

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ МЕДИ НА СИСТЕМУ "ПОЧВА-РАСТЕНИЯ-ЖИВОТНЫЕ"

© 2009 Г.И. Чурилов¹

Изучено влияние ультрадисперсного порошка меди при обработке семян лапчатки гусиной на содержание меди в почве, изменение углеводного состава растения и действие растения на животных. Показано, что количество меди в почве не изменилось, увеличивается накопление водорастворимых углеводов, животные прибавляют в весе и повышается их иммунитет.

Ключевые слова: биоэкология, медь, почва, семена, *Potentilla anserina* L., кролики.

1. Предварительные сведения

Медь относится к числу микроэлементов, необходимых для развития растений. Содержание меди в растениях колеблется в пределах 3–15 мг на 1 кг сухого вещества. Относительно богаты медью семена и растущие зеленые части растений [4].

Соединения меди принимают большое участие в окислительно-восстановительных процессах, усиливая интенсивность дыхания, углеводный и белковый обмен, повышают накопление крахмала, белков [14], уменьшают заболеваемость растений грибковыми болезнями [10], способствуют повышению содержания аскорбиновой кислоты. Ряд авторов отмечает положительное влияние меди на засухоустойчивость растений [9, 13] и плотность травостоя [8]. Медь прочно связана с протоплазмой и белковыми структурами, большая часть ее (около 70 %) локализована в хлоропластах, что дает основание полагать об участии меди в ферментативных системах при фотосинтезе [9]. Содержание меди в растениях зависит от видовых особенностей и почвенных условий.

Влияние меди на физиологическое состояние животных изучалось многими авторами. Отмечено, что подкормка животных ее солями повышает

¹Чурилов Геннадий Иванович (genchurilov@yandex.ru), кафедра биоорганической и органической химии Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, 390026, Россия, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9.

живую массу, улучшает морфологический состав крови, снижает расход кормовых единиц на один килограмм привеса [7, 11]. Введение меди в рацион поросят-сосунов обеспечивает прибавку живой массы на 4,5–24,8 %, способствует повышению гемоглобина, эритроцитов и микроэлементов в крови, а также усвоению Ca, P, Fe, Si и Co [4, 6]. Недостаточное количество меди в суточных рационах отрицательно сказывается на обмене веществ у коров, снижается продукция молока, содержание в нем жира. Нарушается их воспроизводительная способность [1].

В настоящее время интерес представляют микроудобрения нового поколения — ультрадисперсные порошки металлов (УДПМ). В полевых опытах использовались УДПМ меди (Cu), полученные из Московского государственного института стали и сплавов.

2. Материал и методика исследований

Была выбрана методика обработки семян лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.) за сутки перед посевом на основе допустимых значений, указанных разработчиками УДПМ (до 5 г на тонну семян в зависимости от культуры) [5].

Полевые опыты закладывались согласно "Методике полевого опыта" [2]. Почва опытного участка — серая лесная, по механическому составу средний суглинок. Мощность пахотного слоя 22–24 см, содержание гумуса больше 2,93 %, pH солевой вытяжки 5,5. Обеспеченность элементами питания P2O5иK2O-11-15; медью — 1,73; кобальтом — 0,12 мг на 100 г почвы.

Схема опытов включала следующие варианты:

1. Контроль, где УДПМ не применялись (семена смачивались дистиллированной водой).
2. Обработка семян в дозе УДП-Cu 0,03 г/га.

Собранные надземные части растений сушили в хорошо проветриваемом помещении. Высушенное растительное сырье подвергали исследованию на содержание водорастворимых полисахаридов.

Извлечение проводили по традиционной методике: из высушенного растительного сырья водой при повышенной температуре с последующим осаждением этиловым спиртом [12].

При изучении влияния растений, семена которых перед посадкой были обработаны УДП Си, на физиологическое состояние кроликов были сформированы 2 группы особей одного возраста по 15 животных, которые получали траву "лапчатка гусиная" из расчета 20 граммов на кг массы тела.

Первая группа кроликов получала корма с добавлением лапчатки гусиной в качестве сухого травяного корма.

Вторая группа кроликов получала корма с добавлением сухой лапчатки гусиной, семена которой перед посадкой были обработаны УДП-Cu.

Третья группа — контрольная — не получала указанных растений.

В процессе роста крольчат проводились регулярные взвешивания, общий осмотр, а также наблюдения за развитием, аппетитом и активностью животных.

3. Результаты и их обсуждение

Выход полисахаридов, выделенных из надземных частей лапчатки гусиной, составил 13–15 % от абсолютно сухого сырья. При выделении полисахаридов из обработанных медью растений выход составил 15–19 %.

Динамика накопления полисахаридов в растениях лапчатки гусиной повышается при цветении, начиная с 4 июля. К этому времени содержание полисахаридов в растениях, выращенных из семян, обработанных УДПМ, превышало контроль на 6,0 – 14,2 %. В фазу цветения содержание полисахаридов во всех вариантах опыта более чем в 2 раза превышало их содержание по сравнению с фазой роста.

Полисахариды, выделенные из растений опытных вариантов, отличались меньшей интенсивностью гидролиза по сравнению с контрольным вариантом в течение всего времени гидролиза. Полученные результаты позволяют предположить, что полисахариды растений в опытных вариантах имели большую молекулярную массу, а, следовательно, и более сложное строение, чем растения контрольного варианта.

Незначительное увеличение массы негидролизованного полисахарида опытных вариантов по сравнению с контрольным вариантом позволяет предположить об увеличении в составе исследуемых полисахаридов кислых составляющих. По литературным данным, гидролиз полигалактуроновой кислоты составляет приблизительно 30 часов. Это время согласуется с полученными нами результатами. Содержание галактуроновой кислоты при омылении и титровании раствора составило в контроле 17,14 % от массы полисахарида и 26,1 % при действии УДП-Cu pH раствора от 6,8 в контроле до 5,8 в образцах, обработанных медью. За два года исследований наиболее высокое содержание галактуроновой кислоты было в варианте с УДП-Cu 0,03 г, где превышение к контролю составило 8,86 %.

Качественный моносахаридный состав водорастворимых полисахаридов, выделенных из растений, по данным ГЖХ, не изменялся при обработке семян УДП меди и состоял из глюкозы, галактозы, маннозы, арабинозы, ксилозы и рамнозы. Результаты хода гидролиза указывают на незначительные по величине, но устойчивые по ходу гидролиза изменения в соотношении отдельных моносахаридов лапчатки гусиной, семена которой были обработаны УДПМ. Это позволяет предположить, что в ходе онтогенеза изменялась направленность отдельных физиологических и синтетических процессов, так как различные моносахариды выполняют разную роль в жизнедеятельности растений, в частности, одни участвуют в образовании

органических кислот, другие — сложных эфиров, третьи являются мономерами полисахаридов.

Таким образом, под влиянием УДП меди наблюдается тенденция в изменении соотношения моносахаридов по сравнению с контрольным вариантом при общем увеличении их выхода.

Следовательно, подключение УДПМ действует на активность металло-содержащих ферментов цитохромоксидаз, полифенолоксидаз, ферродотоксинов, ответственных за окислительно-восстановительные процессы, а также активность фотосинтеза, что способствовало изменению активности и направленности многих сторон жизнедеятельности растительного организма, в том числе углеводного обмена. Это и вызвало, вероятно, слабую, но устойчивую динамику в изменении соотношения моносахаридов в полисахаридном гидролизате фитомассы лапчатки гусиной.

Таблица

Морфо-биохимические показатели крови кроликов, получающих добавку травы лапчатки гусиной

Показатели крови	1 группа	2 группа	Контроль
Эритроциты, 10^2 ед/л	$5,7 \pm 0,5$	$5,9 \pm 0,4$	$5,4 \pm 0,3$
Гемоглобин, г/л	82 ± 4 *	82 ± 3 *	62 ± 2
Тромбоциты, тыс	$206 \pm 6,2$	$206 \pm 7,2$	$200 \pm 5,4$
Количество лейкоцитов*, 10^9 ед/л	$9,5 \pm 0,58^*$	$9,4 \pm 0,54^*$	$7,8 \pm 0,66$
Базофилы, %	0–1	0–1	0–1
Эозинофилы, %	2–3	2–3	2–3
Палочкоядерные, %	5–7	5–7	5–7
Сегментоядерные, %	28–29	29–30	33–35
Лимфоциты, %	53–54	51–52	44–47
Гистиоциты, %	3–4	3–4	3–5
Моноциты, %	6–7	6–7	2–3
СОЭ, мм/ч	3	3	2
Общий белок сыворотки, г/л	$69,5 \pm 1,41^*$	$70,92 \pm 1,53^*$	$65,2 \pm 1,11$
Белковые фракции:			
α -глобулины, г/л	$26,0 \pm 0,50$	$26,29 \pm 0,48$	$24,4 \pm 0,48$
%	37,41	37,07	37,42
β -глобулины, г/л	$6,6 \pm 0,3$	$6,8 \pm 0,32$	$6,4 \pm 0,31$
%	9,50	9,59	9,82
γ -глобулины, г/л	$7,1 \pm 0,32$	$7,22 \pm 0,45$	$6,2 \pm 0,4$
%	10,21	10,18	9,51
Альбумины, г/л	$29,8 \pm 0,8$	$30,61 \pm 0,9$	$28,2 \pm 0,5$
%	42,88	43,16	43,25
Ферменты сыворотки крови, ммоль/л			
Аспартаттрансаминаза	$0,98 \pm 0,11$	$1,32 \pm 0,09$	$1,21 \pm 0,07$
Аланин-трансаминаза	$1,02 \pm 0,03$	$1,01 \pm 0,05$	$0,96 \pm 0,06$

* Достоверность различия $P \leq 0,05$.

У кроликов, получавших в качестве добавки траву лапчаток (см. таблицу), наблюдается достоверное увеличение содержания гемоглобина (на 27,5–27,7 % от контроля) и общего количества лейкоцитов (на 21,6–21,7 % от контроля) при СОЭ в норме, а также увеличение общего белка сыворотки крови (на 6,6 % под действием лапчатки гусиной, на 8,8 % под действием травы лапчатки гусиной, семена которой перед посадкой обработали УДП меди). Сдвиг ядра лейкоцитарной формулы происходит за счет увеличения числа моноцитов (на 4 %) и лимфоцитов (на 6–7 %), что свидетельствует о повышении иммунобиологической реакции. Количество белка сыворотки крови растет за счет β -глобулиновой фракции, что также свидетельствует о повышении иммунобиологической реакции, так как эти белки отвечают за специфичный иммунный ответ. Ферментативная система крови находится в пределах нормы, показатели почти не отличаются от контроля, что свидетельствует об отсутствии изменений в сердце и печени и подтверждается при экспериментальном вскрытии животных.

Таким образом, при кормлении кроликов травой лапчатки наблюдается увеличение количества лейкоцитов (при СОЭ в норме) и гемоглобина в крови кроликов, достоверное повышение белка в сыворотке крови за счет глобулиновой фракции, что свидетельствует о повышении иммунобиологической реакции. Включение травы лапчатки гусиной в рацион кормления кроликов предупреждает метеоризм кишечника и желудка и не вызывает патологий внутренних органов. Ультрадисперсные порошки меди, которые использовались для обработки семян лапчатки гусиной перед посадкой, значительно влияют на накопление питательных веществ, способствующих приросту массы кроликов на 15–20 %. Лактационный период крольчих увеличивается при кормлении травой лапчатки гусиной, семена которой обработаны УДП меди (на 10–15 дней).

Состав почвы после уборки травы не изменился, количество меди составило 1,73–1,74 мг на 100 г почвы. Следовательно, металлы в ультрадисперсном состоянии обладают высокой адсорбционной способностью, не ссыпаются с поверхности семян при посадке и не загрязняют почву.

Литература

- [1] Грожевская С.Б., Валитова Е.В. Возможность повышения неспецифических резистентных и продуктивных качеств у коров при использовании йода, кобальта и меди // Пути повышения продуктивности КРС: сб. науч. тр. Пермь, 1985. С. 133–140.
- [2] Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. М.: Колос, 1985. 351 с.

- [3] Жабреев А.Н. Эффективность минерально-витаминной добавки в рационе поросят различных помесей // Бюл. ВНИИ разведения и генетики с/х животных. 1985. Т. 80. С. 17–20.
- [4] 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.
- [5] Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Биологически активные нанопорошки железа. М.: Наука, 2006. С. 126.
- [6] Комаров Е.А. Эффективность введения железа, меди и кобальта в рацион поросят-сосунов // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв. Петрозаводск, 1965. С. 35–39.
- [7] Лизогуб Ю.П., Пурич Н.К. Влияние подкормки солями меди, марганца, цинка, кобальта и железа на динамику массы тела свиней // Профилактика незаразных болезней и лечение больных с/х животных в комплексах и спецхозяйствах: сб. науч. тр. Одесса, 1984. С. 82–85.
- [8] Миннулин Г.С. Способы применения хелатных форм микроудобрений (ЖУСС) на посевах ярового рапса юго-восточной зоны Республики Татарстан: дис. ... канд. сельскохозяйств. наук. Казань, 2001.
- [9] Окунцов М.М. Физиологическое значение меди и влияние на урожай // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: АН СССР, 1952. С. 371
- [10] Пейве Я.В. Микроэлементы и их значение в сельском хозяйстве. М.: Сельхозгиз, 1961.
- [11] Рудин В.Д. Влияние кобальта, марганца и цинка на продуктивность с/х животных // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1962. С. 72–76.
- [12] Чурилов Г.И., Семина С.В., Полищук С.Д. Биологическая активность водорастворимых полисахаридов некоторых кормовых растений рода "лапчатка" семейства "розоцветных". Рязань: РГМУ, 2001. С. 72–75.
- [13] Школьник М.Я. Физиологическая роль микроэлементов у растений // Известия АН СССР. Сер.: Биол. 1960. № 5. С. 164–175.
- [14] Ягодин Б.А. Микроэлементы в овощеводстве. М.: Колос, 1964. 160 с.

Поступила в редакцию 19/V/2009;
в окончательном варианте — 19/V/2009.

ECOLOGICAL ASPECTS OF NANOCRYSTALLIC COPPER
ACTION UPON THE SYSTEM
"SOIL-PLANTS-ANIMALS"

© 2009 G.I. Churilov²

The influence of ultra-dispersed copper powder upon copper content in the soil, plants carbohydrate content and its effect on animals while *Potentilla anserina* seeds were processing has been investigated. The author proved that copper quantity in the soil had not changed, whereas water-soluble carbohydrate accumulation took place and the animals put on weight and gained better immunity.

Key words: bioecology, copper, soil, seeds, *Potentilla anserina* L., rabbits.

Paper received 19/V/2009.

Paper accepted 19/V/2009.

²Churilov Gennadiy Ivanovich (genchurilov@yandex.ru), Dept. of Bioorganic and Organic Chemistry, Ryazan State Medical University I.P. Pavlov's by name, Ryazan, 390026, Russia.