

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ПРИ ПОГЛОЩЕНИИ МЕДИ, ЦИНКА И МАРГАНЦА РАСТЕНИЯМИ ИЗ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ РАВНИННОЙ ЧАСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

PHYSIOLOGICAL BARRIERS IN ABSORPTION OF COPPER, ZINC AND MANGANESE BY PLANTS FROM SOIL IN THE PLAIN PART OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: микроэлементы, поглощение растениями меди, цинка, марганца, информационно-логический анализ, физиологические барьеры.

Изучены закономерности поступления отдельных микроэлементов в растения в зависимости от содержания их в почве. Основными объектами исследования были зональные почвы и естественная растительность. Исследования проводились на территории Алтайского края в зонах каштановых почв сухой степи (Кулундинская степь), черноземов обыкновенных и выщелоченных засушливой и колючей степи (Приобское плато), выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (Бийско-Чумышская возвышенность). Микроэлементный состав почв и растений устанавливался с помощью общепринятых методов. При изучении поведения микроэлементов в системе почва-растения использовался информационно-логический анализ. Исследование поведения микроэлементов (Cu, Zn, Mn) в системе почва-растения Алтайского края выявили наличие барьерных механизмов у растений по отношению к большим концентрациям содержания их в почвах. Установлено, что барьерные механизмы у растений Алтайского края начинают проявляться при валовом содержании в почве: меди – больше 40 мг/кг, цинка – больше 50, марганца – больше 1400 мг/кг. Содержание в растениях меди, цинка и марганца под влиянием избыточных количеств микроэлементов в почве и барьерных механизмов снижается: у меди – до < 6 мг/кг, цинка – до < 30, марганца – до < 100 мг/кг.

Keywords: trace elements, plant uptake of copper, zinc and manganese, information-logical analysis, physiological barriers.

The regularities of the absorption of certain trace elements by plants depending on the element content in soil are discussed. The zonal soil and the natural vegetation were investigated. The studies were conducted in the following soil zones of the Altai Region: chestnut soils of dry steppe (Kulundinskaya Steppe); common and leached chernozems of arid steppe and forest-outlier steppe (Priobskoye Plateau); leached chernozems and gray forest soils of the central forest-steppe (Biysko-Chumyshskaya Upland). The conventional methodology was used to define the trace element composition of soils and plants. Information-logical analysis was used in studying the behavior of trace elements in soil-plants system. The study of the trace elements (Cu, Zn, Mn) behavior in soil-plant system of the Altai Region revealed the presence of barrier mechanisms in plants related to high concentrations of the above elements in soils. It is found that the barrier mechanisms in plants of the Altai Region begin to reveal at the following total content in soil: copper content greater than 40 mg kg, zinc content greater than 50 mg kg, and manganese content greater than 1400 mg kg. Copper, zinc and manganese content in plants under the effect of excessive trace element content in soil and the barrier mechanisms is reduced to the following: copper up to < 6 mg kg; zinc up to < 30 mg kg; and manganese up to < 100 mg kg.

Спицына Светлана Федоровна, д.с.-х.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-84-09. E-mail: agau@asau.ru.

Томаровский Алексей Анатольевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-80-82. E-mail: tom486@yandex.ru.

Оствальд Галина Викторовна, к.х.н., доцент, зав. каф. химии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Spitsyna Svetlana Fyodorovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: agau@asau.ru.

Tomarovskiy Aleksey Anatolyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-82. E-mail: tom486@yandex.ru.

Ostwald Galina Viktorovna, Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Введение

Создание оптимального режима для питания растений предусматривает наличие сведений об обеспеченности их не только макроэлементами, но и микроэлементами с учетом содержания их в почве и поведения в системе почва-растение. Важно выяснить реакцию растений на минимальные и макси-

мальные содержания элементов в почве, и каковы границы этих содержаний. Это необходимо для выявления недостатка или избытка для растений тех или иных микроэлементов. Изучение поведения избыточных количеств элементов в почве для растений имеет большое экологическое значение, т.к. некоторые микроэлементы относятся к тяжелым

металлам и при высоком содержании в почве могут нанести вред растениям. Еще больший вред растениям могут нанести микроудобрения, применяемые на почвах с высоким содержанием *ЭТИХ* микроэлементов. Работа посвящена вопросу выявления зависимости накопления микроэлементов растением естественных биогеоценозов от содержания их в почвах Алтайского края и изучению барьерных механизмов растений по отношению к некоторым из элементов. Это будет способствовать правильному решению вопроса о необходимости применения микроудобрений в конкретных условиях.

Цель работы заключается в изучении закономерностей поступления цинка, меди и марганца в растения в зависимости от содержания их в почве.

Объекты и методы исследований

Исследование проведено на территории Алтайского края в пределах природных зон: каштановых почв сухой степи (Кулундинская степь), черноземов обыкновенных и выщелоченных умеренно засушливой и колючей степи (Приобское плато), выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (Бийско-Чумышская возвышенность). Основными объектами исследования были зональные почвы и растительность естественных биогеоценозов. Для выявления взаимосвязи между содержанием меди, цинка и марганца в почвах и растениях естественных биогеоценозов был использован информационно-логический метод [1].

Результаты исследований

Явления ограниченного поступления в растения химических элементов наблюдались рядом ученых (Колосов, 1963; Буркин, 1968; Мальгин, 1968; Спицына, 1992; Ткаченко, 2000). Было установлено, что связь между содержанием микроэлементов в растениях и почве часто бывает криволинейной [2-7]. По мнению А.В. Ковалевского, содержание элементов в растениях при малых концентрациях их в почвах сначала растет, а затем, после достижения определенного уровня, уменьшается, что объясняется наличием у растений физиологических барьеров [6]. При увеличении концентрации химических элементов в почве их содержание в растениях после достижения предела поглощения не остается постоянным, а уменьшается. При этом между содержанием элемента в почвах и растениях наблюдается обратно пропорциональная зависимость [6]. В целом, у этой зависимости выделяются два диапазона: один соответствует низкому содержанию элемента в почве и прямой пропорциональной зависимости, другой – высокому содержанию элемента в почве и обратно пропорциональной зависимости

между содержанием элемента в почвах и растениях.

Факт ограниченного поглощения микроэлементов растениями мы установили с помощью информационно-логического метода, позволившего сопоставить сопряженные данные о содержании элементов в почве и естественной растительности Алтайского края (рис.). Было установлено, что при относительно низком содержании меди, цинка и марганца в почвах, как правило, наблюдается прямая пропорциональная зависимость между этим показателем и содержанием их в растениях. При широком диапазоне содержания микроэлементов в почве наблюдается параболическая зависимость между этими показателями и содержанием микроэлементов в растениях. То есть увеличение содержания в почве элемента свыше определенного предела сопровождается ограничением поступления его в растения, в связи с наличием в них физиологических барьеров, которые обеспечивают поддержание в тканях растений оптимальных концентраций элементов. При отсутствии барьеров в жизненно важных тканях растений накапливаются токсические концентрации, приводящие к гибели растений. В процессе эволюции у растений сформировались механизмы блокирования поступления излишних количеств микроэлементов, что обеспечивает нормальную жизнедеятельность растений.

Наши исследования показали, что в условиях Алтайского края зависимость между содержанием элементов в растениях и почве параболическая (рис.).

Так, прямой пропорциональной зависимости между содержанием цинка в растениях (от < 200 до > 40 мг/кг) соответствует валовое содержание его в почве от < 30 до 50 мг/кг и содержание подвижных форм в почве от < 0,6 до 1,2 мг/кг. Максимальному содержанию цинка в растениях (> 40 мг/кг) соответствует его валовое содержание в почве 30-50 мг/кг и содержанию в почве его подвижных форм от 0,9 до 1,2 мг/кг. Физиологический барьер и ограничение поступления цинка до < 40 мг/кг наблюдаются при увеличении его валового содержания в почве больше 50 мг/кг и содержания в почве подвижных форм > 1,2 мг/кг.

Прямой пропорциональной зависимости между содержанием меди в растениях (от < 4 до > 8 мг/кг) соответствует валовое содержание ее в почве от < 30 до 40 мг/кг и содержание в почве подвижных форм от < 3 до 5 мг/кг. Максимальному содержанию меди в растениях (> 8 мг/кг) соответствует ее содержание в почве от 30 до 40 мг/кг и содержанию в почве подвижных форм от 3 до 5 мг/кг.

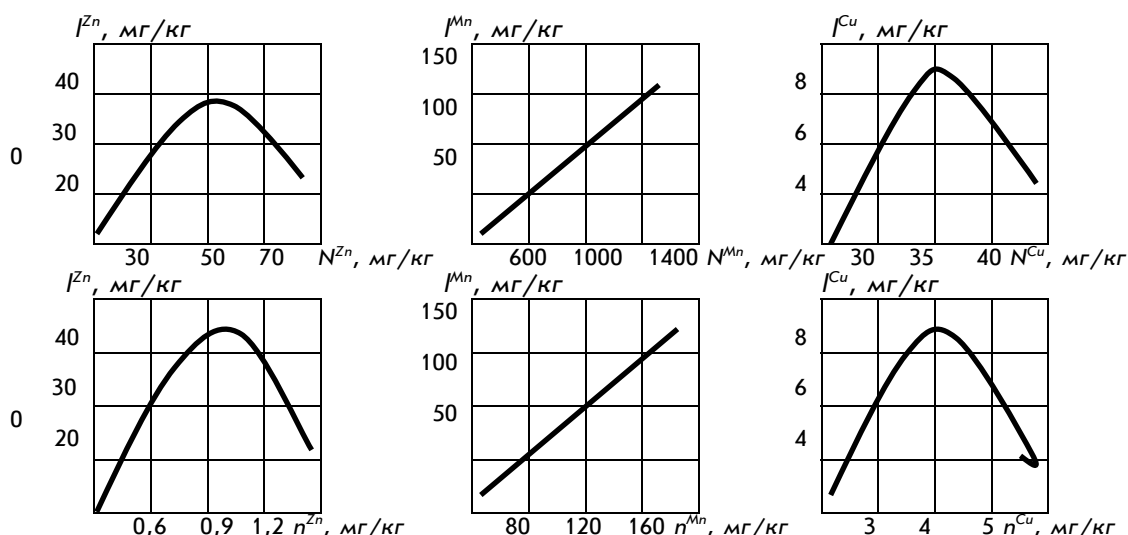


Рис. Зависимость содержания цинка, марганца и меди в растениях (I, мг/кг) от валового содержания в почвах (N, мг/кг) и содержания в них подвижных форм (n, мг/кг)

Физиологический барьер и ограниченное поступление в растения меди в почве (до < 6 мг/кг) наблюдаются при увеличении валового содержания меди в почве > 40 мг/кг и содержание в почве подвижных форм больше 5 мг/кг.

Прямая пропорциональная зависимость между содержанием марганца в растениях (от < 50 до > 150 мг/кг) наблюдается при валовом содержании его в почве < 600-1400 мг/кг и при содержании в почве его подвижных форм от < 80 до 160 мг/кг. Максимальное содержание марганца в растениях (> 150 мг/кг) соответствует валовому содержанию его в почвах 1000-1400 мг/кг и содержанию в почвах его подвижных форм 120-160 мг/кг. Физиологический барьер и ограниченное поглощение марганца растениями до < 50 мг/кг наблюдаются при валовом содержании его в почве > 1400 мг/кг и содержании в почве подвижных форм > 5 мг/кг.

Выводы

1. Исследование поведения микроэлементов (Cu, Zn, Mn) в системе почва-растения в основных природных зонах Алтайского края выявили наличие барьерных механизмов у растений по отношению к большим концентрациям содержания их в почвах.

2. Барьерные механизмы у растений начинают проявляться при валовом содержании в почве: меди – больше 40 мг/кг, цинка – больше 50, марганца – больше 1400 мг/кг.

3. Содержание в растениях меди, цинка и марганца под влиянием избыточных количеств микроэлементов в почве и барьерных механизмов снижается: у меди – до < 6 мг/кг, цинка – до < 30, у марганца – до < 100 мг/кг.

Библиографический список

1. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки (Сер. мед. география) – ВИНТИ. – М., 1969. – Вып. 3 – С. 5-71.
2. Спицына С.Ф. Микроэлементы в системе: почва-растение и эффективность микроудобрений в Алтайском крае: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – М., 1992. – 28 с.
3. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае. – Новосибирск: Наука, 1978. – 272 с.
4. Буркин И.А. Физиологическая роль и сельскохозяйственное значение молибдена. – М.: Наука, 1968. – 293 с.
5. Колосов И.И. Поглощительная деятельность корневых систем растений. – М.: АН СССР, 1963. – С. 10.
6. Ковалевский А.Л. О физиологических барьерах поглощения химических элементов растениями // Микроэлементы в биосфере и применение их в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока. – Улан-Удэ, 1971. – С. 134-144.
7. Ткаченко Т.Н. Поведение и взаимодействие микроэлементов в системе: почва – растение на территории Приобского плато Алтайского края: автореф. канд. дис. – Барнаул, 2000. – 18 с.

References

1. Puzachenko Yu.G., Moshkin A.V. Informatsionno-logicheskii analiz v mediko-geograficheskikh issledovaniyakh // Itogi nauki. Ser. med. Geografiya / VINITI. – M., 1969. – Vyp.3 – S. 5-71.
2. Spitsyna S.F. Mikroelementy v sisteme: pochva-rastenie i effektivnost' mikroudobrenii v Altaiskom krae: avtofef. dis. ... dokt. s.-kh. nauk. – M.:, 1992. – 28 s.
3. Mal'gin M.A. Biogeokhimiya mikroelementov v Gornom Altae. – Novosibirsk: Nauka, 1978. – 272 s.

4. Burkin I.A. Fiziologicheskaya rol' i sel'skokhozyaistvennoe znachenie molibdena. – M.: Nauka, 1968. – 293 s.

5. Kolosov I.I. Poglotitel'naya deyatelnost' kornevykh sistem rastenii. – M.: AN SSSR, 1963. – S. 10.

6. Kovalevskii A.L. O fiziologicheskikh bar'erakh pogloshcheniya khimicheskikh elementov rasteniyami – mikroelementy v biosfere i prime-

nenie ikh v sel'skom khozyaistve i meditsine Sibiri i dal'nego Vostoka. – Ulan-Ude, 1971. – S. 134-144.

7. Tkachenko T.N. Povedenie i vzaimodeistvie mikroelementov v sisteme: pochva – rastenie na territorii Priobskogo plato Altaiskogo kraya. – Avtoref. kand. diss. – Barnaul, 2000. – 18 s.



УДК 631.4

Фариз Микайылов
Fariz D. Mikailsoy

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

MODELLING OF SOME SOIL PROCESSES

Ключевые слова: классификация моделей, эмпирические, полумпирические и теоретические модели, математическое моделирование, теплоперенос в почве, перенос солей в почве.

Новое научное направление – почвенная математика появилось в дополнение к классической науке для исследований почвенных физических и биохимических процессов и их взаимодействия. В прошлом математика использовалась в почвоведении только в вероятностных гипотезах и статистических методах. В настоящее время, благодаря прогрессу технологий и повышению потребности в продуктах питания, некоторые направления математики, такие как численный анализ, дифференциальные уравнения крайне необходимы для решения различных задач в современном почвоведении. Несмотря на то, что в прошлом математика применялась только для оценки эмпирических данных, вероятностных подходов и статистических процедур в почвоведении, математическое моделирование на сегодняшний день представляет собой огромный интерес. Цель математического моделирования в почвоведении – определить новые направления в развитии почвоведения. Разработка математической модели важна не только для почвоведения, но также и для исследований процессов глобальной биосферы. Математическое моделирование почвенных процессов – это новое явление в научном исследовании. Оно развивается с 1950 г. благодаря прогрессу компьютерных технологий и моделированию комплексных динамических систем (системный анализ). Несмотря на то, что почва, объект моделирования, является сложной системой, математическое моделирование почвенных процессов быстро развивается. Цель этого исследования – проанализировать современные подходы математического моделирования, используемые в некоторых почвенных процессах,

продемонстрировать применение разработанных нами моделей.

Keywords: classification of models, empirical, semi empirical and theoretical models, mathematical modeling, heat processes in soil, salt transfer in soil.

In addition to recent other classical science, to investigate physical and biochemical processes and their interactions, new scientific interest, soil mathematics, has been developed. In previous, mathematics used to apply in soil science for only possibility hypothesis and statistical methods. In present, due to the advances in technology and increase in food demands, some mathematical branches such as numeric analysis, differential equations is inevitable for solving various problems in modern soil science. In past, although mathematics was only performed for evaluation of empirical data, possibility approaches and applications of statistical procedures in soil science, nowadays mathematical modeling has great interest. The aim of mathematical modeling in soil science is to determine new developments in soil science advances. Developing mathematical model is not only important for soil science but also very important in investigations of global biosphere processes. Mathematical modeling of soil processes is a new research interest and has started since 1950 due to the advances in modern computer technologies and modeling of complex dynamics systems (system analysis). Although soil, object of modeling, is a complex system, recently mathematical modeling of soil processes has rapid advances. The aim of this research, therefore, is to analyze current mathematical modeling approaches used in processes of some soil processes to demonstrate the applications of our developed models.

МИКАЙЫЛОВ Фариз, д.с.-х.н., доцент, каф. почвоведения и питания растений, фак-т сельского хозяйства, Университет Сельчук, г. Кonya, Турецкая республика. Тел.: +905059688288. E-mail: farizm@selcuk.edu.tr.

MIKAILSOY Fariz D., Assoc. Prof. Dr., Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Turkey. Ph.: +905059688288. E-mail: farizm@selcuk.edu.tr.