

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 636:631.416.9 (571.15)

С.Ф. Спицына,
А.А. Томаровский,
Г.В. Оствальд

ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В РАСТЕНИЯХ ОТ ЕГО СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: цинк, коэффициенты подвижности цинка в почве, коэффициенты биологического поглощения цинка растениями в разных зонах Алтайского края, информационно-логический анализ, коэффициенты эффективности канала связи между содержанием цинка в растениях и почве.

Введение

Продуктивность растениеводства в значительной степени зависит от обеспеченности растений такими микроэлементами, как цинк.

Цинк входит в состав многих ферментов, регулирующих реакции метаболизма растений, участвующих в процессах фотосинтеза, дыхания, белкового, углеводного обмена и др. [1].

Недостаток цинка для растений нарушает нормальное течение биологических процессов и исключает получение высоких урожаев различных сельскохозяйственных культур, в т.ч. на территории Алтайского края. В исследованиях научно обосновывается факт, что цинк среди остальных микроэлементов (Cu, Mo, Mn, Co, B) является наиболее дефицитным для растений и дает значительные прибавки урожайности под различные сельскохозяйственные культуры (яровая пшеница, кукуруза, соя, картофель) [2-7].

Большая биологическая значимость цинка подтверждается данными о коэффициентах биологического поглощения цинка, которые высоки у многих возделываемых в крае культур.

Исследования показали, что цинк является важным фактором, лимитирующим урожайность культур в Алтайском крае из-за очень низкого содержания в почвах его подвижных форм и большого выноса его всеми культурами [2-7]. В то же время не до конца изученным остается вопрос о зависимости содержания цинка в растениях от валового содержания его в почвах и содержания в них подвижных форм элемента.

Детальное изучение этих вопросов позволит выявить те уровни содержания цинка в почвах, которые соответствуют минимальному и максимальному накоплению его в растениях и решить вопрос о необходимости применения цинковых удобрений в конкретных условиях.

Изучение этого вопроса применительно к отдельным почвенно-климатическим зонам Алтайского края позволит выявить те агроценозы, где к применению цинковых удобрений необходимо относиться с осторожностью, т.к. этот элемент одновременно относится к тяжелым металлам, и его избыток для растений так же вреден, как и недостаток.

Цель исследований – изучение зависимости содержания цинка в растительности Алтайского края от валового содержания его в почве и содержания в ней его подвижных форм; научное обоснование деталей этой зависимости с учетом расположения агроценозов в различных почвенно-климатических зонах.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются почвы и растения почвенно-климатических зон Алтайского края.

Предметом исследований было избрано изучение зависимости содержания цинка в естественной растительности Алтайского края от его содержания в почве.

Место проведения исследований – зона каштановых почв сухой степи, подзона черноземов южных засушливой степи, подзона черноземов выщелоченных и обыкновенных умеренно-засушливой и колючной степи, зона выщелоченных черноземов и серых почв средней лесостепи.

Валовое содержание цинка определялось спектральными методами с использованием ИСП-28 и ААС-30, подвижные формы – по методике Н.К. Крупского и Александровой (1964 г.), модифицированной согласно ука-

занятам [8]. Был использован метод информационно-логического анализа [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Содержание цинка в естественной растительности края варьирует от 8 до 70 мг/кг сухого вещества. Согласно данным В.В. Ковальского с соавт. (1971 г.), в эти пределы колебаний входят: недостаточные количества (< 20 мг/кг), достаточные (20-60 мг/кг) и избыточные (> 60 мг/кг) [10].

Содержанию цинка в растениях соответствуют определенные уровни его содержания в почве (табл. 1). Наиболее низким содержанием цинка характеризуется растительность сухой степи, наиболее высоким – почвы засушливой степи, а наиболее низким – почвы сухой степи.

Наиболее низким содержанием подвижных форм цинка характеризуются почвы сухой степи, а наиболее высоким – почвы лесостепи. Подвижность цинка постепенно увеличивается от сухой степи к лесостепи.

Поведение цинка в системе почва-растение в зависимости от почвенно-климатических условий можно охарактеризовать с помощью коэффициентов биологического поглощения (КБП). Наибольшим КБП цинка обладают растения лесостепи, а наименьшим – растения засушливой степи. Это сопряжено с соответствующим количеством содержания цинка в растениях и почве (табл. 1).

Неравномерное распределение цинка в почвах различных зон края влияет на содержание его в растениях. Для выявления зависимости содержания цинка в растениях

от содержания в почве нами был использован информационно-логический анализ, который отразил также степень этой зависимости (табл. 2).

Судя по показателям информативности (Т) и коэффициентам эффективности канала (К), содержание цинка в растениях зависит от валового его содержания больше, чем от содержания в почве его подвижных форм.

Используя информационно-логический анализ и специфичные состояния, отражающие изменения содержания цинка в растениях в зависимости от валового содержания его в почвах (N^{Zn} , мг/кг) (рис.), установлена криволинейная зависимость, которую можно считать прямой пропорциональной при изменении валового содержания цинка в почве от < 30 до 50 мг/кг. При этом содержание цинка в растениях возрастает от < 20 до > 50 мг/кг. При увеличении валового содержания цинка в почве > 50 мг/кг в растениях наблюдается снижение содержания цинка от 50 до < 20 мг/кг. Снижение содержания цинка в растениях при относительно высоком содержании его в почвах является свидетельством ограниченного поглощения элементом растениями в связи с наличием физиолого-биохимических барьеров поглощения и низкой подвижностью цинка.

Зависимость содержания цинка в растениях от содержания в почве подвижных форм (n^{Zn} , мг/кг) прямо пропорциональная (рис.).

Таблица 1
Содержание цинка в естественной растительности и почвах Алтайского края

Зона	I^{Zn} , мг/кг	N^{Zn} , мг/кг	n^{Zn} , мг/кг	n/N , %	КБП*
Сухая степь	15-30	< 30-40	< 0,5-1,0	1-3	$\frac{7-19}{16}$
Засушливая степь	15-45	50-60	1,0-1,5	2-3	$\frac{7-14}{11}$
Умеренно-засушливая колючая степь	20-45	30-60	1,0-1,5	2-5	$\frac{14}{25}$
Лесостепь	30-60	30-50	1,0-2,0	3-6	$\frac{10-30}{20}$

Примечание. I^{Zn} , мг/кг – содержание цинка в растениях; N^{Zn} , мг/кг – валовое содержание цинка в почве; n^{Zn} , мг/кг – содержание в почве подвижных форм цинка; n/N , % – подвижность цинка в почве; КБП – коэффициент биологического поглощения цинка (отношение содержания в золе растений к содержанию в материнской породе), * числитель – пределы колебаний, знаменатель – среднее характера.

Таблица 2
Показатели общей информативности канала связи (Т, бит) и коэффициентов эффективности передачи информации (К) о влиянии содержания цинка в почве на содержание его в растениях

Элемент	Т, бит	К	Т, бит	К
	валовое содержание		содержание подвижных форм	
Zn	0,39	0,18	0,08	0,04

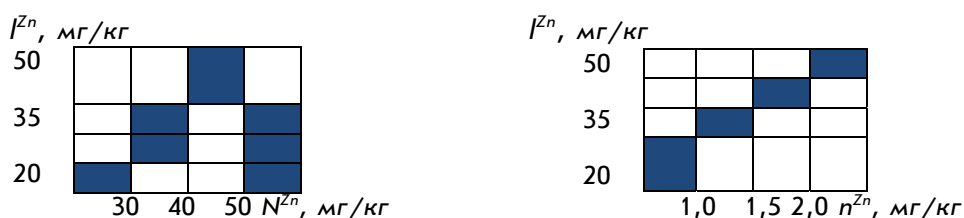


Рис. Зависимость содержания в естественной растительности Алтайского края цинка (I , мг/кг) от валового содержания его в почве (N , мг/кг) и содержания в почве его подвижных форм (n , мг/кг)

При содержании в почве подвижного цинка < 1 мг/кг содержание его в растениях варьирует от < 20 до 35 мг/кг. Самое высокое содержание цинка в растениях (> 50 мг/кг) наблюдается при содержании в почве подвижного цинка > 2 мг/кг.

Низкое содержание подвижных форм цинка в почвах края связано с низкой подвижностью его соединений. Основная масса соединений цинка в почве находится в виде оксидов, гидроксидов, алюмосиликатов, карбонатов, фосфатов, которые практически не доступны растениям. О степени доступности цинка для растений можно судить по коэффициентам подвижности, которые представляют собой отношение содержания в почве подвижных форм элемента к валовому его содержанию в почве (табл. 1). Эти величины для цинка в условиях Алтайского края варьируют от 1 до 6. Самые низкие коэффициенты подвижности наблюдаются в каштановых почвах сухой степи и в черноземах умеренно-засушливой и колючей степи, а самые высокие – в выщелоченных и оподзоленных черноземах лесостепи.

Заклучение

Возможности информационно-логического анализа позволили установить, что зависимость содержания цинка в естественной растительности Алтайского края от валового содержания его в почве криволинейная. При низком и среднем содержании цинка в почве она прямо пропорциональная, т.е. низкие ранги обеспеченности почвы цинком (< 30 мг/кг) обуславливают низкое содержание его в растениях (< 20 мг/кг), а умеренно высокие ранги содержания цинка в почве (40-50 мг/кг) – наиболее высокое его содержание в растениях (> 50 мг/кг). Дальнейшее повышение валового содержания цинка в почвах (> 50 мг/кг) сопровождается снижением его содержания в растениях, вплоть до < 20 мг/кг. Зависимость содержания цинка в растениях от содержания в почве его подвижных форм прямолинейная, самое низкое содержание цинка в растениях (< 20 мг/кг) – самому низкому содержанию в почвах его подвижных форм.

Самое высокое содержание в растениях цинка (> 50 мг/кг) соответствует самому высокому содержанию в почве подвижных форм (> 2 мг/кг). По коэффициентам эффективности канала связи было установлено, что содержание в растениях цинка зависит от его валового содержания больше, чем от содержания в почве подвижных форм.

Относительно низкое содержание цинка в естественной растительности сухой степи сопряжено с относительно низким валовым содержанием его в почве, низким содержанием в почве подвижных форм и низкой подвижностью цинка в почве этой зоны. Относительно высокое содержание цинка в естественной растительности лесостепи сопряжено с высоким содержанием в почве подвижных форм цинка, высокой его подвижностью и относительно высоким коэффициентом биологического поглощения.

Библиографический список

1. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
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. Томаровский А.А. Микроэлементы в почвах и система микроудобрений для различных культур в условиях умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1999. – 17 с.
4. Поспелова И.Н. Поведение цинка в системе: почва-растение на территории Алтайского Приобья и эффективность цинковых удобрений под яровую пшеницу на фоне фосфорных удобрений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2004. – 15 с.
5. Николаенко Л.А. Влияние микроэлементов на фотосимметрический потенциал (ФСР), чистую продуктивность и урожайность кукурузы: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2001. – 18 с.
6. Москвитин А.С. Влияние азотных удобрений, сульфата цинка и гербицидов на урожайность и качество зерна яровой пше-

ницы в условиях Алтайского Приобья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2005. – 18 с.

7. Бахарев В.Г. Оценка обеспеченности почв микроэлементами и оптимизация питательного режима яровой пшеницы в условиях умеренно-засушливой и колючей степи Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2011. – 18 с.

8. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов. – М., 1976. – 80 с.

9. Пузаченко Ю.Т., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почвы и информационно-статистические методы их изучения. – М.: Наука, 1970. – С. 103-121.

10. Ковальский В.В. с соавт. Микроэлементы в растениях и кормах. – М.: Колос, 1971. – 235 с.



УДК 631.43

**И.Т. Трофимов,
Ю.В. Беховых,
А.Г. Болотов,
Е.Г. Сизов**

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ХВОЙНЫМИ ЛЕСОПОЛОСАМИ

*Посвящается светлой памяти
Ивана Тимофеевича Трофимова –
Профессора, Учителя и Человека*

Ключевые слова: полезащитные лесополосы, хвойные породы, чернозём выщелоченный, чернозём южный, морфологические свойства почв, гранулометрический состав почв, физико-химические свойства почв.

Введение

Применение в полезащитном лесоразведении лиственных древесно-кустарниковых пород обусловлено их сравнительно быстрым ростом, способностью размножаться как семенным, так и вегетативным путем. Однако бесконтрольное увеличение лиственных пород в защитных лесных насаждениях со временем приводит к негативным последствиям: лесополосы постепенно загущиваются и становятся непродуваемыми, сокращается период эффективного их воздействия на межполосные поля по причине раннего старения, подмерзания крон и других причин [1]. Поэтому в системе защитных лесополос наряду с лиственными породами все более успешно применяют хвойные. В Алтайском крае из общего объема защитных лесных насаждений (около 200 тыс. га) на долю хвойных пород приходится 4,34% [2].

В качестве главных хвойных лесобразующих пород применяются лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель обыкновенная

(*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

Ранее были проведены исследования воздействия хвойных пород на свойства почв Алтайского края, Северного Казахстана, европейской территории России и других регионов. В ходе некоторых исследований был сделан общий вывод о том, что под влиянием хвойных лесных полос физические и химические свойства почв под насаждениями претерпевают изменения в лучшую сторону: увеличивается мощность гумусового горизонта не только под лесополосами, но и на прилегающих полях, снижается глубина вскипания по сравнению с пахотной почвой в середине поля, улучшается структурный состав почвы не только в пахотном горизонте, но и в более глубоких слоях [1-6]. Однако имеются и противоположные данные. Так, в других работах указывается на различные аспекты почвоухудшающего действия ели, сосны и лиственницы [7-10].

Столь разноречивые сведения, а также отсутствие данных о воздействии лесополос из хвойных пород на свойства черноземов южного и выщелоченного Алтайского края, до конца неизученное состояние вопроса об изменении процесса почвообразования под лесополосами из хвойных пород – все это подчеркивает актуальность этих вопро-