

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Асоціація засобів масової інформації України
за підтримки наукової ради з проблем ґрунтознавства НАН України
КОРДОБСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ІСПАНІЯ)
УКРАЇНСЬКА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ НАУК
ПРИСАМАРСЬКИЙ БІОСФЕРНИЙ СТАЦІОНАР ім. О.Л. БЕЛЬГАРДА

ЕКОЛОГІЯ ТА НООСФЕРОЛОГІЯ

Том 12 2002
№ 3-4

Науковий журнал
Заснований у 1995 році

ЗМІСТ

ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ ТА НООСФЕРОЛОГІЇ

| | |
|---|----|
| <i>Белова Н.А., Травлев А.П.</i> Пути к объективной оценке жизнестойкости лесного биогеоценоза (К 100-летию со дня рождения А.Л. Бельгарда) | 4 |
| <i>Шапда В.І.</i> Екологічна ніша як об'єкт теорії фундаментальної екології | 8 |
| <i>Юрко В.В., Сікіль Ю.В.</i> Солнечная энергетика: проблемы и решения | 16 |
| <i>Никифоров В.В.</i> Перспективная экологическая сеть Среднего Приднепровья и пути ее оптимизации | 32 |

ЕКОЛОГІЧНА БОТАНІКА

| | |
|--|----|
| <i>Гончаренко І.В.</i> Розпізнавання синтаксономічної належності фітоценозів за фітоіндикаційними даними | 41 |
|--|----|

ЕКОЛОГІЧНА ЗООЛОГІЯ

| | |
|---|----|
| <i>Пахомов А.Е., Замесова Т.А., Грачева Л.В.</i> Экскреторная деятельность косули (<i>Capreolus capreolus</i> L.) в условиях загрязнения никелем лесных почв в степи | 47 |
|---|----|

ЕКОЛОГІЧНА МІКОЛОГІЯ

| | |
|--|----|
| <i>Дудка І.О., Трихліб Т.А., Романенко К.О.</i> Асоціації міксоміцетів з жуками-скритниками (<i>Coleoptera. Latridiidae</i>) | 54 |
| <i>Таран М.А.</i> Рівні організації мікобіоти антропогенно змінених ландшафтів степу | 65 |

ЛІСОВА ЕКОЛОГІЯ

| | |
|---|----|
| <i>Балалаев А.К., Иванько И.А.</i> Анализ влияния световых структур фитоценозов на физико-химические свойства лесных эдафотопов с использованием многомерных статистических методов | 72 |
| <i>Бондарук А.М., Целищев А.Г.</i> Оцінка рівномірності розташування лісотвірних порід соснових лісів в умовах аеротехногенного забруднення | 80 |

ЕКОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

| | |
|--|----|
| <i>Манівчук Ю.В.</i> Роль біогенних добрив у відновленні екологічного балансу лучних ґрунтів Карпат їх родючості та гідроакумулюючої функції | 88 |
|--|----|

МЕДИЧНА ЕКОЛОГІЯ

| | |
|--|-----|
| <i>Костишин С.С., Руденко С.С., Морозова Т.В., Марциняк І.В.</i> Фенотипічно-нозологічні кореляції як перспективний напрямок екології людини (на прикладі мешканців різних природних зон Чернівецької області) | 94 |
| <i>Гонський Я.І., Дмухальська Є.Б., Михалків М.М., Кубант Р.М.</i> Зміни показників ендогенної інтоксикації у тварин різного віку при хімічному ураженні печінки | 100 |

МАТЕМАТИЧНА ЕКОЛОГІЯ

| | |
|--|-----|
| <i>Чернышченко С.В.</i> Методы информатики в биогеоценологии: информационные основы биоиндикации | 105 |
|--|-----|

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА

| | |
|--|-----|
| <i>Ресио-Эспейо Х.М., Нехай А.М.</i> Экологические аспекты стоимостной оценки природных ресурсов | 123 |
|--|-----|

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

| | |
|---|-----|
| <i>Дидур О.А.</i> Ольшатники как компонент степных лесных биогеоценозов | 129 |
| <i>Щербина В.Г.</i> Оценка восстановления в рекреационных субтропических буковых биогеоценозах Кавказа | 134 |
| <i>Полева Ю.Л.</i> Формы реакции <i>Zea mays</i> L. на внесение гербицидов | 139 |
| <i>Щербина Ю.Г., Коцюруба В.В., Щербина В.Г.</i> Деструкция подстилки в рекреационных буковых биогеоценозах | 143 |

РЕЦЕНЗІЇ

| | |
|---|-----|
| <i>Андреев Г.И.</i> Рецензия на книгу: Игнащенко Н.Г., Малеев В.А. Экология и экономика природопользования: Учебное пособие – Херсон: ХДАУ. 1998. – 224 с. | 147 |
|---|-----|

| | |
|-------------------------------|-----|
| ДО УВАГИ АВТОРІВ | 152 |
|-------------------------------|-----|

| | |
|-----------------------------------|-----|
| TO AUTHORS ATTENTION | 153 |
|-----------------------------------|-----|

ЕКОЛОГІЧНА ЗООЛОГІЯ

УДК 631.4:634.9+591.5+631.4:574

А.Е. Пахомов, Т.А. Замесова, Л.В. Грачева

ЭКСКРЕТОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОСУЛИ (*CAPREOLUS CAPREOLUS L.*) В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИКЕЛЕМ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В СТЕПИ

О.Є. Пахомов, Т.А. Замесова, Л.В. Грачова

Дніпропетровський національний університет

ЭКСКРЕТОРНА ДІЯЛЬНІСТЬ КОЗУЛІ (*CAPREOLUS CAPREOLUS L.*) ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ НІКЕЛЕМ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ У СТЕПУ

Показано, що екскреції козулі сприяють відновленню рівня протеолітичної активності ґрунту при її забрудненні Ni і переводять метали в нерозчинні комплекси.

Ключові слова: екскреторна діяльність, дія нікелю, активність ґрунту.

O. Pakhomov, T. Zamesova, L. Grachova

Dnepropetrovsk National University

ROE EXCRETORY ACTIVITY UNDER CONDITIONS OF Ni SOIL CONTAMINATION

It is shown that roe excrements promote restoration of a proteolytic activity in soil polluted with Ni and transform metals into insoluble complexes.

Key words: roe excretory activity, soil contamination, forests of steppe zone.

Экосистемы отличаются определенной прочностью, которая выражается в способности осуществлять гомеостаз. В естественных биогеоценозах почвенные микроорганизмы обеспечивают гомеостаз, поддерживая на постоянном уровне, характерном для данного типа почвы, содержание органического вещества (гумуса), а также подвижного азота, фосфора, сохраняя характерную скорость разрушения и синтеза в почве минералов и т.д. В естественных растительных сообществах биологический круговорот более или менее сбалансирован. Микроорганизмы, принимающие участие в превращениях отдельных веществ, развиты относительно равновесно, и их жизнедеятельность протекает приблизительно с одинаковой интенсивностью. Это является одним из факторов стабильности природных экосистем и их высокой биопродуктивности (Биологическая активность ..., 1980; Звягинцев, 1987).

Для почвы характерна высокая чувствительность к неблагоприятным влияниям, о чем свидетельствуют современные масштабные техногенные воздействия, способные посредством изменений в биогеохимическом процессе привести к ее деградации. Известно, что функциональная деятельность млекопитающих положительно влияет на формирование биоразнообразия, биомассы и функциональной структуры почвенной фауны. В частности, экскреторная деятельность млекопитающих имеет большое значение для образования механизма гомеостаза эдафотопы, что, в общем, сказывается на экологической устойчивости всей системы (Пахомов, 1998). Поэтому целью данных исследований было определение влияния экскреторной деятельности млекопитающих в условиях загрязнения почвы никелем на активность ферментов переаминирования в листьях травянистых растений и на уровень протеолитической активности почвы.

Для экспериментального изучения такого влияния были заложены участки в естественной пойменной липо-ясеневой дубраве в условиях Присамарского биосферного стационара. Пробные площадки включали в себя участки, на которые были внесены экскреции косули из расчета 90 г/м². Аналогичные участки заразили никелем. Элемент вносили в виде раствора Ni(NO₃)₂ × 6H₂O в бидистиллированной воде. При внесении учитывалось значение ПДК для Ni, равное 4 мг/кг почвы. Были использованы концентрации: 0,2; 1,0 и 2,0 г/м², что соответствует 1; 5 и 10 ПДК. Во избежание загрязнения окружающих слоев почвы никелем использовались изолированные почвенные блоки – по периметру

площадки в почву вертикально помещали пластины из инертного непроницаемого материала.

Все исследования проводились одновременно в сравнительном аспекте относительно контроля, т.е. идентичных участков, которые не подвергались загрязнению. Пробы отбирались через один, три и двенадцать месяцев после внесения поллютантов в почву экспериментальных участков. Протеолитическую активность почвы определяли аппликационным методом (Мишустин и др., 1968) по почвенному профилю 0-10, 10-20 и 20-30 см. Водорастворимые формы металла устанавливали с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра по общепринятой методике (Физико-химические..., 1980).

Известна важная роль аспарагиновой и глутаминовой аминокислот и их амидов при адаптации растений к неблагоприятным факторам среды, так как при изменении белкового метаболизма они являются резервным материалом для биосинтеза других аминокислот и органических соединений. Они также непосредственно принимают участие в детоксикации путем конъюгации с ксенобиотиком (Кретович, Бугедель, 1949). Изменение биосинтеза белков под действием экстремальных факторов связано с ферментами переаминирования, в первую очередь такими, как аспаргатаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ). Поэтому эти ферменты были предложены в качестве тест-маркеров нарушения белкового метаболизма и функционального состояния растений в антропогенных условиях окружающей среды (Коцюбинская, 1996).

Как метод диагностики состояния окружающей среды использовалась удельная активность АСТ и АЛТ в листьях *Glechoma hederacea* L. Активность ферментов определяли фотоколориметрическим методом с 2,4-динитрофенилгидразином по методу Н.Н. Тищенко (1978).

В естественных условиях протеолитическая активность почвы в корнеобитаемых горизонтах имеет средние показатели. По мере увеличения почвенного горизонта численность микроорганизмов заметно уменьшается, и, следовательно, уменьшается уровень протеолитической активности. Так, на почвенном горизонте 0-10 см она составляла 63,5 %, на горизонте 10-20 см – 59,0 % и на нижнем горизонте 20-30 см – 47,8 % (процентное соотношение берется из расчета, что 100% — полное разрушение почвенными микроорганизмами желатинового слоя фотобумаги, которая использовалась для определения протеолитической активности). В основном это, очевидно, является результатом худшего проникновения в более глубокие слои почвы кислорода воздуха и уменьшением содержания органического вещества почвы (Купревич, Щербакова, 1966; Мишустин, 1975; Биологическая активность..., 1980; Глазовская, Добровольская, 1984; Богданова, Орлова, 1995). Существенное влияние на интенсивность протекающих в почве биохимических процессов оказывает применение органического удобрения (навоза), что наряду с созданием благоприятных условий для развития микроорганизмов и растений, выделяющих ферменты в почву, обусловлено поступлением с навозом легкогидролизуемых форм органического вещества (Косолапова, 1995; Коваленко, Чабан, 1995). В присутствии органического вещества количество бактерий в 1 г почвы увеличивалось в 52-17 раз (Горовиц-Власова, 1927; Николаенко и др., 1981). Протеолитические микроорганизмы, предпочитающие белковую среду и нуждающиеся в комплексе витаминов, могут успешно развиваться на массе органических остатков. Источником белкового азота, наряду с растительным материалом, являются также органические удобрения – навоз (Емцев, 1981; Емцев, 1984; Хабилов, 1995). В навозе животных в среднем имеется около 0,5% азота, до 0,25% фосфорной кислоты и 0,5% калия (Мишустин, Перцовская, 1954).

Тяжелые металлы – кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, хром и др. в значительном количестве токсичны для всего живого, так как они не разлагаются в окружающей среде и накапливаются в тканях живых организмов. В случае попадания в окружающую среду в результате деятельности человека происходит их миграция в цепи почва-вода-растения-животные-человек, при этом на растения, животных и человека они оказывают токсическое действие, которое выражается в возникновении пагубных мутаций и разного рода заболеваний, способных приводить к летальному исходу (Алексеев, 1987; Ильин, 1991). Природа ингибирующего действия тяжелых металлов очень сложна. В высоких концентрациях они коагулируют белки, вызывая немедленную гибель клетки. В сублетальных концентрациях действие их может быть более специфичным, т.к. различ-

ные металлы обладают сродством к различным активным группам молекул клетки. При этом чаще всего повреждаются биохимические блоки, связанные с дыханием микроорганизмов (Клевенская, 1985).

Исследованиями В.П. Табарина (1980) показано, что реакция растений на загрязнение окружающей среды в подавляющем большинстве случаев имеет двуфазный характер. В первой фазе происходит усиление функциональных приспособительных реакций. Для второй типичным есть угнетение метаболических процессов, причем предельная величина действующего фактора зависит от видовой и индивидуальной стойкости растений. У более стойких видов первая фаза характеризуется большей продолжительностью и стабильностью, тогда как в неустойчивых она менее выраженная, а временами ее даже тяжело обнаружить.

Исследования показали, что при внесении в почву экскреций косули наблюдается повышение протеолитической активности почвы. В почвенном горизонте 0-10 см она составляет 97,2 %, 10-20 см – 63,5 % и 20-30 см – 59,0 %. Такое распределение протеолитической активности по почвенному профилю наблюдалось через 1 месяц после внесения экскреций в почву. Через 3 месяца наименьший показатель протеолитической активности установлен в почвенном горизонте 10-20 см, средний – в горизонте 0-10 см и наибольший – 20-30 см (рис. 1). А через год наблюдается последовательное увеличение активности сверху вниз. Это связано с тем, что в течение года происходило вымывание органики с осадками в нижние горизонты, а в верхних слоях почвы оставшееся органическое вещество было израсходовано микроорганизмами в процессе жизнедеятельности.

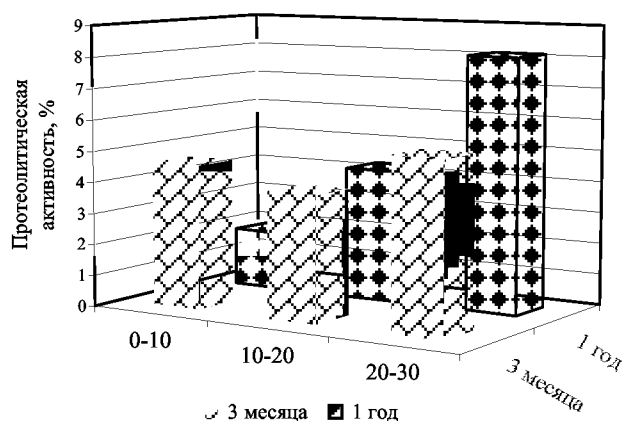


Рис. 1. Протеолитическая активность почвы после поступления экскреций косули через 3 и 12 месяцев

В листьях *Glechoma hederacea* L., произрастающей в местах внесения экскреций косули, наличие аспаргатаминотрансферазы увеличивается в 1,01-1,05 раза. Несколько интенсивней реагирует на функциональную деятельность млекопитающих аланинаминотрансфераза, активность которой превышает контрольные показатели на экскрециях косули в 1,07-1,12 раза. Это несомненно положительно сказывается на физиолого-биохимических процессах и соответственно на производительности фитоценоза в целом.

Внесение в почву никеля во время эксперимента привело к значительному снижению протеолитической активности почвы. Так, уже через месяц действия поллутанта протеолитическая активность, по сравнению с таковой чистой почвы, уменьшилась при 1 ПДК в 2,9 раза, при 5 ПДК в 3,2 раза и при 10 ПДК в 5,0 раз. На третий месяц воздействия никеля наблюдались следующие показатели протеолитической активности почвы: ее уменьшение относительно контроля составляло 1,2; 1,6 и 2,7 раза при 1, 5 и 10 ПДК соответственно. А через год это соотношение стало еще меньше и при 1 и 10 ПДК составляло соответственно 1,13 и 1,23 раза, а при 5 ПДК уровень протеолитической активности почвы был чуть ниже уровня чистой почвы. Уменьшение ингибирующего действия

никеля на протеолитическую активность почвы с течением времени можно объяснить рядом факторов. Существуют виды микромицетов, важной функциональной особенностью которых является адаптация к высокому содержанию тяжелых металлов в среде обитания и способность концентрировать эти элементы из почвы в значительных количествах с закреплением их в биомассе (от 0,3 до 1,5% этих элементов) и выведением из биогенного цикла при образовании нерастворимых соединений (Летунова, 1995; *Bioremediation of soil contaminated ...*, 2000). Евдокимовой и Мозговой (1995) рассчитано, что биомассой микромицет может быть закреплено одноразово (без учета оборачиваемости за сезон) 340 г/га никеля. Приобретение устойчивости может быть обусловлено защитными способностями полисахаридной капсулы, окружающей клетку, и выделением меланиноподобных пигментов, а также мутациями (Клебенская, 1985). Поэтому через год количество водорастворимого никеля в 2,42-2,88 раза уменьшилось по сравнению с его валовым количеством.

Исследования показали, что под влиянием разных концентраций Ni в почве активность ферментов переаминирования отличается от контроля. Изменение активности ферментов переаминирования в листьях *Glechoma hederacea* L. зависит от концентрации металла в почве и времени его воздействия. Отклонение активности указанных ферментов от контроля в 2 и более раз является показателем стрессового состояния растений и сопровождается значительными нарушениями в белковом метаболизме.

При избытке никеля резко снижается абсорбция питательных веществ, тормозится рост растений и снижается метаболизм. Повышение концентрации этого элемента в растительных тканях подавляет процессы фотосинтеза и транспирации, что, в свою очередь, отображается на процессах переаминирования в листьях растений.

В результате исследований установлено, что влияние никеля на ферменты переаминирования в листьях *Glechoma hederacea* L. отмечается некоторым повышением активности АЛТ и АСТ на участках с концентрацией никеля 5 ПДК. Активность АЛТ с течением времени снижается и достигает 46% от контрольной через 3 месяца (с момента загрязнения почвы) и 56% – через 12 месяцев. На участках с концентрацией никеля 1 ПДК активность АЛТ составляет 48% от контроля через 3 месяца влияния и 54% через 12 месяцев. Наиболее значительно изменяется активность ферментов переаминирования под влиянием никеля в почве концентрации 10 ПДК. Так, активность АЛТ снижается на 29, 41 и 18% соответственно через 1, 3 и 12 месяцев влияния. Активность АСТ снижается через 1 и 3 месяца на 38 и 31% соответственно, но через 12 месяцев превышает контроль в 1,51 раза. Таким образом, из двух важных ферментов переаминирования аланинаминотрансфераза более чувствительно реагирует на присутствие в почве никеля, чем аспаратаминотрансфераза, и эта реакция лучше прослеживается через 3 и 12 месяцев. Экскреции косули, воздействуя на почву, являются благоприятным фактором для смягчения ингибирующего действия в почве никеля и последующего воздействия на растения, выражающегося в показателях аланинаминотрансферазы и аспаратаминотрансферазы. На рис. 2 показано, что под влиянием экскреций активность ферментов приближается к контролю.

Степень токсичности металлов зависит от участия их в реакциях комплексообразования с различными органическими веществами почвы, в результате чего образуются малодоступные или недоступные микроорганизмам и растениям хелатные соединения (Евдокимова и др., 1984; Клебенская, 1985; Косинова, 1985; Емцев, 1995; Savchenko, Golovatiy, 2000; *Bioremediation of soil polluted ...*, 2000). Так при внесении в почву экскреций косули уже через месяц уровень протеолитической активности почвы был выше, чем аналогичный показатель почвы без экскреций при всех трех уровнях ПДК (рис. 3). При этом ее распределение по почвенному профилю уменьшалось сверху вниз. Имобилизирующее действие экскреций проявилось в полной мере, и количество водорастворимого никеля составляло четвертую часть от валового его количества. Через три месяца уровень протеолитической активности почвы под экскрециями косули не был высоким и при всех значениях ПДК незначительно уступал показателю активности на участках без экскреций. А через год опять наблюдалось повышение протеолитической активности почвы с экскрециями. Для почвы с уровнем 1 и 5 ПДК оно составляло соответственно 1,51 и 2,91 раза, а с 10 ПДК оно было незначительным. С течением времени, за счет

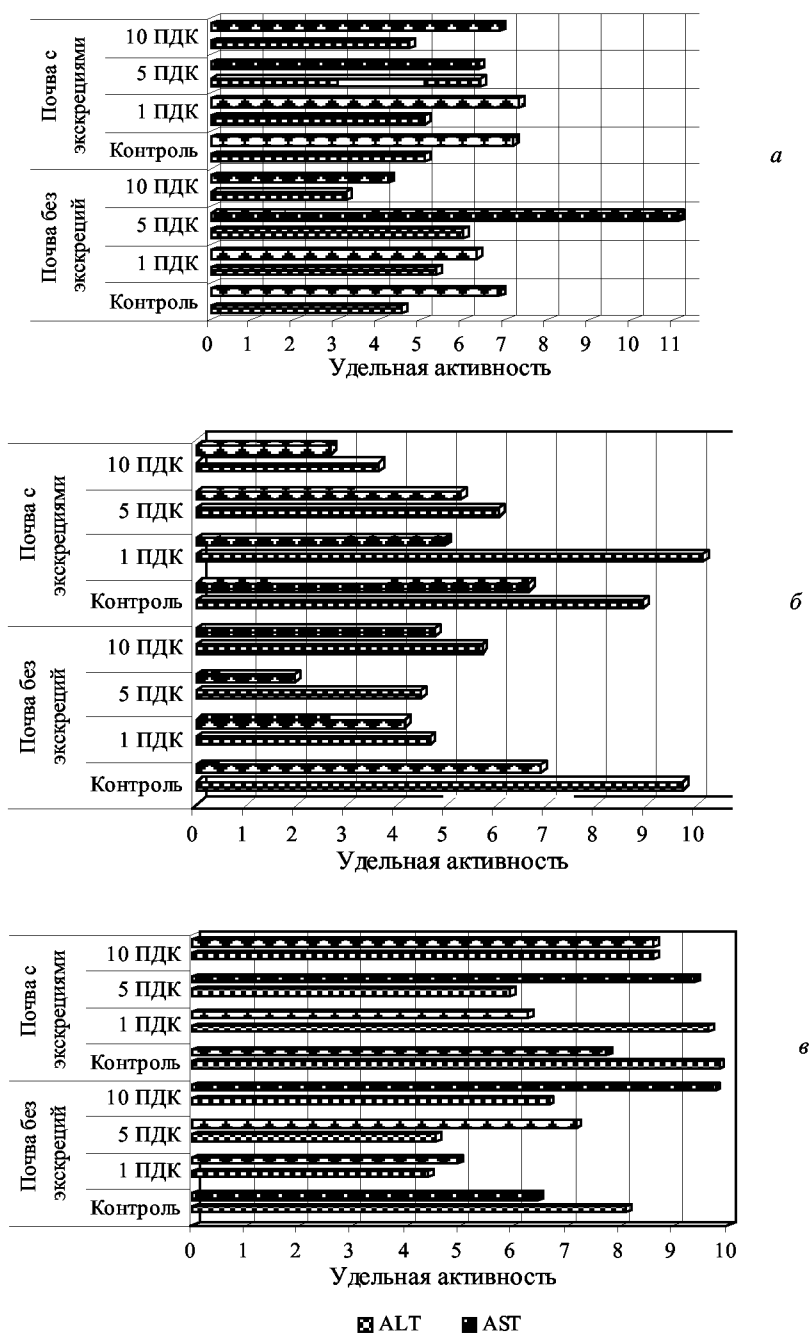


Рис. 2. Влияние экскреций козули на активность ферментов в листьях *Glechoma hederacea* L. в условиях загрязнения почвы никелем: а – через 1 месяц, б – через 3 месяца, в – через 12 месяцев

вымывания в более глубокие почвенные горизонты, а также вовлечения какой-то части в биологический круговорот, валовое содержание никеля несколько уменьшилось. По мере расходования органического вещества хелатирующая его способность немного уменьшилась так, что содержание водорастворимого никеля было примерно в два раза ниже от общего его содержания.

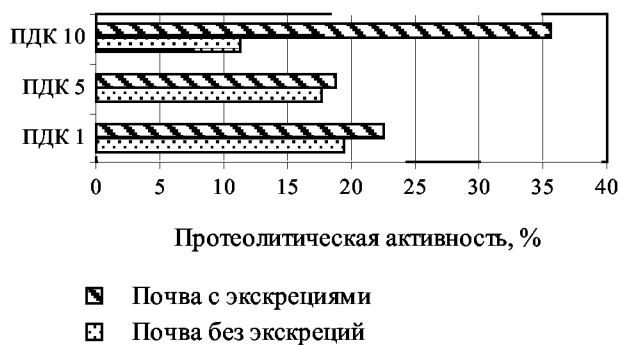


Рис. 3. Влияние экскреций козули на протеолитическую активность почвы в условиях загрязнения никелем

Таким образом, экскреторная деятельность козули в условиях загрязнения почвы никелем способствует изменению биологической активности почв (протеолитическая активность), что, в свою очередь, приводит к уменьшению содержания водорастворимых соединений никеля по отношению к его валовому содержанию, т.е. экскреции стимулируют проявление процессов гомеостаза среды, способствующих улучшению условий существования растительных сообществ и следовательно увеличению продуктивности системы в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Ленинград: Агропромиздат, 1987. – 278 с.
- Богданова Е.Г., Орлова Е.Е. Влияние второго гумусового горизонта на биологические свойства и плодородие дерново-подзолистых почв // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 85-86.
- Глазовская М.А., Добровольская Н.Г. Геохимические функции микроорганизмов. – М.: МГУ, 1984. – 152 с.
- Горовиц-Власова Л.М. К вопросу о санитарном исследовании городских почв. Исследование почвы г. Днепропетровска // Гигиена и эпидемиология. – 1927. – №8. – С. 11.
- Евдокимова Г.А., Кислых Е.Е., Мозгова Н.П. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере. – Ленинград: Наука, 1984. – 120 с.
- Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Биоаккумуляция меди и никеля почвенными микромицетами // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 15.
- Емцев В.Т. Ассоциация анаэробных бактерий почв различных типов // Микробные сообщества и их функционирование в почве: Сб. науч. тр. – К.: Наук. думка, 1981. – С. 23-30.
- Емцев В.Т. Микроорганизмы почвы и пестициды // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 82.
- Емцев В.Т. Экология анаэробных почвенных бактерий // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 141-162.
- Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 256 с.
- Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука. Сибир. отд-е, 1991. – 151 с.
- Клевенская И.Л. Влияние тяжелых металлов (кадмий, цинк, свинец) на биологическую активность почв и процесс азотфиксации // Микробиоценозы при антропогенном воздействии. – Новосибирск: Наука. Сибир. отд-е, 1985. – С. 73-94.
- Коваленко В.Е., Чабан В.И. Биологическая активность почвы в посевах кукурузы в связи с применением органических и минеральных удобрений // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С.97.
- Косинова Л.Ю. Изменение структуры микробиоценозов и ферментативной активности некоторых почв под влиянием свинца и кадмия // Микробиоценозы при антропогенном воздействии. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 29-45.
- Косолапова А.В. Динамика ферментативной активности выщелоченного чернозема при внесении удобрений // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 65.
- Коцюбинська Н.П. Аутокологічна адаптація культурних рослин до антропогенних факторів довкілля: Автореф. дис...д-ра біол. наук. – Д., 1996.

- Кретович В.Л., Бугедель А.А. Переаминирование аспарагиновой и глутаминовой аминокислот в растении // Докл. АН УССР. – 1949. – Т. 16, №5. – С. 901 – 904.
- Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная энзимология. – Минск: Наука и техника, 1966. – 275 с.
- Легунова С.В. Микробоценоз в почвах с высоким содержанием тяжелых металлов // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 19.
- Мишустин Е.Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1975. – 105 с.
- Мишустин Е.Н., Перцовская М.И. Микроорганизмы и самоочищение почвы. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1954. – 651 с.
- Мишустин Е. Н., Никитин Д. И., Востров И. С. Прямой метод определения суммарной протеазной активности почв // Сб. докл. симпозиума по ферментам почвы. – Минск: Наука и техника, 1968. – С. 144-150.
- Николаенко Ж.И., Калмыкова Н.А., Глуценко И.В. Микробные сообщества и их биологическая активность в почве в зависимости от условий возделывания сахарной свеклы // Микробные сообщества и их функционирование в почве: Сб. науч. тр. – К.: Наук. думка, 1981. – С. 60-64.
- Пахомов А.Е. Биогеоценозическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: В 2 кн. – Д.: ДГУ, 1998.
- Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия / В.П. Стефурак, А.С. Усагая, Н.И. Фрунзе, Э.А. Катрук. – Кишинев: Штииница, 1980. – 215 с.
- Табарин В.П. Физиология устойчивости древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Микроэлементы в окружающей среде. К.: Наук. думка, 1980. – С. 17-19.
- Тищенко Н.Н. Определение активности аланин и аспаргатаминотрансфераз с 2,4 – динитрофенилгидразином // Методы биохимического анализа растений. – Ленинград.: Изд-во Ленинград. ун-та. – 1978. – С. 71 – 73.
- Физико-химические методы исследования почв. – М.: МГУ, 1980. – 382 с.
- Хабиров И.К. Азоторганические соединения и их трансформация в почве // Биология почв антропогенных ландшафтов: Тез. докл. науч. конф. – Д.: ДДУ, 1995. – С. 76.
- Bioremediation of soil contaminated by heavy metals with a sludge reactor (BMSR) / L. Diels, M. De Smet, L. Hooyberghs et al // Contaminated Soil 2000 Proceeding of the 17-th International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil 18-22 September 2000, Leipzig, Germany. – Vol. 2. – P. 1043-1051.
- Bioremediation of soils polluted by toxic chemical substances and radionuclides / G.A. Zharikov, R.V. Borovick, N.R. Dyadishchev et al //Contaminated Soil 2000 Proceeding of the 17-th International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil 18-22 September 2000, Leipzig, Germany. – Vol. 1. – P. 407-415.
- Savchenko S., Golovaty S. A comparative study of the role of humus acids in the accumulation of heavy metals in the floodplain soils in the background and contaminated areas//Contaminated Soil 2000 Proceeding of the 17-th International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil 18-22 September 2000, Leipzig, Germany. – Vol.1. – P. 296-297.

Надійшла до редколегії 12.06.02