



посвящается  
150-летию со дня рождения  
академика В.И. Вернадского

---

**БИОГЕОХИМИЯ И БИОХИМИЯ  
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ  
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА  
БИОСФЕРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ  
VIII БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ**



# СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ (ГРОДНЕНСКИЙ РАЙОН)

Т.П. Марчик

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь, tme105@yandex.ru

## Введение

Среди всех химических факторов микроэлементы рассматриваются как имеющие бое биологическое и экологическое значение, что обусловлено как тенденциями развития современной промышленности, ведущими к прогрессирующему накоплению их в окружающей среде, так и физиолого-биохимическими особенностями самих микроэлементов. Вовлечение микроэлементов из антропогенных источников в биогеохимические циклы обогащение ими биосферы приводит к возникновению геохимических аномалий и росту площади загрязненных земель. В Республике Беларусь более 0,8 млн. га территории имеет ный вид загрязнения [1].

Приоритетными загрязнителями в последнее время считают около 15 рассеянных элементов, среди которых Zn, Cu, B, Mn. В то же время эти микроэлементы являются зненно-необходимыми в определенных концентрациях, входя в состав биокатализаторов и регуляторов физиологических процессов. Так, цинк улучшает белковый, углеводный, фосфорный обмены, биосинтез витаминов и ростовых веществ, медь участвует во многих окислительно-восстановительных реакциях, влияет на механизмы, повышающие стойчивость к заболеваниям, марганец участвует в усвоении минерального азота, белковом обмене. Биохимическая роль бора связана с метаболизмом углеводов, синтезом К и РНК и фитогормонов [2 – ]. По причине важной физиологической роли микроэлементов сильное повышение их концентрации в окружающей среде в высокоактивном состоянии оказывает влияние на живые организмы, что вызывает необходимость регулярного контроля.

## Материалы и методы

Полевые исследования проводили на пробных площадях (ПП), заложенных на территории агропромышленного комплекса «Свислочь» Гродненского района в агрофитоценозах на пахотных угодьях и необрабатываемых землях. Во время проведения исследований произрастающими культурами были следующие: ПП №11 – тритикале озимый (*Triticale*), ПП №12 – вико-овсяная смесь (*Vicia sativa* + *Avena sativa*), ПП №13 – рапс (*Brassica napus*), ПП №14 – люцерна посевная (*Medicago sativa*), ПП №15 – сеянный сенокосный луг (*Folium pratense* + *Dactylis glomerata* + *Phleum pratense*) и ПП №16 – осинник дубняковитый (*Populetum quercetosum-aegopodiumosum*).

Объектами изучения являлись: почва дерново-карбонатная оглеенная (ПП №11, №12), почва дерново-карбонатная выщелоченная (ПП №13, №14), почва дерново-карбонатная типичная (ПП №15, №16).

Изученные дерново-карбонатные почвы Гродненского района по результатам анализа данных гранулометрического состава относятся к легко- и среднесуглинистым. Плотность сложения изменяется от 0,82 до 1,71 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы – 2,20 – 2,71 г/см<sup>3</sup>, пористость – от 40,5% до 52,3%, влажность – от 17,0 до 24,9%. Реакция почвенной среды в типичном подтипе нейтральная по всему профилю (рН = 6,74 – 7,35), в выщелоченных и оглеенных – слабокислая (рН = 5,91 – 6,05) в верхней части и близкая к нейтральной (рН = 6,31 – 7,13) в нижней части профиля. Емкость катионного обмена изменяется в от 29,5 до 48,3 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями составленных оглеенных не менее 85%, в выщелоченных – 95%, типичных подтипах около 98 – 99%. В составе обменных катионов основная часть приходится на кальций (73 – 79%).

Содержание валового азота изменяется в пределах 0,10 – 0,38%, валового фосфора – 0,32%. Количество легкогидролизуемого азота составляет в гумусовых горизонтах



86,1 – 151,2 мг/кг, подвижного фосфора – 210,0 – 474,3 мг/кг, подвижного калия – 294 – 477 мг/кг. Содержание органического вещества и гумуса в верхних горизонтах изученных подтипов находится в пределах 1,82 – 30,95% ( $A_0$ ) и 3,13 – 6,72, соответственно.

Изучение подвижных форм цинка и меди проводили с помощью аммонийно-ацетатного буфера рН 4,8, марганца – в вытяжке 1н КС1. Определение в экстракте проводили методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии. Подвижный бор экстрагировали водной вытяжкой с азотинном Н и последующим фотоколориметрированием.

### Результаты исследований

Дифференциация микроэлементов в профиле и их концентрация в почвенном растворе тесно связаны с содержанием органического вещества, гранулометрическим составом, наличием геохимических сорбционных барьеров, значением рН и увлажнением [2,3].

В дерново-карбонатных почвах содержание подвижных форм Zn изменялось в пределах 0,03 – 0,15, Cu – 0,04 – 0,13, Mn – 0,30 – 2,45, бора – 0,40 – 1,37 мг/кг почвы.

В оглеенных и выщелоченных подтипах дерново-карбонатных почв максимальная концентрация подвижных форм цинка наблюдается в верхних гумусовых горизонтах с уменьшением к материнской породе. В оглеенном подтипе регистрируется минимум Zn в подпахотном горизонте, где происходит его вымывание. Аналогичная тенденция наблюдается и в распределении подвижных форм бора в этих подтипах дерново-карбонатных почв. Концентрирование цинка и бора в верхних горизонтах связано с большей гумусированностью этих горизонтов, уменьшением рН, биологической аккумуляцией ( $K_6 > 10$ ) и дополнительным поступлением этих элементов с минеральными удобрениями.

В типичных дерново-карбонатных почвах, слабо дифференцированных на горизонтах и насыщенных карбонатами с поверхности, содержание Zn незначительно варьирует по профилю, а небольшой минимум в горизонте  $A_1$  является, вероятно, результатом активного поглощения его травянистой лесной и луговой растительностью. Для всех подтипов дерново-карбонатных почв наблюдается низкое содержание подвижных форм Zn, что связано с нейтральностью почвенного раствора, насыщением их  $Ca^{2+}$ , в результате чего Zn образует сравнительно устойчивые соединения [2, 3]. Распределение бора в типичных дерново-карбонатных почвах имеет аккумулятивный характер, что обусловлено повышенным поступлением его с опадом лесного и лугового фитоценоза ( $K_6 = 50,00$ ).

В отношении меди во всех подтипах отмечено увеличение концентрации подвижных форм с глубиной, что свидетельствует о высокой роли органического вещества в образовании устойчивых комплексов Cu при ее низких концентрациях и влиянии рН.

**Марганец также достаточно хорошо фиксируется органическим веществом, но, вследствие его высокой способности к растворимости в результате окислительно-восстановительных процессов в почве, является достаточно подвижным элементом и мигрирует по профилю этих почв, что вызывает необходимость его внесения в виде микроудобрений.**

Следует отметить, что подвижность всех микроэлементов в изученных дерново-карбонатных почвах снижалась по сравнению с дерново-подзолистыми, что связано, вероятно, с нейтральной реакцией среды и более высоким содержанием гумуса. Изменение гранулометрического состава по генетическому профилю (с легкосуглинистых на средне- и тяжелосуглинистые) оказывало влияние в основном на В и Zn. Уменьшение подвижных форм этих элементов в нижних горизонтах свидетельствует о том, что карбонатные породы выполняют роль геохимического сорбционного барьера для Zn и В.

На основе полученных данных для изученных дерново-карбонатных почв рассчитаны запасы микроэлементов на глубину почвенного профиля по мощности горизонтов с учетом их объемной плотности и на единицу поверхности (на  $1 м^2$ ).

Потенциальные запасы Zn в дерново-карбонатных почвах составляют в выщелоченных 0,07 – 0,10, в оглеенных 0,09 – 0,12, в типичных 0,18 – 0,20  $г/м^2$ ; В – в выщелоченных разновидностях 0,8 – 0,9, в типичных – 1,0 – 1,1 и в оглеенных – 1,2 – 1,4  $г/м^2$ ; Mn – в оглеенных 0,60 – 0,70, в типичных 0,80 – 0,85, в выщелоченных 1,90 – 1,95  $г/м^2$ ; Cu – в выщелоченных 0,08 – 0,09, оглеенных 0,08 – 0,13 и типичных разновидностях 0,15 – 0,23  $г/м^2$ .



### **Заключение**

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что сельскохозяйственное освоение дерново-карбонатных почв сопровождается тенденцией к уменьшению содержания лабильных форм изученных микроэлементов (кроме бора), что обусловлено их выносом с урожаем и ионным стоком. На исследованных почвах наблюдается недостаток марганца и меди, существенный дефицит цинка и высокое (в отдельных случаях избыточное) содержание бора.

### **Литература**

1. Головатый С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. Минск, 2002. – 240 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
3. Мажайский Ю.А. Региональные особенности распределения тяжелых металлов в профилях почв // Докл. РАН. – 2003, № 2. – с. 25 – 28.

### **CONTENTS SOME MICROELEMENTS IN RENDZINA SOIL OF A NORTHWEST PART OF BELARUS (GRODNO DISTRICT)**

Marchik T.P

*In the rendzina soils of the Grodno district the contents and allocation on a profile of the mobile forms of copper, zincum, manganese and boron was investigated. It is shown, that investigated of ground have lack of the mobile forms of manganese and copper, essential deficiency of mobile zinc and raised contents mobile boron*

### **МИКРООРГАНИЗМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ**

**Г.В.Сафронова, Н.В.Мельникова, З.М.Алещенкова**

Институт микробиологии НАН Беларуси, 220141, Минск, Беларусь, hsafronava@mail.ru

### **Введение**

Поиск альтернативных источников энергии – актуальная задача. Одним из возобновляемых энергетических ресурсов может быть древесная биомасса. В настоящее время перспективным направлением лесохозяйственной практики является создание плантаций энергетических лесов [10]. Это направление ориентировано на ускоренное производство опливленной древесины на специально закладываемых площадях.

Известно, что почвы Беларуси не отличаются высоким плодородием. Выращивание посадочного материала в лесных питомниках базируется на основном законе земледелия: возврат в почву элементов почвенного питания в количестве, отчужденном с урожаем [4]. На протяжении ряда десятилетий для восстановления плодородия почв и их азотно-фосфорно-калийного баланса используют минеральные удобрения. Однако избыточное внесение минеральных удобрений повреждает корневые окончания древесных растений, приводит к изменению аборигенной почвенной микрофлоры и появлению резистентных форм фитопатогенных микроорганизмов. В связи с этим встает проблема совершенствования агротехники выращивания посадочного материала в лесных питомниках на слабожурьтуренных почвах. Одним из подходов к решению данной задачи является частичная замена удобрений и микроэлементов микробными препаратами, созданными на основе ризосферных бактерий и арбускулярно-микоризных грибов (АМГ). Механизмы их положительного влияния на жизнедеятельность растений различны: выделение фитогормонов, аминокислот, азотфиксация, фосфатмобилизация, защитное действие и др. [9], а разнообразие природных форм ризобактерий и АМГ позволяет выделять штаммы с полезными свойствами, адаптированные к корневым выделениям растений, неприхотливые к условиям существования и т.д. Вместе с тем, при практическом применении биопрепаратов наиболее эффективно использование не одного микроорганизма, а нескольких, но с разными свойствами. Прием основан на расширении экологической пластичности и диапазона совместимости