Кистина Анна Александровна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры зоотехнии им. профессора С.А. Лапишина, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва. Россия.

430904, г. Саранск, ул. Большевикская, 68.
Тел.: (8342) 47-29-13.

Ключевые слова: нетели; коровы-перволетки; ДАФС-25; Сел-Плекс; репродуктивная функция; продуктивность.

ZELENOGRADSKIJ THE INFLUENCE OF DRUGS IN DIETS OF COWS OF BLACK-MOTLEY BREED

Prytkov Yuriy Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Zootechnic named after Professor S.A. Lapshin", National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

Kistina Anna Aleksandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Zootechnic named after Professor S.A. Lapshin", National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

Keywords: heifers; cows; heifers; DAFS-25; Sel-Plex; fertility; yield.

The article deals with the results of adding organic selenium drugs DAFS-25 and "Sel-Plex" in heifers and firstborn cows' diet on different lactation stages. It was found that selenium concentration of 0.36 mg/kg was the most effective one and encourages animals' productivity, milk quality and homeostasis normalizing.

УДК 631.423.631.465

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ В ПОЧВЕ ПРИ ЕЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ МЕТОДОМ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ БИОСТИМУЛЯЦИИ

СЕМЕНЕНКО Сергей Яковлевич, Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиал ФНЦ агроэкологии РАН

МОРОЗОВА Наталия Владимировна, Волгоградский государственный университет

Представлены результаты лабораторно-лизиметрического опыта по применению ферментативного препарата и его влиянию на содержание водорастворимых солей в почве, нарушенной объектами захоронения твердых бытовых отходов. Содержание водорастворимых солей в водной вытяжке почвы в сосудах лизиметрического опыта после обработки раствором фермента изменилось в сторону снижения в варианте с концентрацией фермента 7,5 мг/л по отношению к контролю: ионов кальция – на 32,19 %, ионов магния – на 10,12 %, сульфат ионов – на 61,48 %, сумма ионов калия и натрия – на 40,70 %. Коэффициент корреляции снижения уровня солей по сравнению с контролем определяется в значимом пределе (0,935). Для оценки влияния вносимого фермента на микробиологическую мобилизацию почвенных процессов при рекультивации почвы исследовали ее ферментативную активность. Отмечено усиление микробиологических процессов, которое выразилось повышением ферментативной активности почвы: инвертазы – на 30,17–95,09 %, уреазы – на 276,20–20,63 %, каталазы – на 10,13–14,86 %.

Введение. Особенности воздействия полигонов захоронения отходов на окружающую среду определяются многокомпонентным составом загрязняющих веществ и способностью проникновения во все природные компоненты [9]. Согласно нормативно-правовым актам Российской Федерации в области охраны окружающей среды, химически загрязненные почвы подлежат рекультивации, т.е. проведению на них мероприятий по восстановлению нарушенных земель и возвращению им утраченной биологической активности. ГОСТ 17.5.1.01–83 определяет проведение рекультивационных работ в два этапа: технический и биологический [11].

В ходе исследовательской работы, включающей в себя лабораторно-лизиметрический опыт по проведению рекультивации почвы, нарушенной объектами захоронения твердых бытовых отходов, испытывали ферментативный комплекс

(НС-Zyme), который представляет собой смесь ферментов класса оксигеназ, выделенных из патоки сахарной свеклы, поверхностно-активных и органических питательных веществ [8].

Цель работы – определить возможность использования ферментативного комплекса для рекультивации почв на объектах захоронения твердых бытовых отходов.

Методика исследований. Лабораторные и полевые исследования ферментативного комплекса проводили в 2010–2013 гг. на примере полигона захоронения твердых бытовых отходов городского округа – г. Волжский Волгоградской области.

Анализ почвы на содержание водорастворимых солей проводили в соответствии с общепринятыми и стандартизированными методиками по следующим показателям: солевой состав водной вытяжки [2], pH водной вытяжки (по-

тенциометрическим методом). Содержание токсичных солей рассчитывали по эмпирической зависимости [3], определяли тип химизма солей [5], степень засоления [6].

В лабораторных условиях лизиметрические сосуды [7, 10] в количестве 12 шт. вместимостью 5 дм³ заполняли почвой с объекта полигона твердых бытовых отходов (далее – ТБО). Набивку сосудов проводили в соответствии с плотностью естественного сложения почвы. Были приготовлены рабочие растворы фермента HC-Zyme и произведены поливы по схеме:

вариант 1 – обработка (полив раствором фермента), концентрация – 2,5 мг/л;

вариант 2 – обработка (полив раствором фермента), концентрация – 5,0 мг/л;

вариант 3 – обработка (полив раствором фермента), концентрация – 7,5 мг/л;

вариант 4 – контроль – без внесения фермента (дистиллированная вода).

Повторность опыта трехкратная. Первая обработка (полив растворами фермента) осуществлялась по норме, соответствующей водовместимости почвогрунта. Вторая обработка (полив растворами фермента) через 10 дней.

Получена статистически достоверная оценка результатов исследований на 0,95%-м уровне значимости. Расчет и обработку результатов исследования выполняли на ПК методами математической статистики с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Содержание водорастворимых солей на объекте захоронения твердых бытовых отходов (г. Волжский) в исходном состоянии характеризует почвы как сильно засоленные, обладающие хлоридно-сульфатным типом засоления.

В лабораторно-лизиметрическом опыте оценивали влияние вносимого фермента на содержание водорастворимых солей при рекультивации почвы. В качестве функции отклика на микробиологическую мобилизацию почвенных процессов исследовали ее ферментативную активность. Содержание водорастворимых солей в водной вытяжке почвы в сосудах лизиметрического опыта после обработки раствором фермента изменилось в сторону снижения в варианте с концентрацией фермента 7,5 мг/л по отношению к контролю: ионов кальция – на 32,19 %,

ионов магния – на 10,12 %, сульфат-ионов – на 61,48 %, сумма ионов калия и натрия – на 40,70 % (см. таблицу). Коэффициент корреляции снижения уровня солей по сравнению с контролем определяется в значимом пределе (0,935) (рис. 1).

При обработке почвы раствором фермента с концентрацией 5 мг/л отмечали увеличение содержания катион-анионного состава в водной вытяжке почвы, что связано с разрывом почвенной мицеллы в результате разности потенциалов между ней и ферментативным комплексом. Из диффузного слоя почвенной мицеллы освобождаются водорастворимые ионы солей, поступающие в почвенную среду, в результате чего в водной вытяжке фиксировали увеличение содержания ионов солей. Этот процесс подобен процессу пептизации почвенной мицеллы.

В водной вытяжке почвы в лизиметрических сосудах после обработки раствором фермента отмечали снижение содержания сульфат-ионов, что значительно увеличивает ферментативную активность почвы. Анализ результатов проводили автоматически методом математической статистики с использованием программ Microsoft Excel в приложении функции корреляция, а также графически с использованием аппроксимирующей кривой линейного типа с величиной достоверности аппроксимации между повышением ферментативной активности почвы и снижением содержания сульфат-иона равной 0,849 по ферменту каталаза, 0,998 инвертазы и 0,871 уреазы (рис. 2–4).

При анализе экспериментальных данных процесса ферментативной биостимуляции почвы в лизиметрических сосудах были получены функции, аппроксимирующие снижение содержания солей с момента внесения ферментативного комплекса в концентрации 7,5 мг/л. Снижение содержания солей сульфат-ионов, хлорид-ионов, ионов кальция, магния, суммы ионов калия и натрия, а также общей щелочности наиболее интенсивно происходит в течение 10 дней после внесения раствора фермента. Анализ результатов проводили автоматически методом математической статистики с использованием программ Microsoft Excel в приложении функции корреляция, а также графически с использованием аппроксимирующей кривой степенной функции с величиной достоверности аппроксимации равной 0,982 (рис. 5).

Катион-анионный состав водной вытяжки почвы в лабораторно-лизиметрическом опыте, мг на 100 г почвы

Показатели	Контроль	Фермент, 2,5 мг/л	Фермент, 5 мг/л	Фермент, 7,5 мг/л
Общая щелочность	2,86	3,02	3,69	2,61
Хлорид-ион	4,25	6,15	6,08	4,48
Ионы кальция	5,56	5,19	7,22	3,77
Ионы магния	2,47	2,82	4,08	2,22
Сульфат-ион	22,43	13,92	17,49	8,64
Сумма калия и натрия	14,3	8,39	15,77	8,48

Рис. 1. Катион-анионный состав водной вытяжки почв, мг на 100 г почвы

Рис. 2. Влияние сульфат-ионов на активность инвертазы при обработке почвы растворами фермента

Рис. 3. Влияние сульфат-ионов на активность каталазы при обработке почвы растворами фермента

Рис. 4. Влияние сульфат-ионов на активность уреазы при обработке почвы растворами фермента

Применение в лабораторно-лизиметрическом опыте раствора ферментов в более высокой концентрации (10 мг/л) не привело к усилению ферментативной активности почвы, она сохранилась на том же уровне, что и с концентрациями 2,5–7,5 мг/л. Это связано с тем, что ингибито-

Рис. 5. Изменение содержания водорастворимых ионов солей (Cl^- ; SO_4^{2-} ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; K^+ + Na^+ ; OH^-) под влиянием ферментативного комплекса в концентрации 7,5 мг/л с момента его внесения

рами почвенных ферментов для взаимодействия с раствором фермента являлись тяжелые металлы: содержание кадмия в подвижной форме более 0,41 мг/кг, свинца в подвижной форме более 5,80 мг/кг.

Использование раствора фермента концентрацией 7,5 мг/л является наиболее целесообразным, так как ферментативный комплекс в условиях проведения рекультивации почвы, нарушенной объектами захоронения твердых бытовых отходов, характеризуется низкой степенью иммобилизации. Это вызывает необходимость его повторного применения через месяц (27–32 дня), не зависимо от введенной концентрации фермента, а увеличение концентрации фермента в растворе приведет к его перерасходу, что экономически не выгодно. В связи с этим более высокие концентрации раствора фермента не исследовали.

Уровень засоления почв на объекте захоронения отходов сформировался в результате перемешивания почв нижележащих слоев с верхними слоями естественного сложения и многолетнего поступления загрязнений с фильтратом отходов. Засоленность почвы и содержание тяжелых металлов угнетающе отражаются на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Такие почвы являются нарушенными. Состав и концентрация солей в почвенном растворе определяют порог их токсичности. Наиболее токсичны для микроорганизмов и растений карбонаты и хлориды, менее токсичны сульфаты [3].

Процесс рекультивации почвы с использованием фермента происходит под влиянием жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Интенсивность работы почвенных организмов зависит от внешних условий среды. Энзиматический комплекс, характеризующий почву, состоит из свободных почвенных ферментов, а также ферментов, связанных с органическим веществом или иммобилизованных на почвенных частицах. Именно иммобилизованные ферменты в почве [4] регулируют ряд глобальных процессов превращения органических и неорганических ве-

ществ, способствуют круговороту веществ, свойственному определенным экосистемам; они более устойчивы и долговечны, чем свободные ферменты. Активность таких почвенных ферментов хорошо сохраняется в течение длительного времени, даже в воздушно-сухих образцах. Искусственно же внесенные ферменты плохо сохраняются, их активность падает в первые месяцы хранения, они легко вымываются из почвы [1].

Исследования изменений ферментативной активности почв и почвогрунтов показывают, что она изменяется в зависимости от природы и концентрации (дозы) экотоксикантов, которые могут выступать по отношению к почвенным энзимам как ингибиторы, так и активаторы [12].

Закключение. Метод ферментативной биостимуляции почвы может применяться для ее рекультивации в условиях сильного засоления, характеризующегося хлоридно-сульфатным типом.

Максимальное снижение концентрации сульфат-ионов и других ионов наблюдается в 3-м варианте при обработке почвы раствором фермента концентрацией 7,5 мг/л.

Применение раствора фермента концентрацией больше 7,5 мг/л не целесообразно, так как имеются ингибирующие факторы, и препарат обладает низкой степенью иммобилизации в почве при рекультивации земель, нарушенных объектами захоронения твердых бытовых отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Е.И., Иутинская Г.А., Дульгеров А.Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивное земледелие. – Киев: Наук. думка, 1988. – 192 с.
2. Ариушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 488 с.
3. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв. – М.: Гипроводхоз, 1968. – 92 с.
4. Ключева М.В. Основные аспекты иммобилиза-

ции ферментов на примере липаз // Молодой ученый. – 2014. – № 8. – С. 320.

5. Ковда В.А. Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений // Ботанический журнал. – 1960. – № 8. – С. 1123–1131.

6. Минашина Н.Г. Мелиорация засоленных почв. – М.: Колос, 1978. – 269 с.

7. Муромцев Н.А. Лизиметр почвенный. Мелиоративная энциклопедия: в 3 т.; сост. Б.С. Маслов. – М.: Росинформагротех, 2004. – Т. 2: К – П. – С. 85–87.

8. Проведение эксперимента с применением ферментов класса оксигеназ при обработке твердых бытовых отходов: отчет о НИР. – Киев: Днепропетровская ассоциация, 2002. – 102 с.

9. Пушкина Е.Г. К вопросу о биологической очистке загрязненных сельскохозяйственных земель // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 3. – С. 32–36.

10. Савельев Д.В. Почвообразование в модельных экосистемах почвенных лизиметров: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 23 с.

11. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере Балаковского полигона Саратовской области) / П.Д. Павлов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 2. – С. 21–26.

12. Шашурин М.М. Ферментативная активность почв и почвогрунтов при хроническом воздействии экотоксикантов различной природы в условиях Центральной и Южной Якутии // Наука и образование. – 2012. – № 1. – С. 76.

Семененко Сергей Яковлевич, д-р с.-х. наук, доцент, Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиал ФНЦ агроэкологии РАН. Россия.

400012, г. Волгоград, ул. Трехгорная, 21.

Тел.: (8442) 54-13-87; e-mail: pnietmt@yandex.ru.

Морозова Наталья Владимировна, старший преподаватель кафедры «Природопользование», Волгоградский государственный университет. Россия.

400012, г. Волгоград, Университетский просп., 100.

Тел.: (8442) 51-53-00.

Ключевые слова: рекультивация нарушенных земель; ферментативная биостимуляция почвы; водорастворимые соли; содержание ионов солей; ферментативная активность почвы.

SALINITY ALTERATIONS IN RESPONSE TO SOIL BIOREMEDIATION BY ENZYMATIC BIOSTIMULATION

Semenenko Sergei Yakovlevich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Volga Region Research Institute of Ecological and Meliorative Technologies (Federal Scientific Center of Agroecology of the RAS). Russia.

Morozova Natalia Vladimirovna, Senior Teacher of the chair "Ecology and Nature Resources Management", Volgograd State University. Russia.

Keywords: reclamation of disturbed lands; enzymatic biostimulation of soil; water-soluble salts; content of salt ions; enzymatic activity of soil.

The paper presents data of a lysimeter experiment of an enzyme chemical application; its influence on a soluble salt concentration in soil affected by solid waste landfills. After watering with the enzyme 7.5 mg/l solution in the

lysimeter vessels, the soluble salt concentration in water extract decreased with respect to control: calcium ions by 32.19%, magnesium ions by 10.12%, sulfate ions by 61.48%, potassium and sodium ions by 40.70%. In comparison with the control, the reduce correlation code was obtained at a significance level (0.935). The enzymatic activity of soil was investigated in order to estimate the enzyme affect on microbiological mobilization of soil processes during the recultivation. The microbiological processes grew, which was expressed by an increase in the enzymatic activity: an invertase enzyme increased by 30.17–95.09%, an urea enzyme – by 276.20–420.63%, a catalase – by 10.13–14.86%.