

А. А. КОМУЛАЙНЕН

**ВЛИЯНИЕ БОРА, МЕДИ И КОБАЛЬТА НА УРОЖАИ
СЕМЯН КРАСНОГО КЛЕВЕРА**

В условиях Карелии одним из основных источников получения кормов для животноводства являются многолетние кормовые травы. К сожалению, недостаток семян этих трав, в частности клевера, тормозит расширение их посевов. Поэтому проблема повышения урожая семян кормовых трав, возделываемых в республике, является острой и актуальной.

В настоящее время из имеющихся приемов повышения урожая семян трав большую роль отводят применению микроудобрений. В ряде районов Советского Союза борные, медные и марганцевые микроудобрения уже стали неотъемлемой частью агрокомплекса высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

При удобрении растений микроэлементами повышается не только урожай, но и качество многих сельскохозяйственных растений. Микроэлементы предохраняют растения от ряда болезней (бактериоз у льна, «гниль сердечка» у сахарной свеклы и др.). Недостаток микроэлементов в кормах вызывает у животных специфические заболевания (акобальтозы, анемии, сухотку и пр.).

Литературные данные говорят о большой роли отдельных микроудобрений, в частности бора, молибдена, в повышении семенной продуктивности клевера, люцерны и других кормовых трав (Яковлева, 1951, 1952; Дмитриев, 1941; Дьякова, 1949; Виноградова, 1952; Дробков, 1952 и др.).

Известны работы, доказывающие положительную роль микроэлементов и в условиях Карелии (Кокин, 1951, 1957; Миронова, 1957 и др.). В них авторы касаются влияния отдельных микроэлементов на урожай и качество некоторых зерновых, овощных и кормовых культур. Работ, раскрывающих влияние микроэлементов на семенную продуктивность многолетних кормовых трав в условиях КАССР, нет.

Исходя из вышеизложенного и были осуществлены опыты по выяснению влияния некоторых микроэлементов на урожай семян красного клевера. Опыты проводились на территории заповедника «Кивач», на юго-западном склоне р. Суны, на участке, расположенном в питомнике дикорастущих кормовых трав. Почва здесь дерново-подзолистая, залегающая на ленточных глинах. Согласно анализам, проведенным научным сотрудником почвенной лаборатории Е. П. Корчагиной, участок характеризовался как хорошо окультуренный (табл. 1).

Данные химического анализа указывают на слабую кислотность почвы участка, отсутствие в ней вредного для роста растений алюминия и на большое содержание фосфорной кислоты и калия. Велика также степень насыщенности почвы основаниями.

Таблица 1

Агрохимический анализ почвы из заповедника «Кивач»

pH (KCl)	pH гидролит. кислотн.	Сумма поглощен. оснований	Степень насыщенности оснований	K ₂ O	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Гумус (%)
5,15	4,02	10,8	73,0	33,0	нет	25	4,4

На описанном участке 12/VI 1953 г. был заложен мелкоделяночный опыт (5 м², повторность трехкратная) с посевом клевера красного репродукции «Кивач» 1952 г. Норма высева — 13 кг/га, что составило 6,5 г на 5 м²; посев был узкорядный, с междурядьями в 15 см.

Микроэлементы применялись по полному питательному фону — NPK (суперфосфат из расчета 3 ц/га, хлористый калий 1 ц/га и аммиачная селитра 1 ц/га) в следующих дозах: а) при внесении в почву — борная кислота из расчета 5 кг/га, медный купорос 10 кг/га, сернокислый кобальт 5 кг/га; б) для предпосевного намачивания семян готовились растворы борной кислоты в концентрации 0,01%, медного купороса и сернокислого кобальта 0,001%. Семена намачивались 8 часов, затем подсушивались и высевались; в) для опрыскивания растений готовились растворы борной кислоты, медного купороса и сернокислого кобальта в концентрации 0,01%. Опрыскивание проходило 2 раза: в фазы бутонизации и начала цветения (3 и 10/VII 1954 г.). Столько же раз опрыскивались растения в 1955 г. в вариантах с внекорневым питанием.

Урожай семян учитывался с квадратного метра на каждой делянке. На этой площади подсчитывалось число кустов клевера, количество стеблей в кусте и общее число головок.

Для определения углеводов и азота материал фиксировался в парах кипящей воды в течение 20 мин, высушивался до воздушно-сухого состояния, размельчался, просеивался через сито диаметром 0,1 см. Определение углеводов проводилось по методу Бертрана с модификацией Ильина для микроопределений. Из водной вытяжки определялись две фракции сахаров: моносахара (до гидролиза) и сахароза (слабый гидролиз). Азот определялся по микрометоду Къельдаля. Биохимические анализы были сделаны в 1954 и 1955 гг.

К осени 1953 г. клевера достигли фазы цветения и были скошены. Весной 1954 г. при подсчете числа растений на делянках оказалось, что в вариантах с внесением микроэлементов в почву и с предпосевным намачиванием семян в растворах солей микроэлементов сохранилось больше растений, чем в NPK (в среднем 20 растений против 13 на 1 м²).

Фенологические наблюдения за развитием клевера в разных вариантах опыта показали, что указанные микроэлементы не влияют на продолжительность фаз развития. Значительное положительное влияние бора, меди и кобальта на урожай семян подтверждает табл. 2.

Схема опыта включала 10 вариантов, которые предусматривали исследование влияния микроэлементов на урожай семян клевера, а также изучение различных приемов их воздействия: внесение в почву перед посевом, предпосевное намачивание семян в растворах солей микроэлементов и внекорневое питание — опрыскивание растений в фазы бутонизации и цветения растворами этих солей (концентрация указана выше).

Данные табл. 2 показывают высокий урожай семян клевера: в 1954 г. с опытного участка в пересчете на гектар было получено 5,4 ц семян.

Как видно из таблицы, микроэлементы по фснх NPK при любом способе их применения значительно повышали урожай семян.

Наиболее высоким урожаем выделяются варианты с медью. При внекорневом питании ею урожай семян достиг 80,6 г на 1 м², что составило 361,2% к контролю. Очень хорошо сказалось и предпосевное намачивание семян в растворе медного купороса (308,1% к контролю). Внесение в почву CuSO₄ дало меньший эффект (214% к NPK).

На втором месте по эффективности оказался бор, причем его наиболее сильное положительное действие проявилось также при внекорневом питании (с 1 м² получено 64,9 г семян или 300,1% к NPK). В варианте с внесением бора в почву урожай семян составил 276,8% к NPK. Несколько меньший эффект получен от предпосевного намачивания семян (248,7%).

Действие кобальта было менее сильным по сравнению с медью и бором, однако при всех способах его внесения урожай семян был выше, чем в варианте с NPK. Внекорневое питание дало наибольший эффект и в данном случае (255,6% к NPK).

В 1955 г. с этого же участка были еще раз собраны семена клевера. Урожай по вариантам был в 2—3 раза меньше по сравнению с предыдущим, однако микроэлементы сказались положительно и в этом году.

Из таблицы видно, что в 1955 г. проявилось последствие микроэлементов: в вариантах, где вносили в почву и намачивали семена перед посевом в их растворах, урожай семян по сравнению с контролем повышался значительно. В этом году опрыскивание растений раствором солей микроэлементов проводилось вновь и привело к повышению урожая семян. Наибольшая прибавка была получена при внекорневом питании борной кислотой.

Таблица 2

Урожай семян клевера красного под влиянием микроэлементов

Схема опыта	1954 г.		1955 г.	
	вес семян			
	(г с 1 м ²)	(% к NPK)	(г с 1 м ²)	(% к NPK)
NPK	21,6	100	14,3	100
NPK + B (внесение в почву)	59,9	276,7	16,9	118
NPK + Cu	46,3	204,7	21,4	149,3
NPK + Co	50,0	231,1	19,2	134,4
NPK в H ₃ BO ₃ (предпосевное намачивание)	53,8	248,6	16,4	114,6
NPK в CuSO ₄	66,7	308,0	20,1	140,2
NPK в CoSO ₄	43,5	228,3	20,4	142,6
Опрыскивание H ₃ BO ₃	65,0	300,0	23,4	163,6
Опрыскивание CuSO ₄	80,7	372,7	16,0	111,6
Опрыскивание CoSO ₄	55,4	255,6	18,1	126

Анализируя данные по урожаю, можно убедиться, что под влиянием микроэлементов урожай семян клевера повышается в основном за счет увеличения числа растений и главным образом за счет значительного увеличения числа завязавшихся семян в головках.

Наибольшая эффективность внекорневого питания объясняется тем, что в данном случае растение непосредственно получает необходимые ему элементы питания, когда оно больше всего нуждается в них (фаза бутонизации — начало цветения) и в самой доступной форме.

Результаты, доказывающие большой положительный эффект внекорневого питания бором, получены также в полевом опыте, проведенном летом 1954 г. в Олонецком районе (совхоз «Олонецкий»). Здесь, на семенных посевах клевера, были разбиты делянки по 50 м² и проведен опыт в трех повторностях по схеме, изложенной в табл. 3.

Таблица 3

Влияние внекорневого питания бором на урожай семян клевера красного

Схема опыта	Вес 200 шт. сухих головок (г)	Вес чистых семян (г)	Урожай семян (% к контролю)
1. Контроль	38	12,3	100
2. Опрыскивание водой	41,5	12,5	101,6
3. Опрыскивание борной кислотой	40	13,8	112,1
4. Опрыскивание раствором бормагниевого сульфата	36,9	12,7	103,2
5. Опыливание бормагниевым сульфатом	42,7	15,4	125,1

Для опыливания была принята норма бормагниевого сульфата — 20 кг/га из расчета 0,5 кг/га бора. Для опрыскивания применялись растворы борной кислоты и бормагниевого сульфата в концентрации 0,01%. И то и другое проводилось дважды в фазу цветения клевера.

Из данных таблицы следует отметить значительную эффективность приема опыливания бормагниевым сульфатом, при котором урожай семян увеличился на 25%; значительную прибавку дало и опрыскивание борной кислотой (12%).

Для выяснения влияния микроэлементов на отдельные стороны обмена веществ клевера, способствующие образованию семян, определялась динамика растворимых углеводов и общего азота в отдельных органах растений.

Из табл. 4 видно, что бор, медь и кобальт влияют на содержание углеводов и азота по-разному в зависимости от фазы развития клевера. Их действие сказывается неодинаково также на разных органах.

Так, в первый год определения, в период оживания растений, различия по содержанию углеводов в разных вариантах были очень незначительны. Наблюдалась лишь некоторая тенденция к снижению их содержания.

В фазу цветения повышается содержание растворимых углеводов в стеблях; в листьях, наоборот, оно немного снижается (в вариантах с микроэлементами, исключая опыты с внесением меди в почву). Это

Таблица 4

Содержание растворимых углеводов в клевере красном (% на 1 г сухого вещества)

Варианты опыта	1954 г.						1955 г.								
	11/V, выход из-под снега		10/VII, цветение			30/X, перед уходом под снег	16/V, ожива-ние	8/VII, бутонизация		27/VII, цветение			20/VIII, созревание семян		
	корни	надзем. масса	стеб-ли	листья	буто-ны	корни	над-зем. масса	листья	стеб-ли	листья	стеб-ли	буто-ны	листья	стеб-ли	голов-ки
НРК	4,7	5,0	4,4	4,8	5,6	5,0	5,6	3,2	2,7	4,6	8,3	3,9	2,6	4,4	2,3
НРК + бор (в почву)	4,2	5,0	5,2	4,7	5,5	5,4	7,5	3,9	3,5	3,7	10,3	5,3	2,6	4,7	2,2
НРК + медь	4,0	4,4	4,9	6,3	4,4	5,4	5,0	4,8	5,4	5,6	7,2	4,5	2,9	4,9	2,0
НРК + кобальт	4,1	—	5,0	4,3	5,7	4,9	6,4	5,3	2,8	4,2	9,2	5,1	1,9	3,8	1,4
НРК + предпосевное намачивание в H_3BO_3	4,4	4,8	5,0	4,9	5,5	6,2	3,2	3,8	3,0	4,2	6,2	4,2	3,9	4,6	2,2
НРК + предпосевное намачивание в $CuSO_4$	4,0	4,7	4,3	4,6	4,7	5,6	6,3	3,6	2,7	3,1	7,4	4,4	2,7	5,5	2,8
НРК + предпосевное намачивание в $CoSO_4$	4,1	4,4	4,8	4,7	5,3	4,6	3,7	3,1	2,4	3,9	8,4	4,8	2,0	5,7	2,2
НРК + опрыскивание H_3BO_3	—	—	—	—	—	7,0	—	4,0	4,8	3,5	6,5	3,4	2,9	4,5	1,4
НРК + $CuSO_4$	—	—	—	—	—	5,3	—	3,5	4,5	3,4	6,8	4,2	3,4	3,9	2,0
НРК + $CoSO_4$	—	—	—	—	—	—	—	3,5	3,8	4,5	2,8	2,8	3,7	3,2	1,8

говорит о более быстром оттоке ассимилятов из листьев, что подтверждается и анализом, проведенным 30/X перед уходом под снег. В корнях, в вариантах с бором и медью, отмечено значительное увеличение углеводов.

Из таблицы видно большое различие влияния микроэлементов в разные фазы развития и на следующий год.

В корнях в период оживания влияние микроэлементов на содержание углеводов непостоянно: в одних случаях резко повышается (внесение В и Со в почву), в других — резко снижается (предпосевное намачивание в H_3BO_3 и $CoSO_4$), в третьих — различий с NPK нет.

В фазу бутонизации под влиянием микроэлементов повышается содержание углеводов в листьях и стеблях (внесение в почву и внекорневое питание), что говорит о более сильном накоплении и передвижении ассимилятов. В фазу цветения в листьях и стеблях почти во всех вариантах с микроэлементами содержание углеводов снизилось, в бутонях — резко повысилось. Из этого видно, что под влиянием микроэлементов происходит более быстрое передвижение углеводов к органам плодоношения. О лучшем снабжении генеративных органов пластическими веществами под влиянием бора говорит В. В. Яковлева (1952); кроме того, она сообщает, что присутствие бора в питательной смеси способствует быстрому оттоку сахаров из листьев. В нашей работе это показано также для меди и кобальта.

Определение различных фракций углеводов показало, что в фазы развития во всех органах клевера преобладает сахароза и по существу влияние микроэлементов сказывается на изменении ее количества. Сахарозе, как известно (Львов, Фихтенгольц, 1936), отводится большая физиологическая роль в растении.

На содержании азота влияние микроэлементов при всех способах их применения сказалось весьма незначительно. Поэтому данных не приводим.

На основании проведенных опытов можно сделать следующие выводы.

1. Микроудобрения (борные, медные и кобальтовые) на общем высоком агрофоне значительно повышают урожай семян клевера.

2. Наибольшие прибавки в урожае семян клевера получены от воздействия медью и бором.

3. Наиболее эффективные способы применения микроудобрений на семенных участках клевера — это внекорневое питание микроэлементами и предпосевное намачивание семян в разбавленных растворах соответствующих солей.

4. Внесение микроэлементов ведет к более быстрому оттоку углеводов из листьев и усиленному притоку их к репродуктивным органам, что и способствует повышению семенной продуктивности клевера.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградова Х. Г. Молибден и его биологическая роль. В кн.: «Труды конференции по микроэлементам 15—19/III 1950 г.», М., Изд-во АН СССР, 1952.

Дмитриев П. А. Влияние микроэлементов на развитие и повышение урожая семян и сена красного клевера. В сб.: «Применение микроудобрений», ВАСХНИЛ, 1941.

Дробков А. А. Роль молибдена в жизни растений. В кн.: «Труды конференции по микроэлементам 15—19/III 1950 г.», Изд-во АН СССР, 1952.

Дьякова Е. В. Применение борных удобрений в семеноводстве клевера и люцерны. «Селекция и семеноводство», 1949, № 1.

Иванов Н. И. Методы физиологии и биохимии растений. Сельхозгиз, 1946.

Кокин А. Я. Значение микроэлементов в повышении урожайности. Петрозаводск, Госиздат КАССР, 1951.

Кокин А. Я. Значение микроэлементов бора, марганца и меди для зерновых и кормовых культур. В кн.: «Труды конференции по микроэлементам», Рига, 1957.

Львов С. Д., Фихтенгольц С. С. К вопросу о биохимических основах засухоустойчивости. «Тр. Бот. ин-та АН СССР», вып. 2, 1936.

Миринова М. П. Влияние микроэлементов меди и марганца на развитие, физиологические процессы и урожай томатов. В кн.: «Труды конференции по микроэлементам», Рига, 1957.

Яковлева В. В. Внекорневая подкормка клевера борными удобрениями. «Селекция и семеноводство», 1951, № 9.

Яковлева В. В. О роли бора в углеводном обмене растений. В кн.: «Труды конференции по микроэлементам 15—19/III 1950 г.», Изд-во АН СССР, 1952.