А – тип почвы: 1) бурая лесная (БЛ), 2) лугово-черноземовидная (ЛЧ); фактор Б – удобрения (аммофос). Содержание дозы аммофоса следующее: 30 кг/д.в. – низкое, 60 кг/д.в – среднее, 90 кг/д.в. – повышенное, 120 кг/д.в. – высокое. Повторность в опыте 4-х кратная.

Весной, в третьей декаде апреля проводился посев пшеницы сорта «ДальГАУ 3» в количестве 40 шт. на сосуд (норма высева пшеницы 5,0-5,5 млн. всхожих зерен на гектар) и с глубиной заделки 4-5 см. Перед посевом в слой 0-10 см отбирали почву, и перемешивали с аммофосом. Азот был доведен до N₆₀ в виде аммиачной селитры согласно схеме опыта.

Образцы почвы отбирали по фазам роста и развития пшеницы. Определение агрохимических показателей почвы проводили по общепринятым методикам [1].

Результаты исследования. Параметры фосфатного режима почв изменяются в первую очередь под воздействием фосфорных удобрений [7]. Внесение аммофоса для создания фосфатных фонов (в запас) привело к существенному повышению содержания подвижного фосфора по методу А.Т. Кирсанова, которая представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание подвижного фосфора по методу А.Т. Кирсанова, мг/кг

Тип почвы	Вариант	до посева	По фазам пшеницы			
			кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
БЛ	N ₆₀ P ₃₀	42	76	68	68	91
	N ₆₀ P ₆₀		70	69	68	91
	N ₆₀ P ₉₀		76	74	87	105
	N ₆₀ P ₁₂₀		69	78	82	115
ЛЧ	N ₆₀ P ₃₀	54	41	41	45	48
	N ₆₀ P ₆₀		47	45	51	53
	N ₆₀ P ₉₀		49	43	56	55
	N ₆₀ P ₁₂₀		56	54	73	82

На бурой лесной почве содержание подвижного фосфора увеличивалось по фазам роста и развития пшеницы в зависимости от дозы внесения аммофоса: в фазу кущения, выхода в трубку и колошение происходит увеличение от контроля примерно в 2 раза, а в фазе полной спелости при низком и среднем содержании фосфора увеличилось в 2,2 раза, при повышенном и высоком содержании в 2,5 – 2,7 раз.

На лугово-черноземовидной почве содержание подвижного фосфора по фазам роста и развития пшеницы в зависимости от дозы внесения аммофоса следующая: в фазе кущения, выхода в трубку и колошения при низком, среднем

и повышенном содержании фосфора происходит уменьшение в среднем примерно в 0,8 раза. В фазе колошения и полной спелости при высоком содержании фосфора увеличилось в 1,3 – 1,5 раз.

Содержание подвижного фосфора, определенного методом А.Т. Кирсанова, не отражает степень доступности растениям этого элемента на почвах с внесением аммофоса. Более тесно коррелирует с потреблением фосфора фактор «интенсивности» – переход фосфатов из почвы в водную вытяжку или вытяжки слабых солевых растворов.

Определение степени подвижности фосфора позволяет с большей уверенностью охарактеризовать обеспеченность почв усвояемым фосфором и судить о потребности их в фосфорных удобрениях (табл. 2) [7].

Таблица 2 – Содержание подвижности фосфора в почве по методу Н.П. Карпинского и В.Б. Замятиной, мг/л

Тип почвы	Вариант	до посева	По фазам пшеницы			
			кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
БЛ	N ₆₀ P ₃₀	0,081	0,177	0,175	0,304	0,246
	N ₆₀ P ₆₀		0,142	0,205	0,294	0,168
	N ₆₀ P ₉₀		0,176	0,199	0,368	0,150
	N ₆₀ P ₁₂₀		0,182	0,184	0,404	0,135
ЛЧ	N ₆₀ P ₃₀	0,105	0,109	0,087	0,102	0,093
	N ₆₀ P ₆₀		0,126	0,103	0,099	0,104
	N ₆₀ P ₉₀		0,236	0,110	0,145	0,098
	N ₆₀ P ₁₂₀		0,189	0,160	0,215	0,124

Содержание подвижности фосфора увеличивалось по фазам роста и развития пшеницы в зависимости от дозы внесения аммофосана бурой лесной почве. Степень обеспеченности в фазе кущения и выхода в трубку была почти одинакова и характеризуется как повышенная, тем самым наблюдается накопление этого элемента. Наибольшая степень обеспеченности фосфора в почве была выявлено в фазу колошения. На лугово-черноземовидной почве степень обеспеченности во всех фазах роста и развития пшеницы была одинакова и характеризуется как повышенной.

Динамика содержания фосфатов в течении вегетации может быть обусловлена как поглощением элемента растениями, так и гидротермическими условиями. В данном опыте была составлена корреляционная связь между фактором «емкости» и фактором «интенсивности», которая представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Корреляционная зависимость между фактором «емкости» и фактором «интенсивности»

Тип почвы	По фазам пшеницы			
	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
БЛ	0,37	0,46	0,61	0,05
ЛЧ	0,002	0,51	0,79	0,42

На бурой лесной почве корреляционным анализом отмечается в фазе кущения, выхода в трубку и колошение средняя связь между фактором «емкости» и фактором «интенсивности» и слабая зависимость наблюдается в фазе полной спелости.

На лугово-черноземовидной почве корреляционным анализом отмечается средней в фазе выхода в трубку и полной спелости между факторами, слабая зависимость наблюдается в фазе кущения. Сильная корреляционная зависимость была отмечена в фазе колошения между факторами.

Заключение. Результаты исследований показали, что наибольшее увеличение содержания подвижного фосфора в бурой лесной почве было отмечено в фазе полной спелости. Наибольшая степень обеспеченности подвижности фосфора в почве была выявлено в фазу колошения.

На лугово-черноземовидной почве при высоком содержании фосфора увеличилось в фазе колошения и полной спелости. По степени обеспеченности подвижности фосфора в почве отмечена во всех фазах роста и развития пшеницы была одинакова и характеризуется как повышенной.

Между фактором «емкости» и фактором «интенсивности» установлена значимая связь. В вегетационно-полевом опыте коэффициент корреляции в бурой лесной почве между этими показателями в фазе кущения, выхода в трубку и колошение имеет среднюю связь, и слабая зависимость наблюдается в фазе полной спелости.

На лугово-черноземовидной почве корреляционным анализом отмечается средней в фазе выхода в трубку и полной спелости между факторами, слабая зависимость наблюдается в фазе кущения. Сильная корреляционная зависимость была отмечена в фазе колошения.

Литература:

- 1) Агрохимические методы исследования почв. – Москва, 1979. – 576 с.
- 2) Исайчев, В. А., Зависимость динамики макроэлементов в растениях яровой пшеницы от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев, А. В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2013. – №1 (21). – С. 14-19.
- 3) Мамыкин, Е. В. Эффективность применения минеральных удобрений под яровую мягкую пшеницу при традиционном земледелии / Е. В. Мамыкин, В. М. Филонов, Я. П. Наздрачев, П. Е. Назарова // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – №3. – С. 55-63.

4) Нестеренко, В. А. Формирование урожая и качества яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве : дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Нестеренко Виталий Александрович ; Всеросс. научно-исслед. инс-т агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – Москва, 2021. – 131 с.

5) Самофалова, И. А. Особенности внесения фосфорных удобрений под яровую пшеницу при различной влагообеспеченности в условиях Северной Кулунды : автореферат канд. с.-х. наук :06.01.04 / Самофалова Ираида Алексеевна. – Барнаул, 1999. – 140 с.

6) Сдобникова, О. В. Фосфорные удобрения и урожай / О. В. Сдобников. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 111 с.

7) Черноситова, Т. Н. Трансформация фосфора в бурых лесных почвах при сельскохозяйственном использовании / Т. Н. Черноситова, В. Л. Бутуханов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12-2. – С. 332-335.

УДК 633.152.47

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА МИСКАНТУСА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПЕРЦА

Теселкина Валерия Витальевна, студент
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
teslerohka.lt@gmail.com

Научный руководитель: д-р хим. наук, доцент
Калюта Елена Владимировна
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
kalyuta75@mail.ru

В статье приведены результаты исследования о влиянии нейтрализованного раствора гидролизата мискантуса на энергию прорастания и всхожесть семян перца сладкого сорта Желтый витамин. Показано, что изучаемый препарат обладает биологически активными свойствами. Максимальный положительный эффект наблюдается при использовании гидролизата при степени разбавления 1:100 и продолжительности замачивания семян в течение 12 часов.

Ключевые слова: мискантус, гидролиз, азотная кислота, перец, энергия прорастания, всхожесть.

INFLUENCE OF MISCANTHUS HYDROLYZATE ON GERMINATION OF PEPPER SEEDS

Teselkina Valeria Vitalievna, student
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
teslerohka.lt@gmail.com

Scientific supervisor: Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor
Kalyuta Elena Vladimirovna
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
kalyuta75@mail.ru

The article presents the results of a study on the effect of a neutralized solution of miscanthushydrolyzate on the germination energy and germination of seeds of the sweet pepper variety Yellow Vitamin. It was shown that the drug under study has biologically active properties. The maximum positive effect is observed when using hydrolyzate at a dilution rate of 1:100 and soaking the seeds for 12 hours.

Key words: miscanthus, hydrolysis, nitric acid, pepper, germination energy, germination.

В современном мире проблема рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды становится все более актуальной. В связи с этим, использование альтернативных источников энергии, таких как биомасса растений, приобретает особое значение. Одним из перспективных видов биомассы является мискантус – многолетнее травянистое растение, обладающее высокой урожайностью и быстрым ростом, что делает его привлекательным для производства энергии и ценных химических веществ, например, целлюлозы и ее нитратов, бумаги, этилена, гидроксиметилфурфурола, фурфурола, фенолов и др. [3]. Однако, для эффективного использования мискантуса необходимо разработать и усовершенствовать технологии его комплексной переработки. Одним из методов переработки этого сырья является гидролиз разбавленным раствором азотной кислоты, впервые предложенным в ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск). При этом образуется две фракции: жидкая – органоминеральное удобрение и твердая – продукт, обогащенный целлюлозой [4-5]. При этом образуется жидкой фазы (побочный продукт) в 20 раз больше, чем целевого твердого остатка, и она в настоящее время нигде не используется. В результате гидролиза образуются различные продукты, такие как сахара, органические кислоты, спирты и другие вещества, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности, в том числе и в сельском хозяйстве для повышения всхожести и урожайности сельскохозяйственных культур в качестве регуляторов роста.

Перец занимает лидирующее место среди овощных культур по содержанию в плодах витамина С и провитамина А. Это теплолюбивое и светолюбивое растение, у которого наблюдается долгая всхожесть семян. При температуре +20...+25°C семена прорастают на 7-10 день, а при +16...+18°C – 20-22 день. Поэтому перед посевом их рекомендуется прорастить. Комплексная обработка семян и растений сладкого перца снижает количество суток от всходов до начала цветения и от всходов до начала плодоношения, увеличивает биометрические показатели [1-2].

Целью данной работы является изучение влияния гидролизата мискантуса на энергию прорастания и всхожесть семян сладкого перца сорта Желтый витамин.

Материалы и методы исследований. Нейтрализованный гидроксидом аммония раствор азотной кислоты после обработки мискантуса был предоставлен сотрудниками ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск) (далее гидролизат) и имел следующий химический состав: сухих веществ – 4,54%, в том числе: нитрата аммония – 2,67%, лигнина – 0,6%, восстанавливающих сахаров – 1,13% (в том числе глюкозы – 0,17%), зольность – 0,14%. Рострегулирующая активность препарата исследована при степенях разбавления 1:100, 1:1000, 1:10000. В качестве контроля использована дистиллированная вода, в качестве раствора сравнения – 2,67%-ный раствор нитрата аммония NH_4NO_3 в тех же степенях разбавления.

Семена перца замачивали в растворах биопрепаратов на 2 и 12 часов. Проращивание осуществляли с использованием фильтровальной бумаги. Набухшие семена раскладывали на двух слоях увлажненной бумаги в чашках Петри. Исследования проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Опыты проведены в 4-х повторениях и обработаны статистически.

Результаты исследования. Опытные данные по влиянию различных препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян перца представлены в таблице.

Таблица – Влияние различных препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян перца сорта Желтый витамин

Продолжительность замачивания t, ч	Показатель качества	Вариант опыта						
		Контроль	NH_4NO_3 1:100	NH_4NO_3 1:1000	NH_4NO_3 1:10000	гидролизат 1:100	гидролизат 1:1000	гидролизат 1:10000
2	Энергия прорастания E, %	33,3	45,6	40,5	40,9	46,7	43,3	40,2
	Всхожесть W, %	80,1	88,2	84,1	82,4	93,3	90,5	85,1
12	Энергия прорастания E, %	40,1	56,7	46,7	41,1	55,6	54,3	47,6
	Всхожесть W, %	81,6	90,5	86,7	90,3	95,7	93,6	90,2

Обсуждение результатов. Один из главных показателей качества семенного материала – это всхожесть семян. От него зависит количество и

густота всходов растений. Чем ближе показатель всхожести к 100%, тем меньше семян нужно для посева. По ГОСТ 12038-84 для сладкого перца ее определяют на 14 день эксперимента. Другим важным показателем качества семян является энергия прорастания – способность семян быстро и одновременно прорасти. Для перца ее определяют на 7 день эксперимента.

Проведенное исследование показало, что исследуемый препарат, представляющий собой нейтрализованный гидроксидом аммония варочный раствор после кислотного гидролиза 4% азотной кислотой мискантуса, увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Исследуемый препарат при степени разбавления 1:100 и продолжительности замачивания 2 часа увеличивает энергию прорастания семян на 20-40%, всхожесть – на 6-17%. При продолжительности замачивания 12 часа энергия прорастания увеличивается на 19-39%, всхожесть – на 10-17%.

Заключение. Нейтрализованный раствор гидролизата мискантуса обладает биологически активными свойствами по отношению к семенам перца сладкого сорта Желтый витамин. Максимальный положительный эффект наблюдается при использовании гидролизата при степени разбавления 1:100 и продолжительности замачивания семян в течение 12 часов.

Литература:

1) Калмыкова, Е. В. Влияние регуляторов роста на урожайность перца сладкого / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3(39). – С. 11. – DOI 10.18286/1816-4501-2017-3-11-14.

2) Калюта, Е.В. Применение инновационных препаратов ЭкоСтим в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур / Е.В. Калюта, М.И. Мальцев, В.И. Маркин [и др.]. // Химия растительного сырья. – 2016. – №2. – С. 145–152.

3) Skiba, E. A. Nitric acid solution after treating miscanthus as a grow the regulator of seed peas (*Pisum sativum* L.) invitro / E. A. Skiba, M. A. Skiba, O. I. Ryatunina // *IzvestiyaVuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology.* –2021. –Т. 11. –№ 3. –Р. 413–420.

4) Шавыркина, Н. А. Перспективы химической и биотехнологической переработки мискантуса / Н. А. Шавыркина, Ю. А. Гисматулина, В. В. Будаева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. –2022. –Т. 12. – №3. –С. 383–393. doi:10.21285/2227-2925-2022-12-3-383-393.

5) Shavyrkina, N. A.; Budaeva, V. V.; Skiba, E. A.; Gismatulina, Y. A.; Sakovich, G.V. Review of Current Prospects for Using Miscanthus-Based Polymers. *Polymers.* – 2023. –15. – P. 3097.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА МИСКАНТУСА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ТОМАТА

Теселкина Валерия Витальевна, студент
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
teslerohka.lt@gmail.com

Научный руководитель: д-р хим. наук, доцент
Калюта Елена Владимировна
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
kalyuta75@mail.ru

В статье приведены результаты исследования о влиянии нейтрализованного раствора гидролизата мискантусана на прорастание семян томата сорта Красный Крупный. Показано, что изучаемый препарат обладает росторегулирующими свойствами. Максимальный положительный эффект наблюдается при использовании гидролизата при степени разбавления 1:1000 и продолжительности замачивания семян в течение 12 часов.

Ключевые слова: мискантус, гидролиз, азотная кислота, томат, регуляторы роста.

INFLUENCE OF MISCANTHUS HYDROLYZATE ON GERMINATION OF PEPPER SEEDS

Teselkina Valeria Vitalievna, student
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
teslerohka.lt@gmail.com

Scientific supervisor: Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor
Kalyuta Elena Vladimirovna
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
kalyuta75@mail.ru

The article presents the results of a study on the effect of a neutralized solution of miscanthus hydrolysate on the germination of seeds of the Red Large tomato variety. It is shown that the studied drug has growth-regulating properties. The maximum positive effect is observed when using a hydrolysate with a dilution degree of 1:1000 and a duration of soaking of seeds for 12 hours.

Keywords: miscanthus, hydrolysis, nitric acid, tomato, growth regulators.

Томаты считаются одним из самых любимых овощей у дачников. Его плоды не только обладают высокими вкусовыми качествами, но и являются ценным источником витаминов, минеральных солей и органических кислот, необходимых организму человека. Но в условиях короткого прохладного лета они могут капризничать и не давать полноценных урожаев. Для получения максимально возможного урожая овощеводы используют разные

агротехнические приемы, в том числе используют стимуляторы роста и удобрения, которые имеют большое значение для выращивания любой овощной культуры. Применение стимуляторов роста оказывает положительное влияние на урожайность томата [1-2].

«Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» насчитывает более 100 наименований регуляторов роста растений и этот список с каждым годом пополняется новыми препаратами [3].

Перспективным является применение гидролизата мискантуса в качестве стимулятора роста растений. Мискантус – это род многолетних злаков, встречающихся в дикой природе в Азии, Австралии и Африке. В России на юге Приморского края произрастает вид мискантус китайский (*Miscanthus sinensis*), распространенный также в Китае, Корее и Японии. Некоторые виды мискантуса чувствуют себя хорошо в отечественном климате и могут ежегодно приносить большой урожай. Травянистое растение достигает в высоту около 2 м и дает большое количество биомассы. В нем содержится примерно 50% целлюлозы, что позволяет использовать его как базовое сырье для многих производств. Одним из методов переработки биомассы мискантуса является гидролиз разбавленным раствором азотной кислоты, впервые предложенным в ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск). При этом образуется две фракции: жидкая – органоминеральное удобрение и твердая – продукт, обогащенный целлюлозой [4-5].

Целью данной работы является изучение влияния жидкой фазы после кислотной варки (гидролизата) мискантуса на прорастание семян томата сорта Красный Крупный. Результаты работы могут быть использованы для повышения эффективности использования мискантуса в сельском хозяйстве и улучшения качества урожая томатов.

Материалы и методы исследований. Нейтрализованный гидроксидом аммония раствор азотной кислоты после обработки мискантуса был предоставлен сотрудниками ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск) (далее гидролизат) и имел следующий химический состав: сухих веществ – 4,54%, в том числе: нитрата аммония – 2,67%, лигнина – 0,6%, восстанавливающих сахаров – 1,13% (в том числе глюкозы – 0,17%), зольность – 0,14%. Рострегулирующая активность препарата исследована при степенях разбавления 1:100, 1:1000, 1:10000. В качестве контроля использована дистиллированная вода, в качестве раствора сравнения – 2,67%-ный раствор нитрата аммония NH_4NO_3 в тех же степенях разбавления.

Семена томата замачивали в растворах биопрепаратов на 2 и 12 часов. Проращивание осуществляли с использованием фильтровальной бумаги. Набухшие семена раскладывали на двух слоях увлажненной бумаги в чашках Петри. Исследования проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Опыты проведены в 4-х повторениях и обработаны статистически.

Результаты исследования. Опытные данные по влиянию различных препаратов на прорастание семян перца представлены в таблицах 1-2 и рисунке 1.

На основе полученных данных, можно сделать вывод, что исследуемые растворы проявляют росторегулирующие свойства на всех вариантах опыта.

Исследуемый гидролизат показал максимальное положительное влияние на биометрические показатели роста семян томата при степени разбавления 1:1000, выдержанных в течение 12 часов.

Таблица 1 – Влияние различных препаратов на биометрические показатели ростков семян томата сорта Красный Крупный (замачивание 2 ч)

Вариант опыта	Средняя длина ростка		Средняя длина корней	
	В мм	Изменение относительно контроля, мм	В мм	Изменение относительно контроля, мм
Контроль	32		25	
NH ₄ NO ₃ 1:100	34	+2	29	+4
NH ₄ NO ₃ 1:1000	59	+27	65	+30
NH ₄ NO ₃ 1:10000	35	+3	27	+2
Гидролизат 1:100	21	-11	35	+10
Гидролизат 1:1000	48	+16	47	+22
Гидролизат 1:10000	42	+10	41	+16

Таблица 2 – Влияние различных препаратов на биометрические показатели ростков семян томата сорта Красный Крупный (замачивание 12 ч)

Вариант опыта	Средняя длина ростка		Средняя длина корней	
	В мм	Изменение относительно контроля, мм	В мм	Изменение относительно контроля, мм
Контроль	16		14	
NH ₄ NO ₃ 1:100	33	+17	42	+28
NH ₄ NO ₃ 1:1000	37	+21	38	+24
NH ₄ NO ₃ 1:10000	39	+23	24	+10
Гидролизат 1:100	36	+20	41	+27
Гидролизат 1:1000	52	+36	81	+67
Гидролизат 1:10000	25	+9	22	+8



Рисунок 1 – Состояние проросших семян томата сорта Красный Крупный на

10 день эксперимента (замачивание 12 ч). Нижний ряд слева направо: контроль, NH_4NO_3 1:100, NH_4NO_3 1:1000, NH_4NO_3 1:10000. Верхний ряд слева направо: контроль, гидролизат 1:100, гидролизат 1:1000, гидролизат 1:10000

Таким образом, нейтрализованный гидроксидом аммония раствор азотной кислоты, полученный после обработки мискантуса, обладает рострегулирующей активностью и может быть использован в качестве биопрепарата для стимуляции ростовых процессов томата. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности проведенного эксперимента и указывают на необходимость дальнейших исследований в этой области.

Литература:

- 1) Батанина, Е. В. Влияние регуляторов роста на рост, развитие и урожай культуры томата / Е. В. Батанина // Эпоха науки. – 2023. – № 33. – С. 3-6.
- 2) Калмыкова, Е. В. Оценка действия регулятора роста на рост и развитие растений томата / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова // Естественные науки. – 2018. – № 4(65). – С. 14-19.
- 3) Калюта, Е. В. Анализ пестицидной нагрузки при возделывании зерновых культур в Алтайском крае / Е. В. Калюта, М. И. Мальцев, Н. Г. Базарнова // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 1. – С. 175-181. – DOI 10.25750/1995-4301-2022-1-175-181.
- 4) Skiba, E. A. Nitric acid solution after treating miscanthus as a grow the regulator of seed peas (*Pisum sativum* L.) invitro / E. A. Skiba, M. A. Skiba, O. I. Ryatunina // *IzvestiyaVuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. –2021. –Т. 11. –№ 3. – P. 413–420.
- 5) Шавыркина, Н. А. Перспективы химической и биотехнологической переработки мискантуса / Н. А. Шавыркина, Ю. А. Гисматулина, В. В. Будаева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. –2022. –Т. 12. – №3. –С. 383–393. doi:10.21285/2227-2925-2022-12-3-383-393
- 6) Shavyrkina, N. A.; Budaeva, V. V.; Skiba, E. A.; Gismatulina, Y. A.; Sakovich, G.V. Review of Current Prospects for Using Miscanthus-Based Polymers. *Polymers*. – 2023. –15. – P. 3097.

**Секция 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА**

УДК 633.37

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО**

Дзарахохова Диана Олеговна, студентка
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Санкт-Петербург, Россия
dianadzarahohova@mail.ru

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, доцент
Сабанова Альбина Арсеновна
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
sabanova.albina@mail.ru

В статье приводятся результаты расчетов экономической эффективности возделывания козлятника восточного при разных способах посева и нормах высева. Определен вариант, обеспечивающий максимальные показатели прибыли и уровня рентабельности.

Ключевые слова: козлятник восточный, способ посева, норма высева, экономическая эффективность, прибыль, уровень рентабельности.

**THE INFLUENCE OF AGROTECHNICAL TECHNIQUES
ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE CULTIVATION OF THE
EASTERN GOAT**

Dzarakhokhova Diana Olegovna, student
St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russia
dianadzarahohova@mail.ru

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Sabanova Albina Arsenovna
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
sabanova.albina@mail.ru

The article presents the results of calculations of the economic efficiency of cultivating Oriental goat with different methods of sowing and seeding rates. An option has been identified that provides maximum profit and profitability indicators.

Keywords: oriental goat, seeding method, seeding rate, economic efficiency, profit, profitability level.

Выращивание многолетних трав является элементом биологизации

земледелия, который снижает затраты на производство продукции, уменьшает потребность в минеральных удобрениях, способствует сохранению окружающей среды [1, 2, 3]. Существенным резервом увеличения производства высокобелкового корма для животноводства и накопления биологического азота в почве в условиях Центральной черноземной зоны является интродукция новой многолетней культуры – козлятника восточного, так как традиционно возделываемая люцерна не обеспечивает производства белка в полной потребности из-за неустойчивости семеноводства [4, 5, 6].

Внедрение многолетних высокопродуктивных богатых растительным белком культур позволяет решить эту проблему. Козлятник восточный, обладающий длительным продуктивным долголетием и комплексом ценных хозяйственных и эколого-биологических особенностей, представляет большой интерес [7, 8, 9].

Целью исследований было рассчитать экономическую эффективность возделывания козлятника восточного при разных способах посева и нормах высева в условиях лесостепной зоны РСО-Алания.

Полевые опыты были заложены по следующей схеме:

1. шир. межд. 15 см – норма высева 2 млн. шт./га;
2. шир. межд. 15 см – норма высева 3 млн. шт./га;
3. шир. межд. 15 см – норма высева 4 млн. шт./га;
4. шир. межд. 30 см – норма высева 2 млн. шт./га;
5. шир. межд. 30 см – норма высева 3 млн. шт./га;
6. шир. межд. 30 см – норма высева 4 млн. шт./га.

Расчет экономической эффективности показал (табл.), что с увеличением урожайности козлятника восточного по вариантам опыта возрастает денежная выручка. Так при рядовом посеве она колебалась от 13650 до 18850 руб./га, а при чересрядном – от 11960 до 16900 руб.

Таблица – Экономическая эффективность возделывания козлятника восточного в зависимости от нормы высева и способа посева

№	Показатели	Варианты					
		1 (15/2)	2 (15/3)	3 (15/4)	4 (30/2)	5 (30/3)	6 (30/4)
1	Урожай зеленой массы, т/га	10,5	12,7	14,5	9,2	11,8	13,0
2	Цена реализации 1 т продукции, руб.	1300	1300	1300	1300	1300	1300
3	Денежная выручка с 1 га, руб.	13650	16510	18850	11960	15340	16900
4	Производственные затраты на 1 га, руб.	9500	9500	9500	9500	9500	9500
5	Себестоимость 1 т	905	748	655	1033	805	731

	продукции, руб.						
6	Прибыль на 1 га, руб.	4150	7010	9350	2460	5840	7400
7	Уровень рентабельности, %	43,7	73,8	98,4	25,9	61,5	77,9

При такой динамике соответственно происходит снижение себестоимости продукции: при рядовом посеве – от 905 до 655 руб.; при черезрядном – от 1033 до 731 руб. Минимальная себестоимость была в вариантах с нормой высева 4 млн. шт./га при обоих способах посева.

Прибыль на 1 га была также выше при рядовых посевах по сравнению с черезрядными и достигала максимального значения – 9350 руб./га (3 вариант).

Анализ таблицы позволяет утверждать, что наиболее эффективным с экономической точки зрения является 3 вариант (с междурядьем 15 см и нормой высева 4 млн.шт./га всхожих семян). Уровень рентабельности здесь достиг 98,4 %, что на 20,5 % превышало таковой черезрядный посев.

Таким образом, при обоих способах посева увеличение нормы высева с 2 до 4 млн. шт./га способствовало повышению урожайности зеленой массы на 21-38 % – рядовой способ и на 28-41% – черезрядный способ.

Наиболее эффективным с экономической точки зрения является 3 вариант (с междурядьем 15 см и нормой высева 4 млн.шт./га всхожих семян), где уровень максимальный уровень рентабельности составил 98,4 %.

Литература:

1) Дзарахохова, Д. О. Экономическая эффективность применения гербицидов на кукурузе / Д. О. Дзарахохова, А. В. Дзарахохов // Актуальные проблемы АПК и рациональное природопользование: наука молодых : материалы Всероссийской студенческой научно-практической интернет конференции, Майкоп, 18 ноября 2022 года / Министерство науки и высшего образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет». – Майкоп: Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2022. – С. 97-100.

2) Спиридонов, А. М. Основные направления совершенствования кормопроизводства / А. М. Спиридонов // Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке : Материалы научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора с.-х. наук И.П. Лепковича, Санкт-Петербург - Пушкин, 18–19 июня 2018 года. – Санкт-Петербург - Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2018. – С. 39-42.

3) Спиридонов, А. М. Перспективные ресурсосберегающие технологии кормопроизводства : учебное пособие / А. М. Спиридонов. – Санкт-Петербург : Академия менеджмента и агробизнеса Нечерноземной зоны РФ, 2007. – 111 с.

4) Спиридонов А.М. Многолетние бобовые травы как источник экологически безопасного азота / А.М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. 2009. №17. – С. 18-20.

5) Спиридонов, А. М. Средообразующая роль многолетних бобовых трав / А. М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 32. – С. 7-12.

6) Фарниев, А. Т. Экологически чистые приемы повышения продуктивности козлятника восточного / А. Т. Фарниев, А. А. Сабанова, Д. Т. Калицева // Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции: в 4 томах, Персиановский, 02–04 февраля 2010 года. Том 2. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2010. – С. 237-240.

7) Фарниев, А. Т. Биологизация технологий возделывания козлятника восточного и сои / А. Т. Фарниев, А. А. Сабанова, Х. П. Кокоев // Инновационные технологии в растениеводстве и экологии : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-микробиолога-агроэколога, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Тимофеевича Фарниева, Владикавказ, 21 февраля 2017 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 26-29.

8) Biologizing technologies for crops cultivation / A. T. Farniev, et al. // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. T. 6. № 5. P. 8956–8962. doi: 10.5281/zenodo.2669529.

9) Reuter G., Zur Biochemie und Physiologie von galigen in Galega officinalis L., Mitt. 4, Flora, Bd. 154, H.I. – 1964. – S. 136-157.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОСЕВА

Дзарахохова Диана Олеговна, студентка
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Санкт-Петербург, Россия
dianadzarahohova@mail.ru

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, доцент
Сабанова Альбина Арсеновна
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
sabanova.albina@mail.ru

В статье приводятся результаты определения энергетической эффективности возделывания лядвенца рогатого при разных способах посева в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. Установлен способ посева (15 см) с лучшими показателями эффективности.

Ключевые слова: лядвенец рогатый, способ посева, энергетическая эффективность, чистый энергетический доход, энергетическая себестоимость.

ENERGY EFFICIENCY OF CULTIVATION OF HORNED SALMON WITH DIFFERENT METHODS OF SOWING

Dzarakhokhova Diana Olegovna, student
St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russia
dianadzarahohova@mail.ru

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Sabanova Albina Arsenovna
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
sabanova.albina@mail.ru

The article presents the results of determining the energy efficiency of cultivation of horned salmon with different methods of sowing in the conditions of the forest-steppe zone of the Russian Federation. It was found that the best energy efficiency indicators were obtained with an ordinary sowing method – 15 cm.

Keywords: horned sheep, seeding method, energy efficiency, net energy income, energy cost.

Перспективным направлением в системе повышения продуктивности кормовых угодий является использование биологических особенностей растений. Полевые травопольные севообороты дадут возможность остановить снижение гумуса в почве и постепенно повысить почвенное плодородие, в том числе и за счет азотфиксации бобовыми травами. Внедрение лядвенца рогатого

в производство – это резерв ресурсосбережения и сохранения почвенного плодородия [1, 4, 7, 8].

Наряду с кормовой ценностью все большее значение придается почвоулучшающей роли лядвенца. Он способен фиксировать азот воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями и благодаря мощной корневой системе использует соединения фосфора и кальция из нижних почвенных горизонтов, обогащая ими верхний слой почвы [5, 6].

Так как лядвенец рогатый является в РСО-Алания малораспространенной культурой и элементы технологии, а в частности, способ посева не определен для условий зоны данного хозяйства, мы поставили цель – определить наиболее оптимальный способ посева, позволяющий получить максимальный энергетический эффект.

Биоэнергетическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственной культуры сводится к сравнению совокупных затрат энергии на производство продукции и количества энергии, получаемой с урожаем [2].

Обобщающим показателем является биоэнергетический коэффициент (КПД посева), который рассчитывается как отношение валовой энергии, полученной с урожаем, к суммарным затратам. Технология возделывания считается эффективной, если данный коэффициент больше единицы [3].

Эффективность приема тем выше, чем меньше энергетические и экономические затраты на его выполнение и больше энергосодержание прибавки урожая.

Цель энергетического анализа состоит в оценке энергетической эффективности производства, выявлении максимально затратных технологий и поисков решений повышения рентабельности хозяйства. Для расчёта оценки используют такой термин, как коэффициент энергетической эффективности производства (КЭЭ). Он рассчитывается путём деления энергии, собранной в с.-х. продукции на энергию, потраченную на её получение. Данную оценку часто называют биоэнергетическим коэффициентом.

Для определения энергозатрат мы составили технологическую карту, которая является основным документом для планирования технологических процессов и операций при возделывании сельскохозяйственных культур. Для определения энергетической эффективности отдельных агротехнических приемов из технологической карты взяли затраты на все виды работ.

Различия между затратами изучаемых вариантов незначительны и состоят из дополнительных затрат на уборку и перевозку более высокого урожая, соответственно и живой труд. Небольшие различия присутствовали и в затратах на семена, поскольку культуры различались способом посева и соответственно стоимостью (табл.).

Анализируя энергозатраты по вариантам, можно отметить, что более продуктивный вариант (15 см) имел максимальный показатель – 18,45 ГДж/га.

Максимально полученная урожайность зеленой массы позволило получить также максимальное количество энергии с урожаем – 481,15 ГДж/га. Это превышало 2 и 3 вариант на 197,6 и 221,4 ГДж/га.

Чистый энергетический доход достиг 481,15 ГДж/га в лучшем варианте, что существенно превысило варианты с шириной междурядий 30 и 45 см – 40,8 и 45,7%.

Коэффициент энергетической эффективности и биоэнергетический коэффициент на посевах лядвенца рогатого с шириной междурядья 30 и 45 см были значительно ниже варианта с рядовым посевом (15 см). лучшие показатели составили 26,08 и 27,08.

Таблица – Энергетическая эффективность возделывания лядвенца рогатого при разных способах посева

№	Показатели	ширина междурядий 15 см	ширина междурядий 30 см	ширина междурядий 45 см (к)
1.	Урожайность зеленой массы, т/га	18,3	16,5	15,2
2.	Затрачено энергии, ГДж/га	18,45	17,34	16,80
3.	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	499,6	302,0	278,2
4.	Чистый энергетический доход, ГДж/га	481,15	284,66	261,40
5.	Коэффициент энергетической эффективности	26,08	16,42	15,60
6.	Биоэнергетический коэффициент	27,08	17,42	16,60
7.	Энергетическая себестоимость, ГДж/т зеленой массы	1,01	1,05	1,10

Перечисленные показатели позволили получить минимальную энергетическую себестоимость зеленой массы лядвенца рогатого – 1,01 ГДж/га (вариант 1), что было меньше на 0,04 и 0,09 ГДж/га других вариантов (2,3).

Таким образом, можно утверждать, что рядовой способ посева (15 см) является наиболее оптимальным для получения максимальной урожайности зеленой массы с максимальным чистым энергетическим доходом и минимальной энергетической себестоимостью.

Литература:

1) Дзарахохова, Д. О. Экономическая эффективность применения биопрепаратов на посевах лядвенца рогатого в условиях предгорной зоны РСО-

Алания / Д. О. Дзарахохова // Актуальные вопросы экономики : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника сельского хозяйства РСО–Алания, доктора экономических наук, профессора Бориса Бештауовича Басаева, Владикавказ, 22–23 марта 2023 года. Том Часть 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – С. 60-63.

2) Дзарахохова, Д. О. Энергетическая эффективность применения биопрепаратов при возделывании зеленого горошка в условиях ООО «Капитал-Агро» РСО-Алания / Д. О. Дзарахохова // Актуальные вопросы экономики : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника сельского хозяйства РСО–Алания, доктора экономических наук, профессора Бориса Бештауовича Басаева, Владикавказ, 22–23 марта 2023 года. Том Часть 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – С. 63-65.

3) Посыпанов Г.С. Азотфиксация бобовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 75-84.

4) Сабанова, А. А. Биологизация технологии возделывания клевера лугового / А. А. Сабанова, А. Т. Фарниев. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2021. – 192 с. – ISBN 978-5-906647-81-8.

5) Технология возделывания козлятника восточного, лядвенца рогатого на корм и семена в условиях Республики Марий Эл (рекомендации). – Йошкар-Ола. – 2003. – 43 с.

6) Технология возделывания лядвенца рогатого на корм и семена / Рос. акад. с.-х. наук, Сев.-Вост. науч.-метод. центр, Зонал. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Сев.-Востока им. Н. В. Рудницкого ; [М. И. Тумасова, М. Н. Грипась, И. А. Устюжанин]. – Киров : НИИСХ Сев.-Востока, 2004. – 49 с. – ISBN 5-7352-0088-7.

7) Фарниев, А. Т. Возделывание лядвенца рогатого в условиях РСО-Алания / А. Т. Фарниев, М. А. Киргуева, А. А. Сабанова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2006. – Т. 43, № 1. – С. 21-22.

8) Фарниев, А. Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового / А. Т. Фарниев, А. А. Сабанова, Д. Т. Калицева // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 65-70. – DOI 10.36461/NP.2020.2.55.011.

РОЛЬ ГЕРБИЦИДОВ В СНИЖЕНИИ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ

Заболотский Владимир Владимирович, магистр
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
oorigo@mail.ru

Бегзимаа Ай-Демир Шолбанович, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
begzidencik@gmail.com

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, профессор
Ивченко Владимир Кузьмич
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
v.f.ivchenko@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты полевого опыта по оценке биологической эффективности применения гербицида МайсТер Пауэр в посевах кукурузы в пятипольном зернопаропропашном севообороте.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, отвальная обработка, без проведения основной обработки, засоренность посевов, гербицид, эффективность.

ROLE OF HERBICIDES IN REDUCING WEED INFORMATION IN CORN CROPS

Zabolotsky Vladimir Vladimirovich, master degree student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
oorigo@mail.ru

Begzimaai Ai-Demir Sholbanovich, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
begzidencik@gmail.com

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Ivchenko Vladimir Kuzmich
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
v.f.ivchenko@mail.ru

Annotation. The article presents the results of a field experiment to assess the biological effectiveness of the use of the herbicide Meister Power in corn crops in a five-field grain-fallow crop rotation.

Abstract.: leached chernozem, dump cultivation, without basic processing, crop infestation, herbicide, efficiency.

Известно [2], что растения кукурузы, начиная с фазы третьего листа и до появления восьмого-десятого листа, негативно реагируют на засоренность

посевов. Применение гербицидов для борьбы с сорными необходимо проводить с учетом имеющейся засоренности посевов. Установлено [3], что применение минимальной обработки почвы приводит к повышению уровня засоренности посевов и поэтому возникает необходимость применения гербицидов.

Цель исследования – определить эффективность гербицида МайсГер Пауэр в посевах кукурузы на вариантах с различными системами основной обработки почвы.

Полевой опыт проводили в учебно-опытном хозяйстве «Миндерлинское» Сухобузимского района. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Гранулометрический состав – тяжелосуглинистый. Исследования осуществляли в пятипольном севообороте: сидеральный пар – яровая пшеница – ячмень – кукуруза – яровая пшеница.

Схема опыта состояла из варианта с вспашкой на 20-22 см и без проведения основной обработки почвы. Учет засоренности посевов кукурузы на опытном поле выполняли с помощью металлической рамки размером 0,25x0,25 м в соответствии с методикой [1]. Агротехника возделывания культур в севообороте – общепринятая для данной почвенно-климатической зоны [4].

Количественная исходная засоренность посевов кукурузы на опытном поле на исследуемых вариантах составила 92 шт./м² сорняка.

Видовой состав сорных растений на исследуемых вариантах был очень разнообразным (рис. 1).

В результате проведенных исследований установлено, что в посевах кукурузы преобладающее положение занимали малолетние сорные растения. Их количество существенно превышало аналогичный показатель, рассчитанный для многолетних сорняков и составляло 80 %.

Данные свидетельствуют, что представленное общее количество сорных растений существенно превышало экономический порог вредоносности. Это указывает на целесообразность применения гербицида на посевах кукурузы.

Расчеты процентного содержания отдельных видов сорных растений по отношению к общему их количеству представлены на рисунке 1.

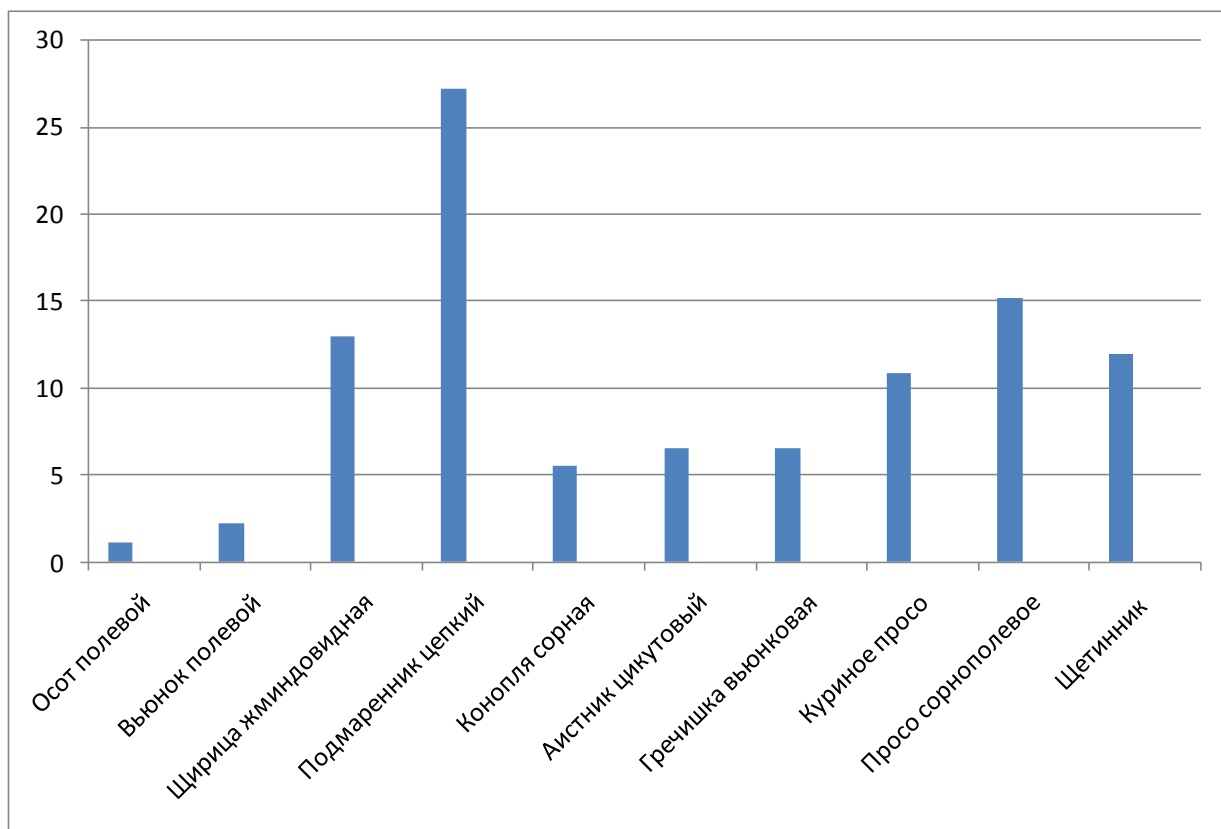


Рисунок 1 – Исходная засоренность посевов кукурузы до обработки гербицидами на опытном участке в 2021 году, %

Из представленных данных следует, что среди всех сорных растений наибольший процент приходился на подмаренник цепкий – 27,2 %. Затем следовали просо сорнополевое, щирица жминдовидная, щетинник и куриное просо.

Препарат МайсТер Пауэр вносили с помощью прицепного опрыскивателя в фазе 4-5 листьев у кукурузы. В результате применения гербицида МайсТер Пауэр количество сорных растений в посевах кукурузы на исследуемых вариантах существенно снизилось. На варианте проведением вспашки гербицид уничтожил 95,0% исходной засоренности. На варианте без проведения основной обработки почвы этот показатель составил 90,0 %. Такая высокая степень уничтожения сорных растений обусловлена тем, что действующее вещество препарата МайсТер Пауэр обеспечивает не только уничтожение вегетирующих сорных растений, но и их проростков.

Таким образом, биологическая эффективность применения гербицида МайсТер Пауэр в посевах кукурузы составила на варианте с вспашкой 95,6%, без проведения основной обработки 90,0 %.

Литература:

1) Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2) Кашеваров, Н. И. Кукуруза в Сибири / Н. И. Кашеваров, В. С. Ильин, Н. Н. Кашеварова, И. В. Ильин. – Новосибирск, 2004. – 399 с.

3) Полосина, В. А. Влияние систем основной обработки на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / В. А. Полосина, В. К. Ивченко, А. А. Васильев, М. В. Луганцева // Вестник КрасГАУ. – 2023. – №3. – с. 72-79.

4) Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч. – практ. рекоменд. /под общ. ред. С. В. Брылева. – Красноярск, 2017. – 224 с.

УДК 631.5; 631.153

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Каргбо Джеймс, аспирант
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Воронеж, Россия
jimtykay7.90@gmail.com
Научный руководитель: д-р с.-х. наук, профессор
Коржов Сергей Иванович
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Воронеж, Россия
korzem@mail.ru

Аннотация: Был проведен систематический обзор письменных работ. Природоохранное земледелие (СА) – это сельскохозяйственная практика, направленная на сохранение ресурсов и обеспечение устойчивого производства сельскохозяйственных культур. Его цель – достижение прибыльности при одновременной защите окружающей среды. Для преодоления кризиса в аграрном секторе и усиления импортозамещения необходимо внедрять ресурсосберегающие технологии и оборудование, а также эффективные методы сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: Растениеводство, ресурсосберегающее земледелие, ресурсосберегающие технологии.

AGRICULTURAL INNOVATIVE METHODS FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION INTENSIFICATION

Kargbo James, postgraduate student

jimmykay7.90@gmail.com

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Korzhov Sergey Ivanovich

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia

korzem@mail.ru

Abstract: A systematic review of the written works was carried. Conservation agriculture (CA) is an agricultural practice that aims to conserve resources and ensure sustainable crop production. Its objective is to achieve profitability while also protecting the environment. To overcome the crisis in the agricultural sector and increase import substitution, it is necessary to implement resource-saving technologies and equipment, as well as efficient methods of agricultural production.

Keywords: Crop production, Conservation agriculture, resource-saving technologies

Растениеводство оказывает значительное влияние на продовольственную безопасность и доступность высококачественных и экологически чистых продуктов питания в России. Пшеница является наиболее широко культивируемым злаком, на ее долю приходится около 60% посевных площадей, за ней следуют ячмень, кукуруза и овес. Продукция растениеводства не только обеспечивает продовольствие, но и служит сырьем для промышленности и кормом для скота. Кормовые культуры составляют примерно 20% посевных площадей. Развитие растениеводства зависит от таких факторов, как повышение плодородия почв, модернизация машин и оборудования, внедрение химизации и автоматизации в сельскохозяйственную практику, наличие квалифицированных специалистов и мощной научной базы. На растениеводство влияют природные условия, сезонность производства и использование земли в качестве основного ресурса и средоточия рабочей силы (Stepanova, Vasil'Ev, Akhmedov, Guschina, and Zharkova, 2021).

Систематический обзор письменных работ был проведен путем обобщения результатов нескольких первичных тестов с использованием стратегий, которые уменьшают предвзятость и случайные ошибки.

Природоохранное сельское хозяйство (СА) – это сельскохозяйственная практика, направленная на сохранение ресурсов и обеспечение устойчивого растениеводства. Его цель - достижение прибыльности при одновременной

защите окружающей среды. Такой подход сокращает использование механической обработки почвы и обеспечивает тщательное внесение агрохимикатов и питательных веществ на соответствующих уровнях, чтобы избежать нарушения биологических процессов (FAO, 2012). Здоровые почвы поддерживают природоохранное земледелие на основе трех взаимосвязанных принципов: 1) сведение к минимуму нарушения почвенного покрова и практика прямого посева без обработки почвы; 2) поддержание постоянного органического почвенного покрова растительными остатками и покровными культурами; 3) содействие диверсификации сельскохозяйственных культур посредством севооборотов и ассоциаций. Природоохранное сельское хозяйство также поощряет эффективные методы агрономии, своевременные операции и улучшенное управление земельными ресурсами для производства неорошаемых и орошаемых культур. Кроме того, оно выигрывает от использования высококачественных семян и внедрения комплексной борьбы с вредителями.

Природоохранное сельское хозяйство предлагает ряд преимуществ, таких как сохранение влаги и проникновение воды, сокращение стока пестицидов и удобрений, снижение расхода топлива, повышение содержания органических веществ, приводящее к связыванию углерода, увеличение разнообразия почвы, флоры и фауны, улучшение среды обитания диких животных, улучшение структуры почвы, уменьшение ветровой и водной эрозии, снижение требований к рабочей силе, и сокращение инвестиций в оборудование (Cook, 2006; Huggins and Reganold, 2008; Stagnari *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2012).

Доказано, что природоохранное земледелие оказывает значительное положительное влияние на производство растениеводческой продукции, увеличивая ее на 40-100% в разных регионах. Это также снижает зависимость от затрат фермы, таких как электроэнергия, на 50-70%, время и рабочая сила - на 50%, удобрения и агрохимикаты - на 20-50% и вода - на 30-50%. Более того, природоохранное земледелие помогает уменьшить эрозию почв и восстановить водные ресурсы до уровня, существовавшего до интенсивного ведения сельского хозяйства, с точки зрения качества и количества, как заявлено Montgomery (2007) и FAO (2011).

Выводы.

Современное сельское хозяйство сосредоточено на переходе к энерго- и ресурсосберегающим методам, биологизации и биофармацевтике. Эти методы направлены на обеспечение населения высококачественными продуктами питания, кормами для скота и сырьем для промышленности. Для преодоления кризиса в аграрном секторе и усиления импортозамещения необходимо внедрять ресурсосберегающие технологии и оборудование, а также эффективные методы сельскохозяйственного производства. Внедрение технологий минимальной обработки почвы и без обработки без обработки

почвы может повысить плодородие почв, снизить воздействие на окружающую среду и способствовать устойчивому землепользованию. Как сельскохозяйственным производителям, так и научному сообществу необходимо сотрудничать во внедрении этих современных технологий. Достижение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и сохранение ресурсного потенциала сельского хозяйства для будущих поколений должно основываться на научно обоснованных методах сохранения в сельскохозяйственном производстве.

Литература:

- 1) Cook RJ, 2006. Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:18389-94. 2006.
- 2) FAO, 2011. Save and grow: a policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italy. pp 1-98. 2011.
- 3) FAO, 2012. What is Conservation Agriculture? Accessed on 21st July 2012. Available from: <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>. 2012.
- 4) Huggins D.R., Reganold J.P. No-till: the quiet revolution. *Sci. Am.* 299:70-7. 2008.
- 5) Kassam A.H., Friedrich T., Rolf Derpsch R, Lahmar R, Mrabet R, Basch B, Emilio J, González-Sánchez EJ, Serraj R. 2012. Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. *Field Crop Res*, 132:7-17. 2012.
- 6) Montgomery D., 2007. *Dirt, the erosion of civilizations*. University California Press, Berkeley, CA, USA. 2007
- 7) Stagnari F, Ramazzotti S, Pisante M. 2009. Conservation agriculture: a different approach for crop production through sustainable soil and water management: a review. In: E. Lichtfouse (ed.) *Organic farming, pest control and remediation of soil pollutants*. Sustainable agriculture reviews 1. Springer Science+Business Media B.V., Houten, The Netherlands, pp 55-83. 2009.
- 8) Stepanova N E, Vasil'Ev A K, Akhmedov A D, Guschina I A, Zharkova D S 2021 Rational use of natural resources and environmental protection in agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 723 042003. 2021

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Павлов Иван Юрьевич, студент

biology1112@mail.ru

Павлыш Арина Евгеньевна, студент

arinapavlysh@gmail.com

Захарцева Марина Викторовна, студент

zahartsevamarina@yandex.ru

Бурак Денис Денисович, студент

a9233518031@gmail.com

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Научные руководители:

канд. с.-х. наук, доцент Мистратова Наталья Александровна

mistratova@mail.ru

канд. с.-х. наук, доцент Ступницкий Дмитрий Николаевич

stupdn@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки урожайности гибрида кукурузы Кубанский 102 МВ, возделываемого по органической технологии в Балахтинском районе Красноярского края.

Ключевые слова: органическое земледелие, урожайность, гибрид, кукуруза, механическая обработка.

ASSESSMENT OF THE YIELD OF CORN CULTIVATED USING ORGANIC TECHNOLOGY

Pavlov Ivan Yurievich, student

biology1112@mail.ru

Pavlysh Arina Evgenievna, student

arinapavlysh@gmail.com

Zakhartseva Marina Viktorovna, student

zahartsevamarina@yandex.ru

Burak Denis Denisovich, student

a9233518031@gmail.com

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisors:

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Mistratova Natalya Aleksandrovna

mistratova@mfail.ru

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Stupnitsky Dmitry Nikolaevich

stupdn@mail.ru

Abstract. The article presents the results of an assessment of the yield of the Kubansky 102 MV corn hybrid cultivated using organic technology in the Balakhtinsky district of the Krasnoyarsk Territory.

Key words: organic farming, yield, hybrid, corn, mechanical processing.

Одним из перспективных направлений, формирующих высокий уровень развития «зеленой» экономики нашей страны является производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции, получение которой основано на принципах органического земледелия без применения средств химизации [1, 2].

В производстве органической продукции особая роль отведена одной из важнейших сельскохозяйственных культур мирового земледелия – кукурузе. По универсальности использования она превосходит все зерновые культуры, поскольку имеет большое пищевое, кормовое и техническое значение [6]. Уникальность кукурузы также заключается в высокой потенциальной продуктивности, что определяет возможность получения больших урожаев [4].

Цель работы – провести оценку урожайности кукурузы, возделываемой по органической технологии.

Исследования проведены в 2023 году на территории землепользования ООО «КХ Родник» Балахтинского района Красноярского края. Объект исследования - гибрид кукурузы Кубанский 102 МВ. Исследуемый гибрид характеризуется как ультрараннеспелый, ФАО 100. Средняя урожайность зерна в Восточно-Сибирском регионе составила 41,6 ц/га, максимальная - 54,4 ц/га получена на Краснотуранском ГСУ Красноярского края в 2020 г. Вегетационный период 110 дней. Варианты опыта: 1) контроль – без обработок; 2) механическая обработка почвы. Предшественник – пшеница. Кукуруза третья культура в севообороте после 27-летней залежи (пшеница-пшеница-кукуруза). Дата посева – 06.06.2023 г.

Перед уборкой кукурузы проведены учеты структуры урожая и определен вес зеленой массы культуры.

На показатель общего веса зеленой массы кукурузы оказывают влияние высота растений, а так же количество сформированных початков и их вес.

На делянках без применения механических обработок почвы высота контрольных растений в среднем составила 101,9 см (рис. 1).

Уничтожение сорной растительности агротехническим способом оказало существенное влияние на рост растений кукурузы, способствуя повышению морфометрических показателей. Применение боронований и междурядных обработок обеспечило снижение конкурентной нагрузки со стороны сорной растительности за потребление элементов питания и влаги, что повысило темпы поступательного роста стебля растений (рис. 1), высота кукурузы составила 158,8 см, что на 56,9 см или на 55,8 % выше, чем на контрольном варианте.

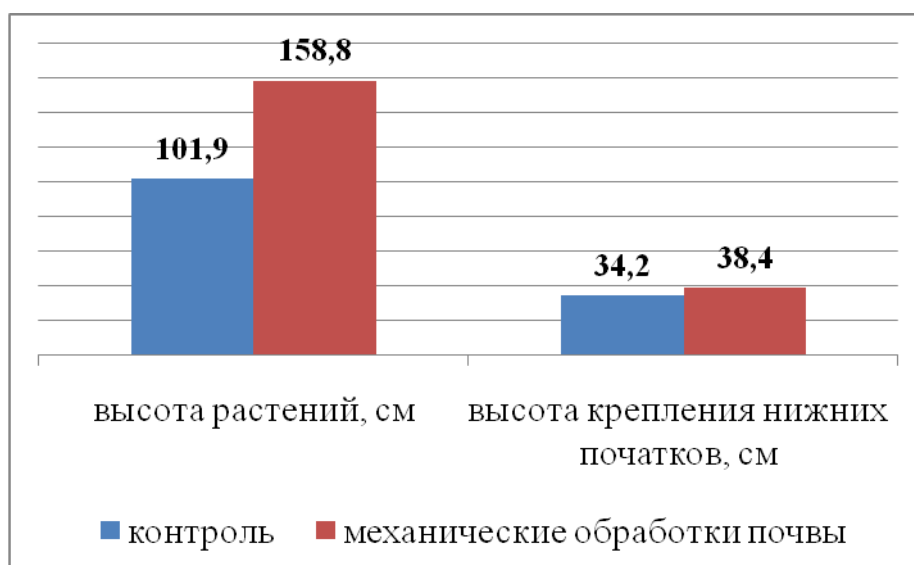


Рисунок 1 – Влияние механических обработок почвы на высоту растений кукурузы

Отметим, что ультраранний гибрид Кубанский 102 МВ имеет высоту растений, не превышающую 170 см. Соответственно, в почвенно-климатических условиях текущего года гибрид практически реализовал свой генетический потенциал морфометрических параметров, учитывая возделывание без использования коррекции питания минеральными удобрениями.

Оценка высоты прикрепления нижнего початка имеет технологическое значение, позволяет прогнозировать потери при уборке самой питательной части растения – зерна [4, 5]. В среднем, показатель по вариантам опыта практически на одном уровне – 34,2 см на контроле, 38,4 см на варианте с механическими способами уничтожения сорняков. Высота среза ультраскороспелых гибридов при проведении уборочных работ составляет 30 см от поверхности почвы. Соответственно, имеющаяся высота крепления початков не приводит к потерям зерновой части кукурузы.

Кормовая ценность силоса зависит, прежде всего, от содержания початков в массе и степени их спелости к моменту уборки. 87,5 % контрольных растений сформировали початок, но початки не развитые, у единичных экземпляров частичная озерненность початка начала молочной спелости (рис. 2 А). На варианте с механическими обработками почвы 100 % растений сформировали початки. Из них у 5,2 % растений початки не достигли полноценного состояния. У 15,8 % растений сформировалось по 2 початка, но по 2 полноценных початка имели только 5,2 % растений.



А



Б

Рисунок 2 – Внешний вид початков по вариантам опыта: А – контроль, Б – механическая обработка почвы

На единичных растениях насчитывалось по 3 початка, но полноценным был только 1 (рис.3).



А



Б

Рисунок 3 – Формирование початков по вариантам опыта: А – контроль, Б – механические обработки почвы

Таким образом, в среднем по варианту с механическими обработками на растениях образовалось по 1 полноценному початку. Спелость початков – молочная и молочно-восковая. Количество полноценных початков у контрольных растений оценили в 0 % (табл. 1).

Урожайность зеленой массы кукурузы на контроле составила 41,7 ц/га. Применение агротехнических способов борьбы с сорной растительностью оказала существенное влияние на формирование урожайности, вес зеленой массы составил 190,0 ц/га, что в 4,6 раза превышает контрольный показатель.

Вес полноценных початков на участке с применением боронований и междурядных обработок составил 85,0 ц/га. Доля початков в общем весе зеленой массы – 44,7 %, что позволит обеспечить высокое качество силосной массы. Обычно в сельскохозяйственном производстве доля початков в зеленой массе кукурузы не превышает 30 %.

Таблица 1 – Влияние механических обработок почвы на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Количество полноценных початков на 1 растении, шт	Урожайность зеленой массы, ц/га	Урожайность початков, ц/га	Доля початков в весе зеленой массы, %
Контроль	0	41,7	0	0
Механические обработки почвы	1,0	190,0	85,0	44,7
НСР ₀₅	0,3	86,1	77,4	

Таким образом, применение боронований и междурядных обработок при производстве кукурузы по технологии органического земледелия обеспечило урожайность зеленой массы 190,0 ц/га, что в 4,6 раза больше контрольных значений.

Литература:

- 1) Коломейцев, А. В. Анализ современного состояния органического сельского хозяйства и опыта государственной поддержки в различных субъектах Российской Федерации / А. В. Коломейцев, Н. А. Мистратова, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 1(136). – С. 227-232.
- 2) Мистратова, Н. А. Органическое земледелие в России (обзорная статья) / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, С. Е. Яшин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 11(176). – С. 100-107.
- 3) Современные технологии возделывания кукурузы в Красноярском крае: научно-практическое издание. – Красноярск, 2021. – 56 с.
- 4) Ступницкий, Д. Н. Агрэкологическая оценка гибрида кукурузы Байкал в условиях лесостепной зоны Красноярского края / Д.Н. Ступницкий, И. Ю. Павлов, А. Е. Павлыш, Д. Д. Бурак // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий : матер. всерос. науч.- практ. конф. с межд. участием, посвященная 105-летию Горского ГАУ, Владикавказ, 26–27 октября 2023 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – С. 193-195.
- 5) Ступницкий, Д. Н. Формирование початков у гибридов кукурузы на фоне применения гербицида Октава, МД при возделывании в Красноярской лесостепи / Д. Н. Ступницкий, А. И. Белоконь, В. Д. Микешина [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Матер. III Межд. науч. конф., Красноярск, 24 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 278-282.
- 6) Шогенов, Ю. М. Урожайность гибридов кукурузы на зерно разных сроков созревания в зависимости от уровня минерального питания / Ю. М. Шогенов, З. А. Иванова, Ф. Х. Нагудова, З. Х. Топалова // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля РСФСР и др, профессора М.М. Джамбулатова. Махачкала, 2016. – Ч. 2. – С. 674-678.

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ЛЮЦЕРНЫ

Пех Кристина Алановна, магистрант
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
k-gubaeva@bkl.ru

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, доцент
Сабанова Альбина Арсеновна
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
sabanova.albina@mail.ru

В статье представлены результаты полевого опыта по влиянию предпосевной обработки семян люцерны посевной биопрепаратами ризоторфин и альбит на биометрические показатели. Определен вариант, обеспечивающий максимальные показатели роста люцерны.

Ключевые слова: люцерна, биопрепараты, высота растений, облиственность, урожайность.

THE EFFECT OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE BIOMETRIC PARAMETERS OF ALFALFA PLANTS

Pekh Kristina Alanovna, master degree student
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
k-gubaeva@bkl.ru

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Sabanova Albina Arsenovna
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
sabanova.albina@mail.ru

The article presents the results of field experience on the effect of pre-sowing treatment of alfalfa seeds with biological preparations risotorphin and albit on biometric indicators. A variant has been identified that provides maximum alfalfa growth rates.

Keywords: alfalfa, biological products, plant height, foliage, yield.

Кормопроизводство РСО-Алания, как и в целом по стране, находится в кризисном состоянии. Это связано, видимо с сокращением посевных площадей кормовых культур на пахотных землях, снижением их урожайности, бессистемным использованием естественных кормовых угодий, снижением технической оснащенности отрасли до критического уровня [1, 3].

Для решения многих задач отрасли животноводства представляется перспективным возделывание многолетних бобовых трав, как энергетически и экономически более выгодных. Увеличение посевов многолетних бобовых трав

и их продуктивности повысит питательность рационов и одновременно снизит их себестоимость [7, 4, 9].

Люцерна при надлежащей агротехнике дает высокие урожаи. На орошаемых землях при 4-7 укосах и более с гектара получают по 700-1000 ц зеленой массы или по 150-200 ц сена. В районах, обеспеченных влагой, с укоса собирают по 50-80 ц с 1 гектара.

Благодаря развитию корневой системы люцерны, способности проникать в почву на несколько метров, обильному развитию корней в поверхностном слое почвы и большому потреблению влаги из почвы она, при правильных поливах и в комплексе с другими агротехническими приемами, предотвращает засоление орошаемых земель [5, 6].

По мнению Сидоренко О.Д. положительные результаты применения биологических препаратов, по-видимому, определяются высоким природным адаптационным потенциалом растительно-микробных ассоциаций и их эволюционно закрепленным взаимовыгодным сосуществованием. Бактерии в искусственно созданных ассоциациях с высшими растениями, микрогуматами и пестицидами на клеточном и организменном уровнях способны сохранять биохимическую активность. При этом поддерживается равновесие и биоразнообразие в микробном ценозе конкретной почвы или почвогрунта, корневая система растений обогащается агрономически полезными симбиотрофными микроорганизмами. Одновременно повышается активность обменных процессов в системе почва – растение, улучшается фитосанитарное состояние полей и грунтов теплицы [2, 8, 10].

Целью наших исследований было изучить влияние биопрепаратов на биометрические показатели и урожайность люцерны в условиях СПК «Дружба» Алагирского района РСО-Алания.

В задачи исследований входило:

1. Выявить влияние биопрепаратов на высоту растений люцерны.
2. Изучить влияние биопрепаратов на облиственность.
3. Подобрать наиболее оптимальный вариант для реализации максимальной урожайности культуры.

Полевые опыты были заложены с люцерной посевной сорта «Надежда» на дерново-глеевых оподзоленных почвах по следующей схеме:

1. Контроль; 2. Ризоторфин; 3. Альбит; 4. Ризоторфин+Альбит.

Площадь деланки – 9,6 м². Ширина междурядья 15 см. Повторность опыта трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Норма высева 9 кг/га.

При проведении исследований проводились следующие наблюдения.

– Биометрический анализ растений, определяя:

а) высоту растений люцерны линейным измерением на мерной линейке стебля от основания до середины спада конуса их высоты;

б) облиственность растений люцерны весовым методом от средней пробы в 0,5 кг.

– Учет урожайности зеленой массы проводили скашиванием всей деланки.

Урожайные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1985).

Действие биопрепаратов ризоторфина и альбита заключалось в усилении роста и развития растений, способствовало более полному раскрытию потенциала люцерны посевной. Инокуляция семян микробными препаратами позволила задействовать дополнительное количество биологического азота, что способствовало повышению их урожайности.

Растения опытных вариантов имели высоту в пределах 65–70 см относительно контрольного варианта – 55 см. Превышение составило 10-15 см. Максимальной высоты – 70 см, растения люцерны достигли в варианте, где применялась смесь биопрепаратов (табл.).

Таблица – Высота растений и облиственность растений люцерны в зависимости от применения биопрепаратов

№	Варианты	Высота растений, см	Облиственность, %
1	Контроль	55	40
2	Ризоторфин	65	42
3	Альбит	69	44
4	Ризотофин+Альбит	70	48

Основным показателем качества корма люцерны является его облиственность. Облиственность растений люцерны изменялась в зависимости от применяемых препаратов. Так в варианте с применением ризоторфина этот показатель повысился лишь на 2%. Применение же Альбита и смеси его с ризоторфином повысило этот показатель на 4 и 8% соответственно.

Показатели роста и развития растений люцерны отразились на урожайности сена, которая изменялась от 2,02 до 2,74 т/га. Прибавка от применения ризоторфина составила 0,41 т/га, или 20,3 %. Применение же альбита позволило получить еще 0,07 т/га. Максимальная урожайность была в варианте с применением смеси биопрепаратов – 2,74 т/га, или 0,72 т/га прибавки, что составило 35,6 %.

Таким образом, максимальные показатели продуктивности растений люцерны достигаются при совместном применении биопрепаратов ризоторфин и альбит.

Литература:

- 1) Мороз, М. Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных / М. Т. Мороз, А. М. Спиридонов. – Москва : ООО "Директмедиа Паблишинг", 2022. – 160 с.
- 2) Сабанова, А. А. Экологизация приемов защиты люцерны от болезней в условиях Алагирского района РСО-Алания / А. А. Сабанова, Д. О.

Дзарахохова // Экологические чтения - 2023 : Материалы XIV Национальной научно-практической конференции (с международным участием), Омск, 03–05 июня 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. – С. 460-465.

3) Сабанова, А. А. Биологизация технологии возделывания клевера лугового / А. А. Сабанова, А. Т. Фарниев. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2021. – 192 с.

4) Сабанова, А. А. Роль инокуляции клевера лугового в повышении его азотфиксации, болезнеустойчивости и мобилизации питательных элементов почвы / А. А. Сабанова, А. Т. Фарниев, А. Б. Гегкиев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 57, № 4. – С. 27-34.

5) Сидоренко, О. Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов / О. Д. Сидоренко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 6. – С. 70-79.

6) Спиридонов, А. М. Реализация потенциала вида люцерны изменчивой в условиях Ленинградской области / А. М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 24. – С. 32-39.

7) Спиридонов, А. М. Продуктивность сортов люцерны изменчивой и синей в условиях северо-запада России / А. М. Спиридонов, А. М. Мазин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 60. – С. 16-22. – DOI 10.24411/2078-1318-2020-13016.

8) Спиридонов, А. М. Сорта люцерны на сенокосах Ленинградской области / А. М. Спиридонов, Т. Н. Горбенко, Н. Ю. Коженкова // К 100-летию научного луговодства России: современные проблемы и перспективы лугового кормопроизводства : Тезисы докладов, Великий Новгород, 27–30 июня 1995 года / Новгородская государственная сельскохозяйственная академия. – Великий Новгород: Новгородская государственная сельскохозяйственная академия, 1995. – С. 66-70.

9) Спиридонов, А. М. Значение бобовых культур в кормопроизводстве и земледелии Северо-Запада России / А. М. Спиридонов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 24–26 июня 2017 года. – Владикавказ: Веста, 2017. – С. 82-85.

10) Спиридонов, А. М. Возделывание многолетних бобовых трав как фактор ресурсосбережения в кормопроизводстве / А. М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 20. – С. 25-29.

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТЬ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО

Плиев Хасан Тотрбекович, аспирант
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
plievhasan3@gmail.com

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, доцент
Сабанова Альбина Арсеновна
Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия
sabanova.albina@mail.ru

В статье приведены результаты фитопатологического мониторинга болезней на посевах козлятника восточного в условиях предгорной зоны РСО-Алания. Было установлено, что смесь препаратов ризоторфина и мизорина оказывала лучшее фунгицидное действие.

Ключевые слова: козлятник восточный, биопрепараты, болезни, распространенность болезни, балл поражения.

THE EFFECT OF BIOLOGICS ON THE DISEASE RESISTANCE OF THE EASTERN GOAT

Pliev Hassan Totrbekovich, postgraduate student
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
plievhasan3@gmail.com

Scientific supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Sabanova Albina Arsenovna
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
sabanova.albina@mail.ru

The article presents the results of phytopathological monitoring of diseases in the crops of the Oriental goat in the conditions of the foothill zone of the Russian Federation. It was found that a mixture of risotorphin and mizorin drugs had the best fungicidal effect.

Keywords: oriental goat, biologics, diseases, disease prevalence, lesion score.

Среди многолетних бобовых трав особого внимания заслуживает козлятник восточный, который является очень перспективной кормовой культурой. Значимость козлятника восточного заключается в необычно высокой экономичности ее возделывания, обеспечивающей производство кормовой единицы по самой низкой себестоимости, которая достигается за счет высокой урожайности, энергетической питательности получаемых из нее кормов и продуктивного долголетия [1, 8].

Важным способом повышения продуктивности кормовых трав является внедрение в технологии их возделывания препаратов полифункционального действия [5, 9].

В повышении продуктивного потенциала козлятника восточного важная роль принадлежит интенсификации взаимодействия растений с микроорганизмами. Он характеризуется ярко выраженной потребностью в симбиотрофном питании азотом при взаимодействии с клубеньковыми бактериями *Rhizobium galegae* [3, 7].

Механизмы положительного влияния биопрепаратов на растения разнообразны и достаточно мобильны. Наиболее важное значение из них имеют: фиксация атмосферного азота, стимуляция роста и развития растений, подавление развития фитопатогенов, улучшение питания растений, повышение устойчивости их к стрессовым условиям [2].

Расширение спектра применения биопрепаратов против фитопатогенов экономически оправдано и будет востребовано агропромышленным комплексом России [4].

Все это позволит в перспективе пополнить небогатый ассортимент антогонистов фитопатогенов и тем самым повысить роль биопрепаратов в защите растений [6].

Целью наших исследований было изучение влияния различных биопрепаратов на болезнеустойчивость козлятника восточного на черноземах карбонатных РСО-Алания.

В задачи исследований входило:

- изучить фитосанитарное состояние посевов козлятника восточного;
- подобрать препараты с наиболее высокой фитопатогенной активностью;
- изучить влияние биопрепаратов на продуктивность козлятника восточного;

Для решения этих задач нами проведены исследования с козлятником восточным сорта Гале на черноземе карбонатном в полевом опыте, заложенном в предгорной зоне РСО-Алания Кировского государственного сортоиспытательного участка.

Схема опыта: 1. Контроль; 2. Ризоторфин; 3. Мизорин; 4. Ризоторфин + Мизорин.

Норма высева – 1,5 млн. всхожих семян на 1 га (14 кг/га), ширина междурядья – 45 см. Повторность трехкратная. Размещение вариантов рендомизированное, площадь делянки 10,8 (1,35x8) м².

Объектом изучения были бактериальные препараты ризоторфин штамм 14-W (ВНИИСХМ г. С.-Петербург) и мизорин. Семена козлятника восточного сорта Гале перед посевом инокулировали биопрепаратами: ризоторфином (штамм 14-W) (600 г на гектарную норму семян), мизорином (600 г на гектарную норму семян), их смесью (ризоторфин (300 г) + мизорин (300 г)).

Результаты проведенных исследований показали (табл.), что устойчивость растений козлятника восточного против возбудителей заболеваний существенно зависела от применяемого препарата.

Так анализ данных фитопатологического обследования показал, что при

проведении первого учета распространения болезней на козлятнике восточном были обнаружены фузариоз, фомоз, бурая пятнистость и ложная мучнистая роса (пероноспороз). При проведении второго учета был обнаружен еще и аскохитоз.

Таблица – Влияние микробных препаратов на развитие болезней козлятника восточного

№	Варианты	1-ый учет				
		Фузариоз	Фомоз	Бурая пятнис.	Ложная мучн. роса	
1.	Контроль	7,5	28,3	78/1-2	11,3	
2.	Ризоторфин	4,8	24,5	62/1-2	8,3	
3.	Мизорин	3,4	18,1	57/1	6,5	
4.	Ризоторфин + Мизорин	1,7	15,3	43/1	5,2	
№	Варианты	2-ой учет				
		Фузариоз	Фомоз	Бурая пятнис.	Ложная мучн. роса	Аскохитоз
1.	Контроль	12,4	40,5	93/2	14,4	86
2.	Ризоторфин	8,6	37,2	82/2	10,5	78
3.	Мизорин	6,8	31,8	76/1	8,9	71
4.	Ризоторфин + Мизорин	4,4	27,0	63/1	6,3	63

Примечание: в числителе – распространенность болезни, %
в знаменателе – балл поражения

Наиболее распространенным заболеванием была бурая пятнистость. Так, в контрольном варианте при первом учете процент пораженности составил 78 %. В период второго учета пораженность достигла 93 %. Также сильно поражались растения варианта с инокуляцией ризоторфином – от 62 до 89 % соответственно по учетам. Пораженность растений остальных вариантов была ниже. Менее пораженными оказались варианты с применением мизорина, а также вариант с применением смеси этих биопрепаратов. Распространенность бурой пятнистости на растениях 3 варианта (мизорин) колебалась от 57 до 43 %, варианта 4 (ризоторфин+мизорин) от 43 до 63 % по учетам. Растения козлятника восточного были более устойчивыми к возбудителям фомоза, ложной мучнистой росы и фузариоза. При этом применение препаратов снижало до минимума пораженность этими болезнями.

Так фомоз распространялся в пределах 28,3 – 15,3 % в первый учет и 40,5 – 27,0 % во второй. Менее пораженными растения козлятника восточного были

ложной мучнистой росой. Лучший вариант снизил распространенность до 5,2 и 6,3 % соответственно по учетам. Менее распространенной болезнью был фузариоз. Он распространялся от 7,5 и 12,4 % по учетам на контрольных вариантах до 1,7 и 4,4 % соответственно в лучших вариантах (ризоторфин + мизорин).

Развитие аскохитоза колебалось от 86 % в контрольном варианте до 63 % в лучшем (ризоторфин+мизорин).

В целом, анализируя защитное действие биопрепаратов, необходимо отметить, что смесь препаратов ризоторфина и мизорина оказывала значительно большее фунгицидное действие по сравнению с применением ризоторфина и мизорина по отдельности.

Среди двух препаратов лучшим фунгицидным действием обладал мизорин, что объясняется его характеристиками.

Таким образом, применение биопрепаратов повышают устойчивость растений козлятника восточного к болезням, снижая распространенность фузариоза до 1,7 – 4,4 %; фомоза до 15,3 – 27,0 %; бурую пятнистость до 43 – 63 %; мучнистую росу до 5,2 – 6,3 % и аскохитоза до 63% соответственно по учетам.

Литература:

1) Дзарахохова, Д. О. Энергетическая эффективность применения биопрепаратов при возделывании зеленого горошка в условиях ООО «Капитал-Агро» РСО-Алания / Д. О. Дзарахохова // Актуальные вопросы экономики : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника сельского хозяйства РСО–Алания, доктора экономических наук, профессора Бориса Бештауовича Басаева, Владикавказ, 22–23 марта 2023 года. Том Часть 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – С. 63-65.

2) Мороз, М. Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных / М. Т. Мороз, А. М. Спиридонов. – Москва : ООО "Директмедиа Пабблишинг", 2022. – 160 с.

3) Сабанова, А. А. Биологизация технологии возделывания клевера лугового / А. А. Сабанова, А. Т. Фарниев. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2021. – 192 с.

4) Сабанова, А. А. Болезнеустойчивость и продуктивность козлятника восточного при применении биопрепаратов / А. А. Сабанова, Х. Т. Плиев, Д. О. Дзарахохова // Вавиловские чтения - 2022 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 22–25 ноября 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 355-359.

5) Сидоренко, О. Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов / О. Д. Сидоренко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 6. – С. 70-79.

6) Смирнов, О. В. Многоцелевое действие биопрепаратов / О. В.

Смирнов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 2. – С. 20-21.

7) Спиридонов, А. М. Значение бобовых культур в кормопроизводстве и земледелии Северо-Запада России / А. М. Спиридонов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 24–26 июня 2017 года. – Владикавказ: Веста, 2017. – С. 82-85.

8) Спиридонов, А. М. Возделывание многолетних бобовых трав как фактор ресурсосбережения в кормопроизводстве / А. М. Спиридонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 20. – С. 25-29.

9) Фарниев, А. Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового / А. Т. Фарниев, А. А. Сабанова, Д. Т. Калицева // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 65-70. – DOI 10.36461/NP.2020.2.55.011.

УДК 633.15

КОЛИЧЕСТВЕННО-ВЕСОВАЯ ОЦЕНКА ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Южакова Анастасия Анатольевна, студент
yuzhakowaan@yandex.ru

Теряева Анна Валентиновна, студент
annateryeva2003@gmail.com

Павлов Иван Юрьевич, студент
biology1112@mail.ru

Павлыш Арина Евгеньевна, студент
arinapavlysh@gmail.com

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Научные руководители:

канд. с.-х. наук, доцент Мистратова Наталья Александровна
mistratova@mfail.ru

канд. с.-х. наук, доцент Ступницкий Дмитрий Николаевич
stupdn@mail.ru

В статье представлены результаты полевого опыта по количественно-весовой оценке засоренности участков кукурузы (гибрид Кубанский 102 МВ), возделываемой по органической технологии в Балахтинском районе Красноярского края.

Ключевые слова: органическое земледелие, засоренность, гибрид, кукуруза, механическая обработка.

QUANTITATIVE AND WEIGHT ASSESSMENT OF WEED CONTAMINATION OF CORN CROPS CULTIVATED USING ORGANIC TECHNOLOGY

Yuzhakova Anastasia Anatolyevna, student
yuzhakowaan@yandex.ru

Teryaeva Anna Valentinovna, student
annatryeva2003@gmail.com

Pavlov Ivan Yurievich, student
biology1112@mail.ru

Pavlysh Arina Evgenievna, student
arinapavlysh@gmail.com

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Scientific supervisors:

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Mistratova Natalya Aleksandrovna
mistratova@mfail.ru

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Stupnitsky Dmitry Nikolaevich
stupdn@mail.ru

The article presents the results of a field experiment on a quantitative and weight assessment of weediness in areas of corn (Kubansky 102 MV hybrid), cultivated using organic technology in the Balakhtinsky district of the Krasnoyarsk Territory.

Key words: organic farming, weeds, hybrid, corn, mechanical processing.

В настоящее время население экономически развитых стран большое значение придает здоровому питанию. Получение высококачественной продукции возможно в системе органического земледелия, предусматривающего возделывание продукции без применения минеральных удобрений, гербицидов и других веществ химического происхождения [6, 11]. Органическое земледелие может решить ряд вопросов, которые не под силу решить интенсивному производству: сохранение почвенного плодородия, производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции, забота о наследии последующим поколениям и о здоровье живущих ныне [4, 9]. На территории Красноярского края уже имеется некоторый опыт выращивания сельскохозяйственных культур, например, картофеля [7], свеклы [8], люпина [13, 134, пшеницы [2, 3, 12] с учетом принципов органического земледелия, Несомненно, залежные земли играют значимую роль при переходе сельскохозяйственных организаций к производству органической продукции [5].

Кукуруза, являясь главным источником дешевой концентрированной обменной энергии для сельскохозяйственных животных, в последнее

десятилетие приобретает все большее значение для производства кормов в Красноярском крае [1, 15].

Цель работы – провести количественно-весовую оценку засоренности посевов кукурузы, возделываемой по органической технологии.

Исследования проведены в 2023 году на территории землепользования ООО «КХ Родник» Балахтинского района Красноярского края. Объект исследования - гибрид кукурузы Кубанский 102 МВ. Исследуемый гибрид характеризуется как ультрараннеспелый, ФАО 100. Средняя урожайность зерна в Восточно - Сибирском регионе составила 41,6 ц/га, максимальная - 54,4 ц/га получена на Краснотуранском ГСУ Красноярского края в 2020 г. Вегетационный период 110 дней.

Варианты опыта: 1) контроль – без обработок; 2) механическая обработка почвы. Предшественник – пшеница. Кукуруза третья культура в севообороте после 27-летней залежи (пшеница-пшеница-кукуруза). Дата посева – 06.06.2023 г. Засоренность посевов определяли маршрутным методом в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Учет засоренности посевов кукурузы проводили через месяц после механической обработки в фазу 6-8 листа (04.08.2023 г.). При количественном учёте сорной растительности проходили по диагонали поля (делянки) и примерно через равные расстояния в десятикратной повторности накладывали рамку 0,1 м² в которой и подсчитывали количество сорных растений. Общее количество сорных растений в десяти рамках соответствует количеству в 1 м².

Погодные условия с мая по сентябрь 2023 года сложились следующим образом: температурный режим летнего вегетационного периода превышал климатическую норму – разность между фактическими температурами и среднемноголетними параметрами составила в июне + 0,5 °С, в июле + 0,7°С, в августе + 1,7 °С, в сентябре + 1,8 °С. При этом осадков с мая по сентябрь выпало на 62,8 мм ниже нормы (267,7 мм). В целом, погодные условия были благоприятны для возделывания кукурузы, как теплолюбивой культуры.

Количественно-весовая оценка засоренности участков кукурузы по вариантам опыта через месяц после механической обработки почвы показала активное развитие сорного компонента на контроле – количество сорняков на м² составило 398 шт. (сильная степень засоренности), что на 253 шт больше, чем на варианте с применением механической обработки почвы (рис. 1).

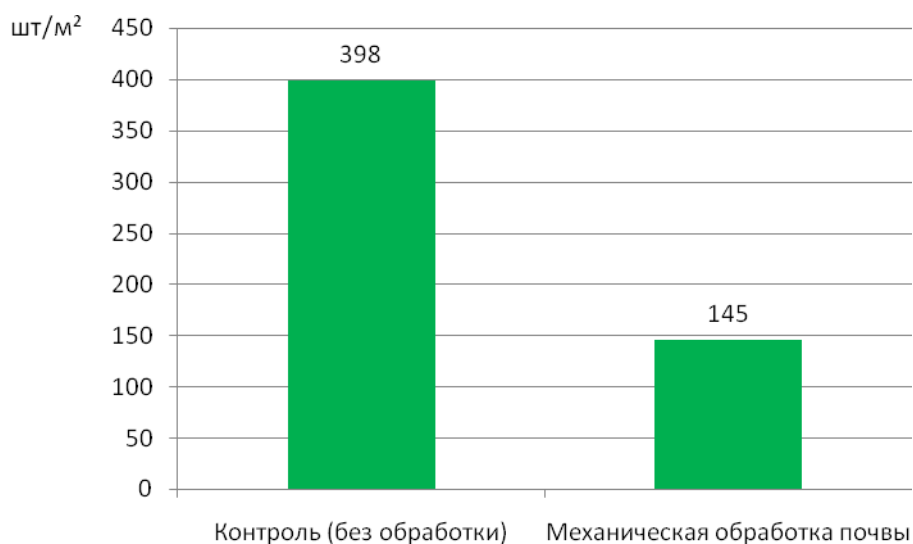


Рисунок 1 –Количественная оценка засоренности участков кукурузы по вариантам опыта через месяц после механической обработки почвы, 04.08

Сырая масса сорных растений в фазу 6-8 листа (04.08) на контрольном варианте (без обработки) также была выше в сравнении с вариантом, где использовалась механическая обработка почвы в 2,7 раз (2786,0 г/м²) (рис. 2).

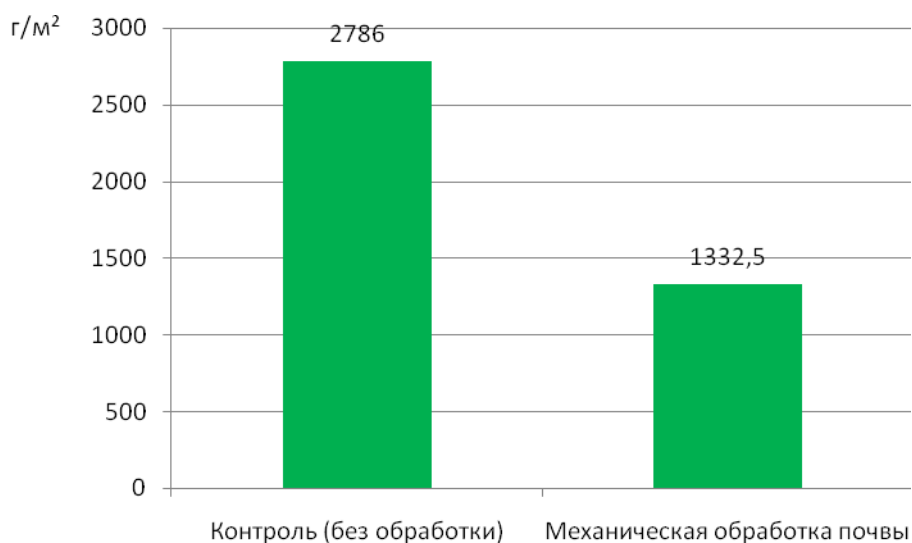


Рисунок 2 – Весовая оценка засоренности участков кукурузы по вариантам опыта после механической обработки почвы, 04.08

Таким образом, в результате количественно-весового учета засоренности посевов кукурузы гибрида Кубанский 102 МВ, возделываемой по органической технологии целесообразно применять боронования и междурядные обработки, что способствует снижению численности сорняков в 2,7 раза.

Литература:

- 1) Белоконь, А. И. Влияние минерального питания на продуктивность гибридов кукурузы / А. И. Белоконь, В. Д. Микешина, М. В. Захарцева, А. В. Теряева // VII Докучаевские молодежные чтения "Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем" : матер-ы Всероссийской научн. конф., посвященной 70-летию Красноярского государственного аграрного университета. – Красноярск, 2023. – С. 83-88.
- 2) Бопп, В. Л. Содержание железа в надземной фитомассе растений яровой пшеницы при использовании интенсивной и органической технологии возделывания / В. Л. Бопп, Е. В. Савенкова, Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса: матер-ы межд. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2022. – С.85-87.
- 3) Бопп, В. Л. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на содержание калия в надземной фитомассе растений яровой пшеницы / В. Л. Бопп, Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы межд. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022. – С. 363-365.
- 4) Бопп, В. Л., Савенкова Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице / В. Л. Бопп, Е. В. Савенкова, Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса: матер-ы межд. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2022. – С.82-84.
- 5) Добрянская, С. Л. Оценка свойств залежи как потенциал для развития органического земледелия / С. Л. Добрянская // Почвы и окружающая среда : Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 55-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 02–06 октября 2023 года. – Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. – С. 263-265.
- 6) Коломейцев, А. В. Анализ современного состояния органического сельского хозяйства и опыта государственной поддержки в различных субъектах Российской Федерации / А. В. Коломейцев, Н. А. Мистратова, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – №1. – С. 227-232.
- 7) Коломейцев, А. В. Оценка качества картофеля, произведенного с учетом принципов и требований органического сельского хозяйства / А. В. Коломейцев, Н. А. Мистратова, М. А. Янова, А. А. Потехин // Вестник КрасГАУ. – 2018. – Вып. 5. – С. 77-82.
- 8) Коломейцев, А. В. Оценка качества свеклы столовой, произведенной с учетом принципов и требований органического сельского хозяйства / А. В. Коломейцев, Н. А. Мистратова, М. А. Янова, А. А. Потехин // Вестник КрасГАУ, 2019. Вып.1. - С. 69-73.

- 9) Лесных, Е. А. Проблемы и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации / Е. А. Лесных // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Алтайского ГАУ и биолого-технологического факультета, Барнаул, 21 апреля 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. – С. 87-94.
- 10) Методика ГСИ. – Москва, 1989. – 194 с.
- 11) Мистратова Н. А. Органическое земледелие в России (обзор) / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, С. Е. Яшин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – №11. – С. 100-107.
- 12) Мистратова, Н. А. Видовой состав сорных растений в посевах яровой пшеницы, возделываемой по интенсивной и органической технологиям / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, В. Л. Бопп // Вестник КрасГАУ. –2021. – Вып. 12. – С. 125-134.
- 13) Патент № 2786697 С1 Российская Федерация, МПК А01С 14/00, А01G 22/20, А01G 22/40. Способ выращивания люпино-злаковой смеси на зеленую массу для органического земледелия : № 2021135248 : заявл. 30.11.2021 : опубл. 23.12.2022 / В. Л. Бопп, Д. Н. Ступницкий, Н. Л. Кураченко, Н. А. Мистратова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет".
- 14) Ступницкий, Д. Н. Оценка продуктивности одновидовых и бинарных посевов с люпином для органического земледелия / Д. Н. Ступницкий, В. Л. Бопп, Н. А. Мистратова // Вестник Воронежского ГАУ. – 2021. – Том 14, №4(71). – С.86-92.
- 15) Ступницкий, Д. Н., Формирование початков у гибридов кукурузы на фоне применения гербицида октава, МД при возделывании в Красноярской лесостепи / Д. Н. Ступницкий, А. И. Белоконь, В. Д. Микешина, А. С. Семин, И. Ю. Павлов, Р. И. Колеснев // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. матер-ы III Международной научн. конф. – Красноярск, 2022. – С. 278- 282.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВИ ЗЕМЕЛЬ

Абакумова Н.В., Варганова Д.А., Дымченко Е.И. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЧЕРНОЗЕМА ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ С МИКРОВОДОРОСЛЯМИ	3
Арешкова Е.А. СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛА СЕМЕНОВОДСТВА ФГБОУ ВО ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГАУ	9
Аслямова Л.Ф. АГРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ АРБАШЕВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА ООО «УРАЛ»	13
Бефус М.В., Корзюков И.Е. ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ	17
Бурак Д.Д., Коваль А.М. МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЛИК И ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ПОСЛЕ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖИ	22
Егоров П.Л. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОПЕДОГЕНЕЗА НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЯХ	27
Жудров Е.И., Замаратский А.М. ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ КАМПУСА СФУ	32
Зарубина А.Р. ВЛИЯНИЕ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВ И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЕ	38
Зиненко С.Е., Колосова Д.И. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖНЫХ И ВВЕДЕННЫХ В ПАШНЮ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	44
Зотова К.Ю. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА СОСТАВ И СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО	48
Иванов В.С. АГРОНОМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ УСТЬ-АБАКАНСКОГО РАЙОНА	55
Казюлин Л.Ф. ДЫХАНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	59
Кайзер В.А. ВЗАИМОСВЯЗИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ	64
Калинкина Т.Н. АДСОРБЦИЯ СВИНЦА ХЕМОЗЕМАМИ ПО ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫМ ПОЧВАМ	68
Кулиева С.Н. СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МЫШЬЯКА В ПОЧВЕ ПРИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ТЕХНОГЕНЕЗЕ	73
Лященина А.Ю. ПЕРВИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ШЛАКОВЫХ ОТВАЛАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОТРОСТАН	78
Масленников К.И. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРАЛЬСКОГО ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОКРУГА	82
Мухина Д.П. ВЫСОТНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО НИЗКОГОРНОГО ПОЯСА ВОСТОЧНОГО САЯНА (РАЙОН УБЕЙСКОГО ЗАЛИВА)	87
Насонова К.С. ВЛИЯНИЕ СВИНОГО НАВОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВАХ	92
Незнаева С.В. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ФОНОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧАРСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, КАЛАРСКИЙ РАЙОН)	98

Почёмин Н.М. РАЗРАБОТКА УРОВНЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В РАЙОНЕ ТЁМНО-КАШТАНОВЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ С БОЛЬШИМИ МАССИВАМИ СОЛОНЦОВ СУХОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	103
Юдин А.С., Морозов Р.С. ОЦЕНКА НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И БИОМАССЫ СОИ	109

Секция 2. ПРОБЛЕМЫ АГРОХИМИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Ахмерова К.Т. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЧВЫ ЭЛЕМЕНТАМИ NPK	113
Барова Ч.С. ИЗУЧЕНИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ, ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ФОСФАТНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	117
Безруких А.М. ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГОРОХА СОРТА РАДОМИР	119
Варфоломеева И.А. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ	124
Гавриленко В.В., Дамба А.Ш. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ГРЕЧИХИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ	127
Гузина Л.Е. ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕШНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ ПЛОДОВОДСТВА	132
Наседкина В.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ С:Р В ДИАГНОСТИКЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	135
Лебедев Н.В., Якубов Д.А., Семерня А.С., Никифорова Я.Ю. ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	140
Образцов В.И. ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ НА ЕЁ УРОЖАЙНОСТЬ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ	145
Онищенко Ю.А. ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА РОССИИ	149
Панькова У.И., Афанасова А.С., Фунтова Д.Д. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ И КАДМИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ	153
Парамзина А.Ю. СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА В ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АММОФОСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ	158
Теселкина В.С. ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА МИСКАНТУСА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПЕРЦА	163
Теселкина В.С. ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА МИСКАНТУСА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ТОМАТА	167

Секция 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА

Дзарахохова Д.О. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО	171
Дзарахохова Д.О. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОСЕВА	175
Заболотский В.В., Бегзимаа А.-Д. Ш. РОЛЬ ГЕРБИЦИДОВ В СНИЖЕНИИ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ	179

Каргбо Д. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	182
Павлов И.Ю., Павлыш А.Е., Захарцева М.В., Бурак Д.Д. ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	186
Пех К.А. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ЛЮЦЕРНЫ	191
Плиев Х.Т. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТЬ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО	195
Южакова А.А., Теряева А.В., Павлов И.Ю., Павлыш А.Е. КОЛИЧЕСТВЕННО-ВЕСОВАЯ ОЦЕНКА ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	199

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

*Материалы Межрегиональной научной конференции
VIII Докучаевские молодежные чтения*

Ответственный за выпуск

*Н.Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и агрохимии
Института агроэкологических технологий*

Электронное издание

Издается в авторской редакции

Подписано в свет 03.05.2024. Регистрационный номер 68
Редакционно-издательская служба Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117