

стью и даже при слабой инвазии приводящими к гибели. Значительно чаще ущерб проявляется в виде снижения плодовитости и выживаемости молодняка, увеличения смертности от других факторов среды, потери упитанности и трофейных качеств, включая выбраковку или уценку продукции. Даже в «благополучных» популяциях зверей ущерб от гельминтов бывает довольно ощутим при детальном изучении.

Вышедшее из лесохозяйственных хозяйств звероводство превратилось в высокорентабельную отрасль народного хозяйства. Однако огромный ущерб отрасли наносят ассоциативные болезни, в формировании которых человек принимает непосредственное участие. Так, в звероводческих хозяйствах до 80 % случаев причиной возникновения болезней и падежа от общего процента павших и заболевших пушных зверей являются недоброкачественные корма, поскольку основой рациона для плотоядных являются корма животного происхождения. Значительное место занимают токсикоинфекции. Кормовые токсикоинфекции – болезни, вызываемые кормовыми продуктами, загрязненными возбудителями из рода сальмонелл, патогенными типами кишечной палочки, протей, клостридий, стафилококков, диплококков, синегнойной палочки, туберкулезной палочки, пастереллы, бруцеллы, хламидии, вируса энцефалопатии. Эти заболевания характеризуются внезапным началом и острым коротким течением. Каждая вспышка связана с приемом одного инфицированного продукта, в котором размножилось большое количество бактерий.

При массовых интоксикациях среди норок имело место выделение в 1 грамме готового корма (фарша) 80 млн. микробных тел, выдержать организму, особенно молодняка, такой натиск микроорганизмов практически невозможно. Кроме того, концентрация поголовья, особенно разных видов животных, создает условия для пассажей возбудителей болезней, повышая их патогенные свойства. Так, распространению сальмонеллеза с наслоением колибактериоза, кокковых и других инфекций у пушных зверей способствовало несоблюдение нормативных условий содержания уток и кроликов на звероводческих фермах.

Хорошую эффективность при массовых желудочно-кишечных заболеваниях пушно-меховых животных дает иодиол с чередованием молочнокислых продуктов, бактерии, лактобактерин, сублицин, антибиотики, сульфаниламиды, ассоциированные вакцины. Профилактика болезней требует высокой санитарной культуры ведения современного звероводства.

УДК 630*182:551.521

Н. И. Булко, зав. сектором ИЛ НАНБ; Н. В. Митин, науч. сотрудник ИЛ НАНБ;
М. А. Шабалева, мл. науч. сотрудник ИЛ НАНБ

О МЕХАНИЗМЕ И ЭФФЕКТАХ, ЛЕЖАЩИХ В ОСНОВЕ АГРОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ¹³⁷Cs В ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Is shown, that the entering of fertilizers into ground reduces radioactive caesium-137 receipt in wood plants, the presence of two various mechanisms of this effect is proved: antagonism and diluteness.

Исследования, проведенные в Институте леса НАН Беларуси, показали достаточно высокую эффективность воздействия макроэлементов питания на снижение поступ-

ления основных долгоживущих радионуклидов чернобыльских выпадений в растущие деревья лесных насаждений, загрязненных радиоактивными веществами.

Агрохимический метод регулирования позволяет в течение 7–8 лет поддерживать низкий уровень поступления радионуклидов во все ярусы лесного фитоценоза при одновременном формировании более чистой лесной подстилки из опада, имеющего пониженное содержание радионуклидов. Однако конкретный механизм влияния оптимальных доз элементов питания не установлен.

Эксперименты по исследованию особенностей воздействия элементов питания на их поглощение растениями показали, что внесение одного из элементов ведет к изменению потребления других в большую или меньшую сторону [1]. Изучение процессов накопления радионуклидов растениями показало, что подобные эффекты имеют место и в процессе потребления радионуклидов и их макроэлементов-аналогов сельскохозяйственными [2] и древесными растениями [3–5]. Исследованиями сотрудников Института леса были выявлены эффекты «антагонизма», «разбавления» и «связывания», сопровождающие процессы поступления радионуклидов в древесные растения при обогащении почвы макро- и микроэлементами [6]. Первый из них чаще всего обуславливается обогащением почвы макроэлементом-аналогом ^{137}Cs – калием, в результате чего поступление этого радионуклида в растения значительно снижается. Сущность второго эффекта состоит в том, что при улучшении пищевого режима почв радионуклиды разбавляются в возросшем объеме фитомассы растений, а удельная активность ^{137}Cs в компонентах их фитомассы снижается [4–6].

Для выявления влияния на накопление радионуклидов древесными растениями только одного эдафического фактора (питания) и определения превалирующих при этом эффектов, обуславливающих снижение накопления радионуклидов в биомассе древесных растений применением агрохимического метода, осуществлены исследования на специально созданной в Институте леса вегетационной установке при постоянном УГВ 40 см. Дерново-подзолистая песчаная почва для опытов отбиралась непосредственно в сосняках мшистых с общим загрязнением ^{137}Cs территории около 60 Ки/км^2 путем заполнения каждого сосуда монолитом. Эксперимент проводился в течение 2 лет. В каждый из сосудов до внесения исследуемых веществ высаживалось по 11 семян сосны обыкновенной, выращенных в «чистых» районах. Изучались особенности воздействия макроэлементов, внесенных на поверхность почвы в различных дозах и сочетаниях (всего 11 вариантов в 6-кратной повторности).

Анализ агрохимических показателей почвы показал, что внесение макроэлементов на ее поверхность через 2 года не привело к существенным изменениям в содержании валовых форм основных макроэлементов питания в ней по сравнению с контролем во всех вариантах опытов. Достаточно выраженным оказалось изменение содержания подвижного калия в почве, а также увеличение содержания фосфора в вариантах с использованием полного минерального удобрения, однако для азота подобных закономерностей обнаружено не было.

Обработка результатов радиометрических измерений содержания ^{137}Cs в компонентах фитомассы сосны по вариантам вегетационного опыта показала позитивную роль влияния минерального питания на снижение корневого поступления ^{137}Cs в древесные растения в почвенных условиях сосняка мшистого. В результате проведенных исследований установлено, что во всех вариантах с внесением удобрений в конце первого вегетационного сезона, по сравнению с контролем, величина снижения поступле-

ния ^{137}Cs в хвою и стволы достигала 97,5%, в корни – 92%. К концу второго вегетационного сезона наиболее существенное снижение накопления ^{137}Cs отмечено в вариантах с внесением $\text{N}_{300}\text{P}_{300}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{150}\text{K}_{150}$, K_{300} , $\text{K}_{100}\text{Ca}_{5000}$ по д.в.

Анализ особенностей потребления ^{137}Cs показывает, что механизм снижения накопления радионуклида носит различный характер в разных вариантах эксперимента. Преобладающее значение может иметь либо эффект «антагонизма», связанный с блокированием поступления радионуклида в растения его макроэлементом-аналогом, либо эффект непосредственного «разбавления» радионуклида в возросшей фитомассе растений.

Эффект «антагонизма». Снижение накопления ^{137}Cs при использовании калийсодержащего удобрения можно связать с антагонистическим действием калия на процессы поступления радионуклида в растения вследствие сходства химических свойств этих элементов, находящихся в одной группе и имеющих одинаковое строение внешних и внутренних электронных слоев атомов – с одной стороны. С другой стороны, весьма большое значение имеют физиологические особенности поглощения элементов из почвы, так как механизм клеточных мембран, через который катионы этих элементов посредством «ионного» насоса или по электрохимическому градиенту попадают в растения [7–9], ориентирован на преимущественный пропуск ионов калия, имеющих размер $1,43 \text{ \AA}^0$ [10,11]. Оценка результатов поставленного эксперимента с точки зрения эффекта «антагонизма» выполнялась с привлечением различных аналитических методов (сопоставление фитомассы сосны и запаса радиоцезия, по теории Лангмюра, по коэффициентам дискриминации и цезиевым единицам и др.), показавших достоверность наличия этого эффекта с коэффициентом обратной корреляции 0,79–0,93 в зависимости от метода, которым велась обработка данных.

Показатели компонентов фитомассы сосны после внесения калия в варианты опыта $\text{K}_{100}\text{Ca}_{5000}$, $\text{N}_{50}\text{K}_{50}$, K_{300} (по д.в.), по сравнению с другими вариантами, значительно не увеличиваются относительно контроля, что свидетельствует о преобладающем влиянии антагонистического механизма снижения накопления ^{137}Cs в вариантах с использованием калийсодержащих удобрений. Особенно рельефно эффект «антагонизма» в вегетационном опыте проявляется при внесении калийного удобрения в дозе калия 300 и 600 кг/га по д.в. Причем на данных вариантах наблюдается практически полное блокирование накопления радионуклида (оно составляет лишь 0,4–5% от контроля).

Степень антагонистического воздействия находится в четкой зависимости от дозы вносимого макроэлемента-аналога (рис.1). При этом коэффициент обратной корреляции между дозой калия по д.в. и активностью радиоцезия в хвое саженцев сосны составляет – 0,79.

Эффект «разбавления». При внесении полного минерального удобрения в вариантах опыта наблюдается существенный рост биомассы растений сосны и наличие зависимости накопления ^{137}Cs в растениях от другого эффекта, действие которого отличается от эффекта «антагонизма». При анализе результатов эксперимента по влиянию комплекса НРК видно, что внесение полного минерального удобрения в дозах $\text{N}_{150}\text{P}_{150}\text{K}_{150}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{150}\text{K}_{150}\text{Ca}_{5000}$, $\text{N}_{300}\text{P}_{300}\text{K}_{300}$ (по д.в.) приводит к менее значимому, по сравнению с калийным удобрением, снижению накопления ^{137}Cs на фоне существенного роста фитомассы, причем запас радиоцезия обратно пропорционален фитомассе с коэффициентом корреляции 0,98 (рис. 2).

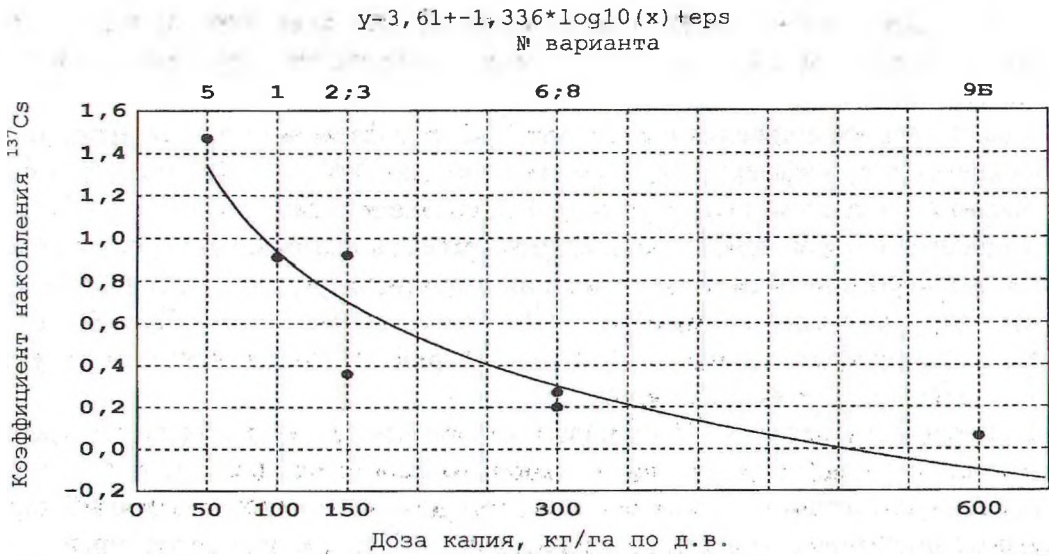


Рис. 1. Зависимость коэффициента накопления ^{137}Cs в хвое саженцев сосны от дозы вносимого с удобрениями калия

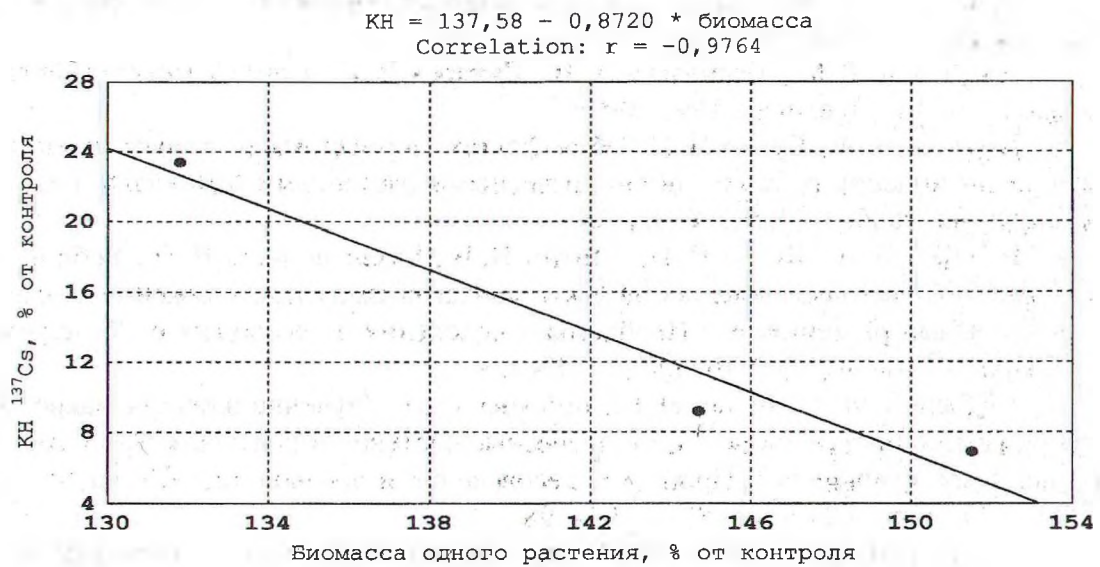


Рис. 2. Связь между биомассой саженцев сосны и КН ^{137}Cs в них

Полученный результат свидетельствует о преобладании эффекта «разбавления» в указанных вариантах опыта. Кроме того, в варианте с внесением полного минерального удобрения в повышенной дозе ($\text{N}_{300}\text{P}_{300}\text{K}_{300}$ по д.в.), в отличие от других вариантов опыта, на втором году продолжается снижение в 1,7 раза коэффициента накопления ^{137}Cs в компонентах фитомассы, что свидетельствует об оптимизации питания растений в этом варианте опыта и более значительном темпе прироста фитомассы в нем по сравнению с темпом поглощения радионуклида. В остальных вариантах опыта с внесением полного минерального удобрения подобного явления не отмечено.

Анализ результатов эксперимента, выполненный с привлечением различных математических методов, показал:

1. Применение с удобрениями макроэлементов и их сочетаний приводит к весьма существенному снижению запаса ^{137}Cs в компонентах фитомассы сосны практически во всех вариантах опыта.

2. Максимальное снижение накопления ^{137}Cs в надземных органах древесных растений проявляется при эффекте «антагонизма», когда почва обогащается его макроэлементом-аналогом – калием (при дозах K_{600} ; K_{300} снижение накопления в 58 и 22 раза).

3. Варианты с преобладающим влиянием эффекта «разбавления», обусловленным внесением полного минерального удобрения, характеризуются менее значимым воздействием на снижение накопления ^{137}Cs (при дозах $\text{N}_{150}\text{P}_{150}\text{K}_{50}$; $\text{N}_{300}\text{P}_{300}\text{K}_{300}$; $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{150}\text{Ca}_{5000}$ соответственно в 3,1, 14,1 и 11 раз) на фоне значительного увеличения объема фитомассы саженцев сосны.

4. Снижение накопления ^{137}Cs в надземной фитомассе сопровождается преимущественной концентрацией радионуклида в корневых системах древесных растений при внесении калия, антагонистическое действие которого носит многостадийный характер, что связано с преимущественной, по сравнению с ^{137}Cs , его транспортировкой в вегетативные органы растений сосны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ринькас Т. Я., Ноллендорф В. Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. Рига, 1982. 301 с.
2. Алексахин Р. М., Васильева А. В., Дикарев В. Г. и др. Сельскохозяйственная радиэкология. М.: Экология, 1991. 396 с.
3. Ипатьев В. А., Булко Н. И. Об эффектах «антагонизма» и «разбавления» при снижении накопления радионуклидов древесными растениями // Доклады НАН Беларуси. Биология. 2000. Т.44, №2. С. 66–68.
4. Ипатьев В. А., Булко Н. И., Митин Н. В., Емельянчиков В. П., Боброва Т. М. Экспериментальные исследования эффекта «антагонизма» при снижении накопления ^{137}Cs древесными растениями // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. научн. трудов ИЛ НАНБ. Гомель, 2000. Вып.51. С.228–239.
5. Шабалева М. А., Булко Н. И., Боброва Т. М. Изучение влияния макроэлементов на снижение поступления ^{137}Cs в древесные растения в контексте эффектов «антагонизма» и «разбавления» // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. научн. трудов ИЛ НАНБ. Гомель, 2001. Вып. 53. С.193–198.
6. Ипатьев В. А., Булко Н. И. О механизмах воздействия микроэлементов на снижение накопления ^{137}Cs древесными растениями // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. научн. трудов ИЛ НАНБ. Гомель, 1999. Вып. 50. С.228–239.
7. Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Колос, 1973. С.272.
8. Вахмистров Д. Б. Возможные пути и механизмы радиального транспорта ионов в корнях растений // Агрохимия. 1971. №5. С.138–152.
9. Устименко А. С., Данильчук П. В., Гвоздиковская А. Г. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений. Киев, 1975. С.24–36.
10. Пчелкин В. У. Почвенный калий и калийные удобрения. М., 1966. 396 с.
11. Агрохимия / И. В. Вильдфлуш, С. П. Кукреш, В. А. Ионас и др. Мн.: Ураджай, 1995. 480 с.