

УДК 543.21

К.Н. Хомякова¹, Т.В. Крюков¹, Т.И. Смирнова², В.М. Никольский¹

¹Тверской государственный университет, город Тверь, Россия

²Тверская государственная сельскохозяйственная академия, город Тверь, Россия

О ВОЗМОЖНОСТЯХ УСТРАНЕНИЯ ДЕФИЦИТА СЕЛЕНА В ПИЩЕВЫХ ЦЕПЯХ ЖИТЕЛЕЙ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

В настоящее время установлено, что недостаток селена в пищевых цепях приводит к возникновению около 40 различных заболеваний человека и животных. Известно, что главной причиной недостатка селена в продуктах питания являются его низкое содержание и уровень доступности растениям из почвы [1]. К селенодефицитным регионам России относятся области с дерново-подзолистыми почвами Нечерноземной зоны.

Кроме того, изучение биогенной миграции селена приобретает особую актуальность в контексте изменения климата. Так по прогнозам исследователей современные тенденции изменения климата приведут к повсеместному снижению содержания селена в почвах, особенно в сельскохозяйственных регионах, что неизбежно повлечет за собой еще более широкую распространенность дефицита микроэлемента [2]. Из сказанного следует, что дефицит селена в почвах Нечерноземья, а как следствие – и в растениях, произрастающих на таких землях, служит индикатором необходимости применения селенсодержащих удобрений. Селеновые удобрения оказывают существенное положительное влияние не только на содержание микроэлемента в растениях, но и на увеличение урожайности, улучшении качества продукции по содержанию белка, хлорофилла.

Традиционно, в качестве селенсодержащего удобрения используется неорганическое соединение селенит натрия. Однако, следует заметить, что Na_2SeO_3 плохо усваивается растениями и эффективность его применения сильно зависит от кислотности (pH) почвы. Ученые утверждают, что селен, являясь подвижным в слабокислых, нейтральных и щелочных условиях, становится практически неподвижным в кислых почвах. В Нечерноземной зоне кислотность почвы, как правило повышенная, что существенно снижает эффект от применения такого удобрения.

Одним из способов повышения эффективности селенсодержащих удобрений за счет увеличения их растворимости в кислой среде является применение комплексных форм [3]. Сегодня созданы и эффективно используются в качестве стимуляторов роста растений препараты на основе экологически безопасных комплексонов, в том

числе и для зеленных растений [4]. Созданные препараты на базе био-разлагаемых комплексонов, производных янтарной кислоты, выполнив транспортную функцию по доставке микроэлементов, быстро разлагаются на безопасные для природы компоненты.

Эффективность комплексонатов селена как стимуляторов роста, так и транспортного средства для селена в состав растений по сравнению с селенитом натрия показана на петрушке (почти в два раза), на шпинате и укропе (примерно на треть), на луке-поре (в 2,5 раза). На картофеле хелатное удобрение, содержащее селен, оказалось на 30 – 40% эффективнее неорганического селенита натрия.

В проводимых исследованиях, например, на шпинате и петрушке, было определено содержание различных биологических веществ в листьях зеленных культур в зависимости от состава раствора для их внекорневой обработки. Результаты исследования показали, что повышение количества хлорофилла эффективно достигается путем опрыскивания растений раствором Se-ЭДДЯК. По сравнению с контролем, комплексонат селена обеспечивает увеличение суммарного количества хлорофиллов а и b в петрушке, шпинате и укропе до 120,8 мг/100г, 30 мг/100 г и 28 мг/100 г соответственно.

Целесообразным критерием значимости применяемых биологически активных соединений является величина получаемой продукции. Наибольшая урожайность зеленой массы всех опытных культур получена на варианте с использованием раствора хелатированного селена (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Влияние биологически активных соединений на зеленую массу шпината, кг/м²

Вариант	Зеленая масса, кг/м ²	Прибавка к контролю	
		кг/м ²	%
Контроль (H ₂ O)	2,18	-	-
Na ₂ SeO ₃	2,45	0,27	12,4
ЭДДЯК	2,41	0,23	10,6
Se-ЭДДЯК	2,55	0,37	17,0
НСП _{0,5 кг/м²}	0,02	-	-

Таблица 2 – Влияние биологически активных соединений на зеленую массу петрушки, кг/м²

Вариант	Зеленая масса, кг/м ²	Прибавка к контролю	
		кг/м ²	%
Контроль (H ₂ O)	0,95	-	-
Na ₂ SeO ₃	1,05	0,10	10,5
ЭДДЯК	1,03	0,08	8,4
Se-ЭДДЯК	1,12	0,17	17,9
НСП _{0,5 кг/м²}	0,01	-	-

Прибавки к контролю при опрыскивании листовых овощей комплексонатом селена составили: по шпинату – 0,37 кг/м² (17%); по петрушке – 0,17 кг/м² (17,9%).

Поскольку в проводимых исследованиях использовалась органическая форма селена в виде селенового комплексоната (Se-ЭДДЯК), представляло особый интерес определение количества селена, накопленного в листьях шпината. Поэтому после уборки зеленой массы, были высушены листья с последующим анализом на содержание микроэлемента. Анализ листового материала показал, что обогащение зеленой массы селеном наиболее эффективно достигается путем опрыскивания растений раствором Se-ЭДДЯК (в среднем на 80%). Опрыскивание вегетирующих растений раствором селеносодержащим комплексом позволило увеличить содержание селена в листьях шпината на 77 мкг/100 г сухого вещества по отношению к контролю.

Другим направлением снятия дефицита селена в биогеохимической цепи почва – растения – человек является включение в рацион питания человека препаратов с высоким содержанием усвояемого органически связанного селена. Установлено, что доступность селена из растительной пищи в 5 – 10 раз превышает таковую из неорганических химических соединений, при том, что нормы потребления селена человеком невелики и составляют от 50 до 250 мкг/сут (минимум 20 мкг/сут). В перечень физиологически активных селеносодержащих растений, наряду с Донником лекарственным и Солодкой голой, они включают и Хвощ полевой, который в 2 – 3 раза активнее других растений собирает селен из почвы. Учеными выяснено, что все виды хвощей содержат 10 – 13% дневной нормы селена (0,6 мкг/г) [5], однако, современная фармацевтическая промышленность представлена лишь расфасованным порошком сушеного хвоща.

Развивая методы исследования полезных компонентов хвоща, мы надеемся, что биологические особенности хвоща по накоплению селена и других полезных веществ, даже выращенного на почвах Черноземья, могут обеспечить ему важную роль в составе фармацевтических препаратов или биологически активных добавок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Проблема селена и её решение агрохимическими средствами // Плодородие, 2015, №4, С. 2 – 6.

2. Jones, G.D., Droz B., Greve P. et al. Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change // Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). - 2017. - Vol. 114. - P. 2848-2853.

3. Петриченко В.Н., Туркина О.С. Эффективность использования комплексонатов в компонентах в овощеводстве // Аграрная Россия, 2014, №7, С. 12 – 15.

4. Патент РФ №2567190, опубл. 10.11.2015, Способ увеличения биомассы культивируемых зеленных растений // Авторы: Смирнова Т.И., Малахаев Е.Д., Никольский В.М., Толкачева Л.Н., и др.

5. Kolomiets N.E., Yusubov M.S., Kalinkina G.I. Flavonoid composition of *Equisetum arvense* and *E. x litorale* studied by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry // Chemistry of natural compounds, 2012, Vol. 48, № 1, P. 135–136.

УДК 543.421/424

В.А. Белый, И.М. Кузиванов, О.А. Шумова, И.В. Фёдорова
Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

НОВЫЕ ТЕРПЕНАРОМАТИЧЕСКИЕ ФОТОСТАБИЛИЗАТОРЫ ПОЛИЛАКТИДА

Полилактид (ПЛА) – это перспективный с экологической точки зрения материал для замены полимеров на основе ископаемого сырья, производимый из возобновляемых ресурсов. Высокая чувствительность к ультрафиолету не позволяет повсеместно использовать ПЛА. Для повышения его устойчивости необходимо применение фотостабилизаторов.

Цель работы состояла в сравнительном исследовании фотопротекторной активности ряда фенолов *орто*-алкилированных терпеновым заместителем по отношению к ПЛА путём количественных измерений изменений интенсивности поглощения на ИК-спектрах полимера в области 3600–3100 см⁻¹ после облучения излучением УФ-С диапазона