

5. Прока В.Е. Морфологическая структура ландшафтов и землеустроительное проектирование (Методические рекомендации) / Под ред. Н.А. Солнцева. Кишинев: Штиинца, 1976. 48 с.
6. Рымбу Н.Л. Природно-географическое районирование Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1982. 148 с.

УДК 550.423:546.23:550.47(478.9)

*Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П.  
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*

## **СЕЛЕН И ЕГО АНТАГОНИСТЫ В БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЦЕПИ «ПОЧВА–РАСТЕНИЕ» В УСЛОВИЯХ ПРИДНЕСТРОВЬЯ\***

*M. Kapitalchuk, N. Golubkina, I. Kapitalchuk  
Transdnestrian State University of T.G.Shevchenko*

### **SELENIUM AND ITS ANTAGONISTS IN BIOGEOCHEMICAL CHAIN "SOIL-PLANT" IN CONDITIONS TRANSDNIESTRIA**

*Аннотация.* На основе анализа образцов почв и растений проведена оценка влияния Fe, Mn, Zn, Cu, Cd на содержание Se в почве и подсолнечнике, а также на интенсивность аккумуляции Se растениями. В почвах с увеличением содержания Zn, Cu, Cd количество Se также возрастает. В растениях взаимосвязи между содержанием Se и другими микроэлементами не обнаружено. Установлено статистически значимое влияние Zn и Se в почве на интенсивность накопления Se подсолнечником. Характер зависимости коэффициента биологического накопления селена от содержания этого микроэлемента в почве больше соответствует не условно необходимому для растения, а жизненно важному элементу питания для человека и животных.

*Ключевые слова:* микроэлементы, селен, железо, марганец, цинк, медь, кадмий, почва, растение, аккумуляция, корреляция.

*Abstract.* Based on the analysis of soil and plants samples the influence of Fe, Mn, Zn, Cu, Cd on Se content in soil and sunflowers has been estimated, as well as the intensity of Se accumulation by plants. In soils with increasing content of Zn, Cu, Cd amount of Se is also increasing. In plants the relationship between the Se content and other trace elements hasn't been detected. A statistically significant effect of Zn and Se in the soil on the rate of Se accumulation by sunflower has been defined. The dependence of the biological accumulation coefficient on the contents of this trace element in soil is not so vital for plants as for human beings and animals.

*Key words:* trace elements, selenium, iron, manganese, zinc, copper, cadmium, soil, plant, accumulation, correlation.

Селен, являясь условно необходимым для растений, в то же время входит в число микроэлементов, жизненно необходимых для человека и животных [1]. До настоящего времени этот эссенциальный элемент слабо изучен на территории Молдавии. Исключением является долина Среднего и Нижнего Днестра, где в последние годы были проведены системные исследования селена [3; 4]. Было установлено, что содержание валовых форм селена в почвах этого региона изменяется от оптимального до дефицитного, а накопление этого микроэле-

\* © Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П.

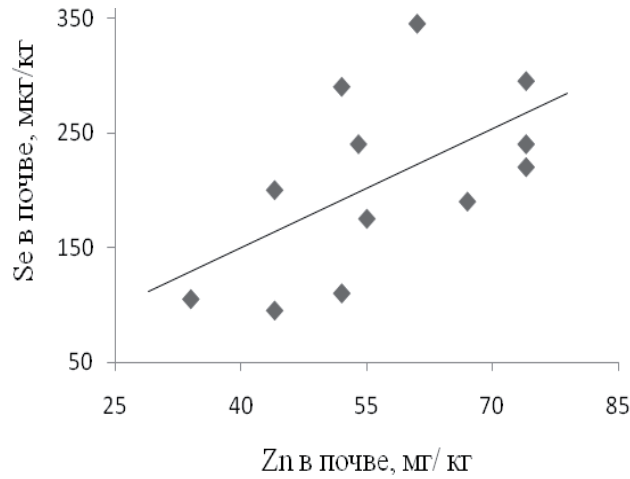


Рис. 1. Взаимосвязь Zn и Se в почве

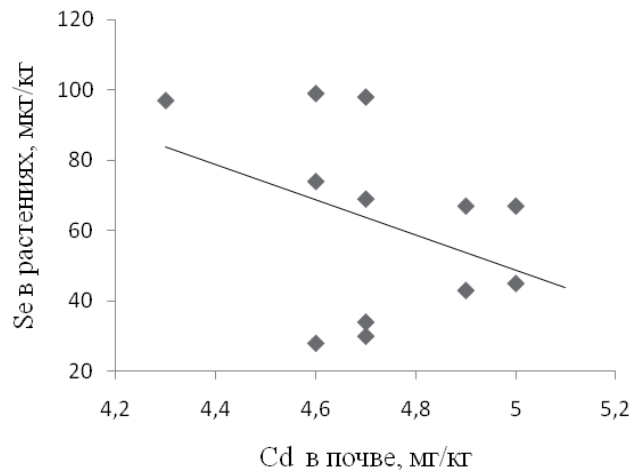


Рис. 2. Содержание Se в подсолнечнике в зависимости от концентрации Cd в почве

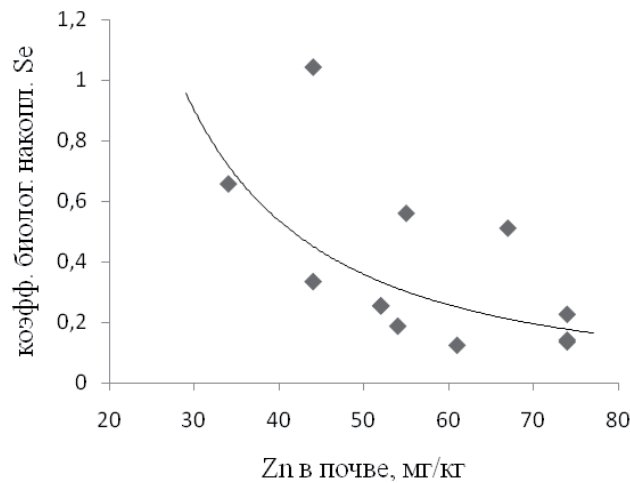


Рис. 3. Взаимосвязь коэффициента биологического накопления Se с валовым содержанием Zn в почве

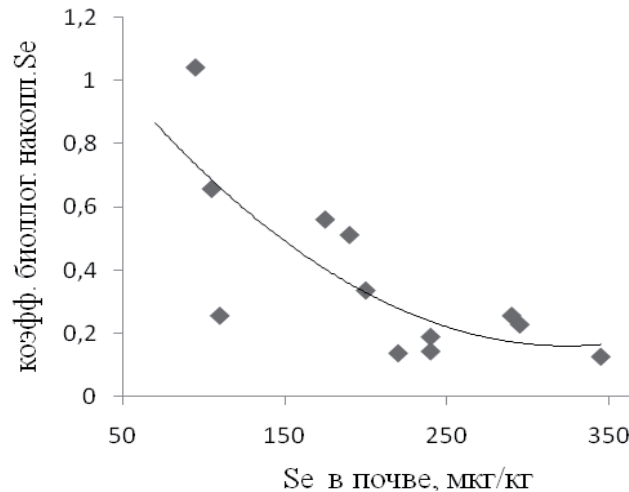


Рис. 4. Взаимосвязь коэффициента биологического накопления Se с валовым содержанием Se в почве

мента сельскохозяйственными растениями характеризуется как умеренное. Вместе с тем селеновый статус жителей Приднестровья оказался неожиданно высоким [5]. Значительное содержание микроэлемента в плодах грецкого ореха, собранных в разных районах Молдавии [2], позволяет сделать предположение, что селеновый оптимум, видимо, может быть распространен на большую часть территории этой страны.

Чтобы ответить на вопрос о феноменальном селеновом статусе жителей Приднестровья, а возможно, и всей Молдавии, необходимо проведение более широких биогеохимических исследований. Основным источником поступления селена для населения стран СНГ являются зерновые [1]. Кроме того, последние исследования, проведенные в долине Днестра, позволили выявить здесь высокое содержание селена в продуктах животноводства [3]. Это обстоятельство заставляет обратиться к первоначальному звену пищевой цепи – «почва–растение». В связи с этим целью данной работы явилась оценка влияния на аккумуляцию селена растениями его потенциальных антагонистов Fe, Mn, Zn, Cu, Cd.

#### Материалы и методы

Образцы растений и почв (в слое 0 - 40 см) были собраны в ходе полевых экспедиций в

пределах крупных ареалов распространения типов и подтипов почв долины Днестра. Содержание микроэлементов в полученных образцах определялось атомно-абсорбционным способом с использованием спектрофотометра Aanalyst800 фирмы Perkin Elmer в лаборатории геохимии Института геологии и сейсмологии АН Молдовы.

В данной работе мы рассматриваем накопление микроэлементов растениями на примере подсолнечника. Выбор этой культуры обусловлен, во-первых, ее повсеместным распространением в местах отбора почвенных образцов, а, во-вторых, повышенной способностью накапливать селен. Определение микроэлементов в подсолнечнике, находящегося в стадии начала цветения, производилось относительно воздушно-сухой массы надземной части растений.

#### Результаты и обсуждение

Нормальное функционирование растительного организма осуществляется при строго определенном соотношении ионов во внешней среде. Если увеличение количества элемента, находящегося в недостаточной концентрации, способствует поглощению других элементов, в этом проявляется синергизм. В то же время избыток какого-либо элемента приводит к антагонизму, проявляющемуся в ограничении поступления других

элементов питания. С такой точки зрения, рассматриваемые элементы Fe, Mn, Zn, Cu, Cd по отношению к Se выступают как антагонисты [6].

Данные о содержании микроэлементов в почвах и растениях на изучаемой территории были представлены в наших работах [3; 5]. Рассмотрим взаимосвязь селена с его антагонистами в этих компонентах экосистем, а также возможное влияние содержащихся в почве Fe, Mn, Zn, Cu, Cd на аккумуляцию селена подсолнечником.

Из графика, представленного на рис.1, следует, что между цинком и селеном в почве наблюдается положительная корреляция. Однако дисперсия экспериментальных точек значительная, коэффициент корреляции, хотя и отличен от нуля на уровне значимости 0,05, составляет всего +0,570. То есть взаимосвязь между этими элементами в почвах Приднестровья слабая.

Корреляция селена с другими элементами в почве также оказалась положительной, но теснота этой взаимосвязи незначительная. Так, коэффициент корреляции для меди составил +0,488, для кадмия всего +0,463, а для железа и марганца – близки к нулю.

В надземной части подсолнечника корреляция селена с другими рассматриваемыми элементами во всех случаях была отрицательной, но при этом частные коэффициенты корреляции значимо не отличаются от нуля. Здесь можно говорить только о возможном проявлении тенденции к уменьшению содержания селена в подсолнечнике по мере увеличения концентрации его антагонистов в растениях.

Влияние концентрации элементов-антагонистов в почве на величину накопления селена в надземной части подсолнечника также оказалось статистически незначимым, за исключением кадмия, для которого проявляются признаки антагонизма к селену (рис. 2). Однако и в этом случае дисперсия экспериментальных значений настолько велика, что коэффициент корреляции составляет всего -0,426.

Взаимосвязи между содержанием валовых

форм селена в почвах и его аккумуляцией растениями также не обнаружено, что подтверждает ранее полученные результаты [3]. Картина взаимосвязи между микроэлементами изменяется, если рассматривать не абсолютную величину аккумуляции селена растениями, а коэффициент биологического накопления (КБН), определяемый как отношение количества элемента в растении к его валовому содержанию в почве. В этом случае проявляется на статистически значимом уровне (коэффициент корреляции -0,585 при уровне значимости 0,05) антагонизм Zn по отношению к интенсивности накопления Se подсолнечником (рис. 3).

По отношению к КБН проявляется слабая отрицательная корреляция с кадмием (коэффициент корреляции -0,417). Наиболее тесной корреляционной зависимостью оказалась между коэффициентом биологического накопления селена подсолнечником и валовым содержанием этого микроэлемента в почве (рис. 4).

Коэффициент корреляции при этом составил -0,720 (с уровнем значимости не менее 0,05). Это свидетельствует об увеличении интенсивности поглощения Se растениями при его уменьшении в почве. То есть характер зависимости КБН селена подсолнечником от содержания микроэлемента в почве больше соответствует жизненно важному, нежели условно необходимому элементу питания.

## Выводы

1. Корреляционная зависимость между содержанием в почвах Приднестровья Se и Fe, Mn, Zn, Cu, Cd очень слабая. Проявляется тенденция к возрастанию количества Se в почве по мере увеличения содержания в ней Zn, Cu, Cd.

2. Корреляционной взаимосвязи между содержанием Se и Fe, Mn, Zn, Cu, Cd в надземной части растений подсолнечника не обнаружено.

3. Влияние концентрации элементов-антагонистов в почве на величину накопления селена в надземной части подсолнечника

статистически незначимо. Лишь для Cd слабо проявляются признаки антагонизма по отношению к Se.

4. Выявлена корреляционная зависимость коэффициента биологического накопления Se подсолнечником от валового содержания в почве Zn и Se.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Голубкина Н.А., Папазян Т.А. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 254 с.
2. Голубкина Н.А., Капитальчук М.В., Капитальчук И.П. Грецкие орехи как источник эссенциального микроэлемента селена // Вопросы питания, 2009. Т. 78. № 6. С. 73-77.
3. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П. Накопление Fe, Mn, Zn, Cu, Se растениями в условиях долины Днестра // Актуальные проблемы биоэкологии. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции 26 – 28 октября 2010 г. М.: Изд-во МГОУ, 2010. С. 163-167.
4. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Голубкина Н.А. Оценка влияния биогеохимических факторов на обеспеченность селеном жителей долины Днестра // Микроэлементология в медицине, 2008. Т. 9. Вып. 12. С. 92-93.
5. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Измайлова Д.Н. Биологическая роль кадмия и его содержание в элементах природной среды долины Днестра // Bulletin of the Institute of geology and seismology MAS. 2009. Nr. 1. P. 72-80.
6. Кирилук В.П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Ch.: Pontos, 2006. 156 p.