

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ДЕЙСТВИЕ НАНОКРИСТАЛИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ НА ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ

Г.И. Чурилов

Фармацевтический факультет
Рязанский государственный медицинский университет
им. академика И.П. Павлова
ул. Высоковольтная, 9, Рязань, Россия, 390026

Предпосевная обработка семян вики водными растворами нанокристаллических металлов железа, кобальта и меди в ультрадисперсном состоянии увеличила всхожесть растений, и повлияла на химический состав надземных частей. Одноразовая обработка семян повысила содержание белка и привела к количественному изменению углеводного состава растений. Обработка семян не увеличило содержание металлов в растениях и почве.

Ключевые слова: водные растворы нанокристаллических металлов, экологическая безопасность, биологически активные вещества, кормовые культуры, улучшение кормовой ценности.

Количественные характеристики растений обусловлены накоплением биологически активных соединений (БАС), которые повышают питательную ценность кормовых культур. Накоплению этих соединений в растениях способствуют микроэлементы [1]. В современных условиях повышенных требований к экономичности и экологической безопасности технологических процессов при оценке существующих или разрабатываемых технологий необходимо наряду с основными производственными показателями учитывать их влияние на окружающую среду, расход материальных и энергетических ресурсов, затраты по обеспечению экологической безопасности. Использование микроэлементов в виде солей ограничивается существованием предельно допустимой дозы и опасностью загрязнения окружающей среды [2]. В связи с этим возникает необходимость замены солей ультрадисперсными порошками металлов (УДПМ). Металлы железо, медь, кобальт обладают высокой биологической активностью, проявляя переменную валентность, участвуют в окислительно-восстановительных процессах, входят в со-

став многих ферментов и сложных белков, поэтому они и стали объектом изучения [3]. Применение УДПМ не требует дополнительных затрат при обработке семян и используется в концентрациях 0,02—0,05 г на гектарную норму высева семян.

Семена вики замачивались в течение 10 минут водными растворами УДПМ железа, меди и кобальта. Контрольные семена обрабатывались дистиллированной водой. Обработка семян перед посадкой УДПМ не повлияла на содержание данных элементов в почве, что подтвердил химический анализ почвы на содержание железа, меди и кобальта после уборки урожая независимо от видов и доз УДПМ. Содержание железа и кобальта в почве до уборки урожая составляло 17,3 мг/кг и 1,33 мг/кг соответственно, а после уборки — 17,36 мг/кг и 1,35 мг/кг, что не превышало контрольные значения (17,30 мг/кг для железа и 1,23 мг/кг для кобальта) и ОДК. Ультрадисперсные порошки металлов (УДПМ) электронейтральны, что способствует равномерному распределению их в водной среде, они тонким слоем обволакивают семена, прочно удерживаясь на их поверхности. Постепенно окисляясь в почве, металлы создают неблагоприятные условия для патогенных микроорганизмов, и используются растениями как микроэлементы в процессе роста [4].

В результате проведенных исследований было установлено положительное влияние предпосевной обработки семян вики УДПМ средней концентрации (0,03 г на 12 кг семян) на их полевую всхожесть. Активизация линейного роста растений УДПМ была в среднем на 15—20% выше по отношению к контролю. Следовательно, микроэлементы в форме УДПМ железа и кобальта, стимулируя начальные процессы, активно включаются в метаболические процессы на этапе набухания семян и их гетеротрофного питания. В среднем за 4 года максимальное накопление зеленой массы отмечалось в варианте с УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г и превышало контроль соответственно на 56 и 62,3 ц/га или 25,5 и 32,1%.

Ультрадисперсные порошки металлов не только изменяли динамику нарастания зеленой массы, но и способствовали изменению химического состава растений. Результаты исследований по определению важнейших качественных показателей оценки зеленой массы вики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Действие УДПМ на химический состав зеленой массы вики

(%)

Варианты	Среднее значение за 3 года					
	сырой протеин	сырая клетчатка	зола	кальций	фосфор	БЭВ
Контроль	16,9 ± 0,002*	34,0 ± 0,004	9,1 ± 0,001	1,48 ± 0,004	0,17 ± 0,003*	28,5 ± 0,4
УДП-Fe 0,03 г	23,9 ± 0,001	31,9 ± 0,002*	9,9 ± 0,002	1,56 ± 0,002*	0,20 ± 0,004	26,2 ± 0,2
УДП-Co 0,03 г	22,75 ± 0,004	30,5 ± 0,004*	9,7 ± 0,001	1,63 ± 0,002*	0,22 ± 0,003	26,9 ± 0,3
УДП-Si 0,03 г	26,4 ± 0,003*	28,5 ± 0,001*	9,7 ± 0,004	1,55 ± 0,003	0,20 ± 0,001	28,0 ± 0,1

* P ≤ 0,05.

Предпосевная обработка семян УДПМ повышает содержание протеина на 40—47% в зависимости от металла. Максимальное содержание протеина при обработке семян УДП кобальта, так как кобальт участвует в азотном и белковом обмене, способствует синтезу протеинов. Следует отметить, что в вариантах с повышенным содержанием протеина в растениях наблюдается тенденция к снижению содержания в зеленой массе сырой клетчатки, так как здесь наиболее интенсивно протекают ростовые процессы, а следовательно, происходит новообразование тканей, в которых содержание клетчатки всегда будет меньше, чем в более старых. Наблюдается некоторое повышение зольности и количества фосфора и кальция.

Предпосевная обработка семян УДПМ железа, кобальта и меди в дозах 0,012—0,048 г не оказала существенного влияния на изменение содержания в растениях данных микроэлементов. Абсолютное содержание железа в вике колебалось в диапазоне 51,5—55,3 мг/кг сухого вещества против 53,2 мг/кг в контроле. Еще меньшим диапазон колебаний был в содержании меди и кобальта опытных растений, по меди он составлял 7,4—7,9, кобальту 0,12—0,15 мг/кг сухого вещества (в контроле 7,4 и 0,11 мг/кг).

Следовательно, УДПМ, не накапливаясь в растениях, ускоряют начальные ростовые процессы и стимулируют все стадии роста и развития растений.

Если содержание металлов практически не изменилось, то УДПМ оказывают действие на растения, в основном изменяя деятельность ферментов, белков, витаминов и других биологически активных веществ, включающих микроэлементы или чувствительных к изменению их концентраций в окружающей среде.

Обработка УДП меди и кобальта улучшила внешние данные семян вики (размер, контуры, цвет и т.д.). Повысилось содержание полисахаридов в семенах вики по сравнению с контролем на 29% и 32% соответственно, при этом количество лектина в общем белке уменьшилось для УДП меди на 17%, а для УДП кобальта на 24%, что повысило кормовую ценность семян вики. Содержание полисахаридов повысилось из-за снижения фракции лектина, который связывает углеводы.

Выделенные водорастворимые полисахариды из семян вики представляли собой сыпучие, воздушные порошки серовато-белого цвета. Большое удельное вращение (+129°) и содержание урсонных кислот (в среднем 43,5%) позволяют отнести выделенные полисахариды к гликуроногликанам.

Из рис. 1 видно, что при обработке семян вики УДП кобальта по сравнению с контролем резко повысилось содержание галактозы на 71%, уменьшилось содержание рамнозы на 43% и арабинозы на 28%. Для УДП меди содержание рамнозы снизилась на 10%, арабинозы — на 5%, ксилозы — на 2,7% при повышении содержания маннозы, глюкозы и галактозы.

Таким образом, предпосевная обработка УДПМ повысила урожайность вики на 25—30%, увеличила накопление биологически активных соединений, уменьшила соотношение лектина и белка в семенах, что улучшило кормовые качества растений вики, и при возрастании количества полисахаридов не повлияла на качественный состав выделенных полисахаридов, но изменила их количественные соотношения.

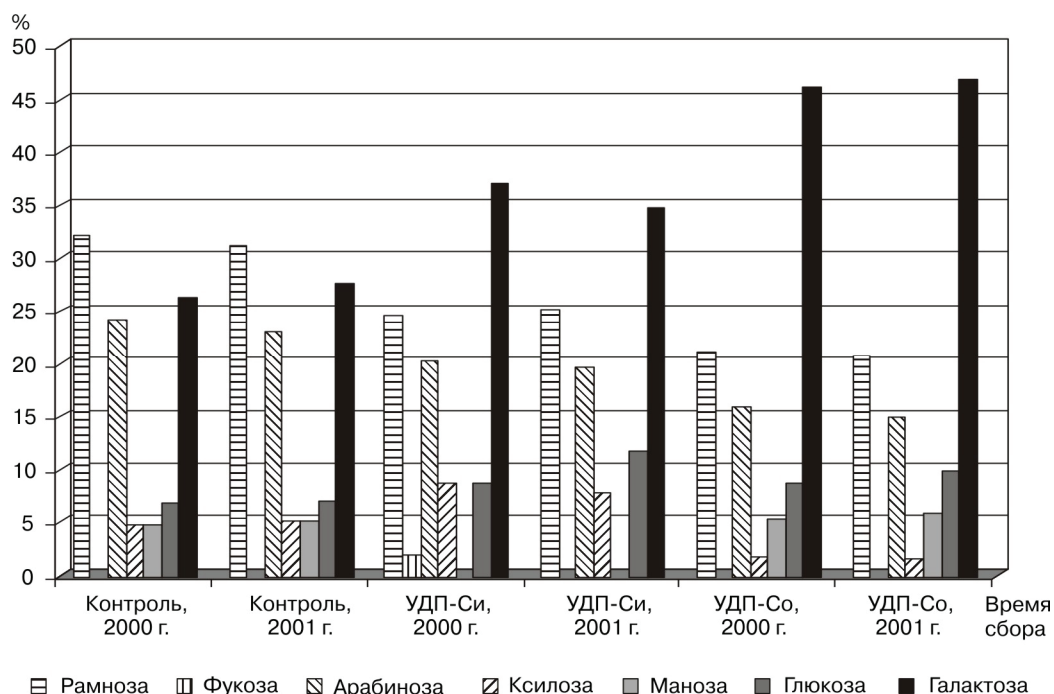


Рис. 1. Содержание моносахаридов в полисахаридах семян вики

В целях определения биологической безопасности нанокристаллических металлов необходимо было изучить действие УДПМ на накопление и функции биологически активных соединений в последующих поколениях растений. После полевых испытаний влияния УДПМ на физиологическое состояние растения вики 2 сентября 2004 г. были собраны семена с опытных делянок. Vegetационный период выращивания вики на сено составил 70 дней, на семена — 110. Семена хранились в помещении влажностью 15% и были использованы для высева в 2005 г. с той же характеристикой почвы, что и в 2002—2004 гг.

Оптимальной по опыту предыдущих исследований была выбрана концентрация УДПМ 0,03 г на гектарную норму высева семян. В данном эксперименте использовали семена растений урожая 2004 г. Было заложено семь опытных делянок, на трех из них семена не обрабатывались УДПМ перед посадкой, но были собраны с участков, на которых семена перед посадкой обрабатывались в 2004 г. УДП железа, кобальта и меди. На следующих трех делянках семена перед посадкой были обработаны в 2005 г. УДПМ концентрацией 0,03 г на гектарную норму высева. Для контроля взяли семена растений урожая 2004 г., которые не обрабатывали УДПМ. Семена вики, собранные с растений обработанных УДПМ в 2004 г., показали высокую всхожесть и энергию прорастания и в 2005 г., следовательно, УДПМ оказывают действие на физиологические процессы растений не только при непосредственной обработке семян перед посадкой, эти свойства сохраняются и в последующих поколениях. Количественные характеристики были аналогичны результатам, полученным при обработке семян УДПМ непосредственно перед посадкой (рис. 2).

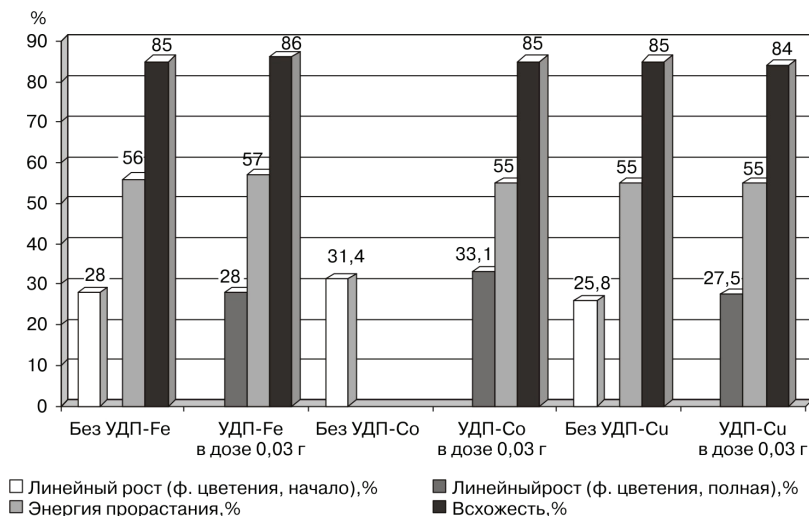


Рис. 2. Опосредованное влияние УДПМ на агрохимические показатели вики, 2005 г.

Если учесть, что в ходе вегетации у растений непрерывно происходит процесс новообразования клеток, тканей и органов, который зависит как от экологических факторов, так и внутреннего состояния организма, то при равенстве первых можно предположить глубокое действие УДПМ на физиологические процессы растений, которое сохраняется и в последующих поколениях. Контрольные растения вики были ветвистыми, с низкой завязываемостью бобов. Более трети семян были недоразвитыми и щуплыми, 34% покрыты плесенью, УДПМ увеличил не только вегетативную мощность растений, но и завязываемость бобов, снизил долю заплесневелых семян, повысив семенную продуктивность. При опосредованном влиянии УДПМ содержание сухого протеина в 1 кг сухого вещества составляло от 20 до 25%, сырой клетчатки 23,0—26,9% в контроле 16,8% и 34,7% соответственно. Сумма аминокислот, г/кг сухого вещества 138,6 в контроле 115,2. Ультрадисперсные порошки металлов повышают биологическую ценность сена, определяемую содержанием аминокислот.

Из зеленой массы вики были выделены полисахариды, результаты представлены на рис. 3.

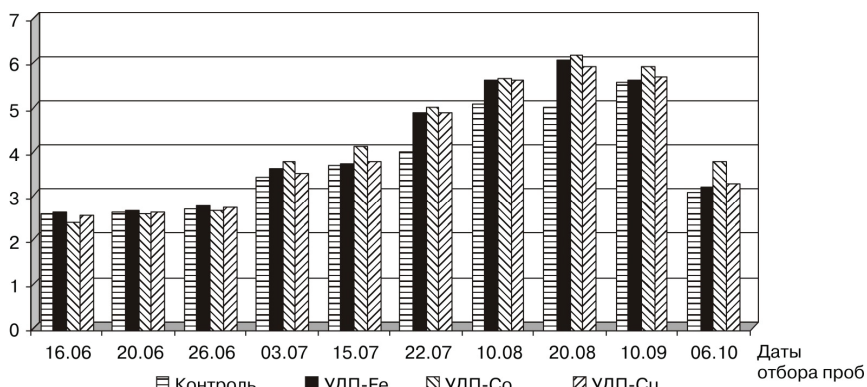


Рис. 3. Опосредованное влияние УДПМ на содержание полисахаридов в зеленой массе вики по стадиям вегетации, 2005 г.

Накопления полисахаридов в растениях вики достигает максимума в фазу цветения (конец августа) и превышает контроль на 19—24%. Однако и на всех этапах, включая период уборки вики на зеленую массу, содержание водорастворимых полисахаридов превышало контроль на 6—12%, что свидетельствует о более высоком уровне активации метаболических процессов под влиянием УДПМ. Растения, обработанные УДПМ в предыдущем году, дали более качественные семена, которые показали не только хорошую всхожесть, но и сохранили кормовую ценность, повысив содержание углеводов в зеленой массе вики. Исследования влияния наноматериалов на растения, деградации наночастиц при взаимодействии с биологическим материалом, их влияния на метаболические процессы в живых организмах и разработка методов, позволяющих получать эту информацию, дают возможность в условиях обострения экологических проблем предложить отечественные высокоэффективные не токсичные микроудобрения и биодобавки широкого действия — нанокристаллические металлы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Пейве Я.В.* Микроэлементы и их значение в сельском хозяйстве. — М.: Сельхозгиз, 1961.
- [2] *Катальмов М.В.* О содержании микроэлементов в растениях в зависимости от их видовых особенностей и свойств почвы // Микроэлементы в с/х и медицине. — Рига, 1956. — С. 26—28.
- [3] *Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э.* Биологически активные нанопорошки железа. — М.: Наука, 2006.
- [4] *Черняев Н.Г.* Изучение влияния препаратов и способов обработки семян на перезимовку озимых зерновых культур // Изв. ТСХА. — М., 1997. — Вып. 2. — С. 23—28.

NANOCRYSTALLINE METALS EFFECT ON ECOLOGICAL-BIOLOGICAL STATUS OF SOIL AND BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS ACCUMULATION IN PLANTS

G.I. Churilov

Pharmaceutical Department
Ryazan State Medical University I.P. Pavlov's by name
Visokovoltnay str., 9, Ryazan, Russia, 390026

The preplant vetch and rape seeds treatment by aqueous solution of nanocrystalline ferrum, cobalt and cuprum in ultrafine state increased the plants coming-up and influenced the chemical composition of the aerial parts. The one-off seeds treatment increased protein content and led to the quantitative change of plants carbohydrate content. The seeds treatment did not increase metal content in the plants and soil.

Key words: aqueous solutions of nanocrystallines metals, ecological security, biologically active substance, forage crops, improvement of the fodder value.