

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА В ПОЧВАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ СВИНЦОМ

Установлено, что биохимические показатели устойчивости микробоценоза для дерново-бурых почв Среднего Предуралья при загрязнении свинцом можно расположить в следующий ряд: численность актиномицетов > Q_R > СИД > БД > активность каталазы. Применение минеральных удобрений улучшает соотношение групп микроорганизмов в почвах, так как они снимают ингибирующее действие уксуснокислого свинца на развитие полезной микрофлоры, на базальное дыхание; увеличивает ферментативную активность почвы, что приводит к повышению устойчивости микробоценоза при загрязнении.

Ключевые слова: почва, микробоценоз, устойчивость, минеральные удобрения.

Минеральные удобрения оказывают воздействие на физико-химические свойства почвы, ее плодородие и биологическую активность. Любые агротехнические мероприятия, направленные на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, воспроизводство почвенного плодородия, должны иметь почвенно-микробиологическое обоснование. Показатели биологической активности почв можно использовать в целях ранней диагностики негативных изменений свойств почв под влиянием антропогенного воздействия.

Цель – определить влияние минеральных удобрений на показатели устойчивости микробоценозов в почвах, загрязненных свинцом.

Исследования микробиологических и биохимических свойств проводили на дерново-бурой глинистой почве, которая характеризовалась низким содержанием гумуса, кислой реакцией среды, высокими значениями гидролитической кислотности и емкости катионного обмена, содержание подвижного фосфора и обменного калия в почвах повышенное.

Для достижения цели был заложен лабораторный вегетационный опыт, предусматривающий сравнительную оценку изменения устойчивости микробоценозов целинной и пахотной почв под влиянием свинца и минеральных удобрений. Таким образом модельный опыт включал 3 фактора: фактор А – вид угодья: A_0 – целина (контроль), A_1 – пашня; фактор В – фон минерального питания, г/кг почвы: V_0 – без минеральных удобрений (контроль), V_1 – $N_{0,3}K_{0,9}$; фактор С – загрязнение почвы свинцом, мг/кг почвы: C_0 – без свинца (контроль), C_1 – Pb_{400} ; C_2 – Pb_{600} . Повторность вариантов в опыте трехкратная.

Для опыта использовали поверхностный 20-см слой почвы, взятый в лесу (гумусовый горизонт) и на пашне (пахотный слой). В качестве

минерального удобрения использовали сложное удобрение – азотнокислый калий KNO_3 – с содержанием $N_{13}K_{39}$ из расчета содержания азота 0,3 г/кг.

Для создания загрязнения почв использовали уксуснокислый свинец. Ране было установлено, что на неокультуренных почвах признаки токсичности свинца для растений обнаруживаются при его содержании в почве более 500 мг/кг, в то время как на опыте использовали уровень загрязнения свинца на 100 мг/кг почвы больше и меньше среднего установленного, т.е. из расчета действующего вещества в дозе 400 и 600 мг/кг почвы.

Тщательно перемешанную почву помещали в сосуды, послойно увлажняя и доводя влажность до 60 % от полной влагоемкости. На дно сосудов для предотвращения просачивания воды помещали стерильные фильтры, по степени разложения которых, судили об интенсивности минерализационных процессов, происходящих в почве.

В вегетационных сосудах по вариантам опыта определяли состав и численность эколого-трофических групп микроорганизмов и биохимические показатели устойчивости почвы [2, 3]. Фитотоксичность свинца на растения определяли по следующим показателям: количество растений, высота надземной части растений, длина корней, сухой вес надземной части и корней одного растения. По интенсивности выделения CO_2 и активности каталазы судили об устойчивости микробных систем дерново-бурых почв к свинцовому загрязнению. Скорость выделения CO_2 определяли после 6-месячного компостирования в течение 3 дней. Базальное (фоновое) дыхание (БД) определяли по скорости выделения CO_2 почвой за 24 часа инкубации при $t=28^\circ C$. Скорость базального дыхания выражали в мг CO_2 на 100 г почвы за 24 часа. Субстратиндуцированное дыхание (СИД)

определяли в подобных замкнутых сосудах с добавлением в почву раствора глюкозы [1].

Микробные сообщества целинной дерново-бурой почвы характеризуются многочисленной и разнообразной микрофлорой корнеобитаемого слоя. В микробценозе целинной почвы на контроле преобладает бактериальная флора (до 68 % от общей численности микроорганизмов). Бактерии выполняют роль первичных деструкторов свежих органических остатков. Также большую часть в составе эколого-трофических групп микроорганизмов занимают спорообразующие формы. При загрязнении свинцом (Pb_{400}) численность бактерий увеличивается. При повышении дозы поллютанта (Pb_{600}) их численность возрастает до 95 % при общем снижении наиболее ценных групп микроорганизмов – актиномицетов, спорообразующих, термофилов.

Внесение минеральных удобрений восстанавливает численность актиномицетов и спорообразующих микроорганизмов в сравнении с загрязненным вариантом (Pb_{400}), то есть можно сказать, что удобрения снимают ингибирующее действие свинца на развитие полезной микрофлоры.

Длительное использование почв в системе агроценоза приводит к изменениям состава и численности эколого-трофических групп микроорганизмов. Общая численность микроорганизмов в агроценозе в 2-2,5 раза выше, но биоразнообразие меньше, чем на целине, что связано с меньшим видовым разнообразием произрастающей растительности в агроэкосистеме.

В агроценозе преобладает бактериальная микрофлора (88 %), в том числе олигонитрофильные микроорганизмы, которые крайне не прихотливы к условиям питания и могут расти и развиваться на крайне бедных и скудных почвах. Полезная микрофлора от общей численности микроорганизмов занимает лишь 18 %. При загрязнении свинцом количество бактерий в агроценозе не снижается, а даже возрастает за счет снижения чувствительной микрофлоры к загрязнению. В процессе сельскохозяйственного использования почвы испытывают постоянную агрогенную нагрузку в виде различных агротехнических мероприятий, в связи с чем отзывчивость микроорганизмов на вносимые минеральные удобрения в агроценозе ниже, чем на целинной почве.

Таким образом, за счет микробного состава способность к самоочищению целинной дерново-бурой глинистой почвы выше.

Базальное дыхание на целинной почве в 1,5-2 раза выше, чем в пахотной. При загрязнении свинцом уровень базального дыхания снижается, как на целинной, так и на пахотной почве. Между чис-

ленностью актиномицетов и уровнем базального дыхания установлена средняя корреляционная зависимость: 0,39 (пахотная) и 0,54 (целина). Обратная зависимость наблюдается между численностью бактерий и активностью базального дыхания: на пашне -0,46 и на целине -0,55. Таким образом, состав и численность эколого-трофических групп микроорганизмов характеризуют устойчивость почв к внешним условиям.

Субстратиндуцированное дыхание выше базального. Загрязнение почвы свинцом приводит к некоторому снижению СИД, хотя определенных тенденций и закономерностей не выявлено.

Микробный метаболический коэффициент (Q_R) выше в целинной дерново-бурой почве в 2,1 раза, чем в пахотной. На вариантах, загрязненных свинцом (Pb_{400}), сохраняется та же тенденция. Между Q_R и активностью базального дыхания в целинной и пахотной почве установлена корреляционная зависимость 0,82 и 0,95, соответственно.

Внесение минеральных удобрений снижает негативное действие свинца на базальное дыхание. Однако, оценивая способность к использованию вносимых органических субстратов по показателю СИД, следует отметить, что в вариантах с минеральными удобрениями она ниже контрольных на 10-15 %.

Изменение состава микробценоза при распаханности почв отразилось на активности окислительно-восстановительного фермента каталазы. В почвах агроценоза активность каталазы была на 40 % ниже в сравнении с почвой лесного ценоза. При загрязнении почв свинцом активность каталазы снижалась по сравнению с контролем. Внесение минеральных удобрений повышало активность каталазы на целине на 22 %, в распаханной почве – на 5% по сравнению с контрольными вариантами. Активность каталазы на целине при высокой дозе свинца на фоне минеральных удобрений снижалась и была близка к контролю. В распаханной почве ингибирующее действие свинца на фоне минеральных удобрений на активность каталазы усиливалось, и при дозе свинца 600 мг/кг активность каталазы была на 16 % ниже, чем на контроле.

Математически доказана высокая корреляционная зависимость (0,83) между ферментативной активностью почвы и активностью эмиссии углекислого газа в пахотной почве. При увеличении каталазной активности уровень дыхания возрастает и, как следствие, увеличивается микробный метаболический коэффициент. На целине данная зависимость не выявлена, возможно, из-за того, что активность дыхания в целинных почвах в 2-2,5 раза выше активности дыхания почв агроценоза.

Существенное токсичное влияние на растения оказала максимальная доза свинца. Внесение удобрений в почву в целом оказали положительное влияние на изучаемые биометрические показатели растений. На целинной почве развитие растений было активнее: нарастание надземной части растений было на 17,3 % выше, чем в агроценозе. Установлено, что при повышении ферментативной активности почвы увеличивалась высота растений, корреляция составила для агроценоза и для целинной почвы 0,83 и 0,51, соответственно.

По результатам модельного опыта исследуемые биохимические показатели устойчивости микробиоценоза почв по чувствительности к свинцовому загрязнению можно расположить в следующий ряд: численность актиномицетов $> Q_R >$ СИД $>$ БД $>$ активность каталазы $>$ высота надземной части растений.

Внесение минеральных удобрений оказывает влияние на численность и соотношение экологотрофических групп микроорганизмов. В частности, внесение азотно-калийного удобрения увеличило содержание ценных микроорганизмов – актиномицетов, спорообразующих. Это повышает активность базального дыхания и микробный метаболический коэффициент, что, в свою очередь, способствует устойчивости микробиоценоза и, соответственно, почв. Негативные воздействия свинца особенно проявляются в пахотных почвах, что свидетельствует об их слабой устойчивости к агрогенным и техногенным нагрузкам в сравнении с целинной почвой. Внесение удобрений способствовало повышению биохимических показателей устойчивости, особенно в пахотных почвах, что отразилось на развитии растений.

8.08.2011

Список литературы:

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв / Н.Д. Ананьева. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
2. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 224 с.
3. Шарков И.Н. Определение интенсивности продуцированности почвой CO_2 абсорбционным методом // Почвоведение. – 1984. – №7. – С. 136–143.

Сведения об авторах:

Самофалова И.А., доцент кафедры почвоведения агрохимического факультета ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА», к. с.-х. н., доцент, e-mail: samofalovairaida@mail.ru

Мудрых Н.М., доцент кафедры агрохимии агрохимического факультета ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА», к. с.-х. н., доцент, e-mail: nata020880@mail.ru

Лысова О.С., аспирант кафедры агрохимии агрохимического факультета ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА»

614000, Пермь, ул. Петропавловская, 23, тел. (342) 2126448, тел. (342)2124772

Каменщикова В.И., старший научный сотрудник естественно-научного института (ЕНИ)

Пермского государственного университета, кандидат биологических наук
614000, ул. Генкеля, 4, ЕНИ.

UDC 631.816:631.46:579.64

Samofalova I. A.¹, Mudrykh N.M.¹, Kamenshikova V.I.², Lysova O.S.¹

¹The Perm State Agricultural Academy, ²Natural-Science Institute, e-mail: samofalovairaida@mail.ru

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON PARAMETERS STABILITY MICROBIOCENOSE IN SOILS POLLUTED BY LEAD

It is established, that biochemical parameters of stability microbiocenose of turf-brown soils of Middle Preduralye being polluted with lead, can be arranged into the following number: the number of actinomyces $> Q >$ substratum-sympathetic respiration $>$ background respiration $>$ the activity of catalase. Applying of mineral fertilizes improves the ratio of groups of microorganisms in soils as they remove the inhibirizing action of the acetic lead to the development of useful microflora, to the background respiration; rises the fermentative activity of the soils, that leads to the increasing stability of microbocoenosis at pollution.

Key words: soil, microbocoenosis, stability, mineral fertilizes.

Bibliography:

1. Anan'eva N.D. Microbiological aspects of self-purification and soil stability / N.D. Anan'eva. – Moscow: Nauka, 2003. – 223 p.
2. Zvyagintsev D.G. Methods of soil microbiology and biochemistry / D.G. Zvyagintsev, I.V. Aseeva, I.P. Bab'eva. – Moscow: Moscow State University, 1980. – 224 p.
3. Sharkov I.N. Determining the intensity of production of soil CO_2 absorption-traditional method // Soil Science. – 1984. – № 7. – P. 136-143.