

М. П. МИРОНОВА и Л. Д. МУЗАЛЕВА

## ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КЛЕВЕРА КРАСНОГО

В настоящее время накопилось большое количество литературных данных о положительном влиянии ряда микроэлементов на урожайность различных сельскохозяйственных растений. Физиологические же особенности растений в связи с влиянием на них микроэлементов изучены еще недостаточно.

Целью данной работы было изучение влияния предпосевной обработки семян растворами микроэлементов на биологические процессы и кормовые качества клевера красного.

Опыты проводились на территории Ботанического сада Петрозаводского государственного университета в 1957—1960 гг. Почва на участке супесчаная, с рН, равным 6.7. Семена клевера красного были собраны из диких популяций клеверов.

Семена контрольных растений перед посевом намачивались в дистиллированной воде. Семена подопытных растений намачивались в 0.01 %-х растворах медного купороса, хлористого марганца, хлористого кобальта, сернокислого цинка, молибденовокислого аммония и борной кислоты.

Предпосевное намачивание растворами микроэлементов продолжалось 15 час. Соотношение растворов и семян при намачивании — 5 : 4.

Посев проведен 22 V рядовым способом (расстояние между рядками 30 см, глубина заделки семян 3 см). Посев клевера был чистым, без подсева других компонентов.

Наблюдения за ростом и развитием растений показали, что предпосевная обработка семян не оказала существенного влияния на появление всходов, и лишь в вариантах с молибденом и бором появление всходов несколько задержалось (на 2—3 дня). Однако в дальнейшем растения этих вариантов развивались хорошо, и цветение их на 2-й год жизни наступило на 8 дней раньше по сравнению с контролем. Микроэлементы оказали, по-видимому, определенное влияние на жизнеспособность зародыша семени.

Молибден, бор и медь заметно влияли на рост клевера (табл. 1 и 2). Так, например, площадь 10 листьев контрольных растений 3 V составила 48.3 см<sup>2</sup>, а под влиянием молибденовокислого аммония — 83.6 см<sup>2</sup>, т. е. почти в 2 раза больше.

Это объясняется положительным действием данных элементов на синтез углеводов и азотистых соединений в листьях и отток их в растущие органы, что в свою очередь стимулировало рост тканей.

Согласно литературным данным (Алексеев, Васильева и Старцева, 1959), клевер красный отличается от других культур большим содержанием общего и белкового азота в листьях, что в значительной мере определяет его высокую кормовую ценность. В связи с этим интересно было выяснить

влияние микроэлементов на содержание общего азота в листьях клевера, выращиваемого в условиях Карельской АССР. Как показали проведенные исследования (табл. 3), под влиянием микроэлементов наблюдается некоторое повышение содержания белка в листьях клевера.

Таблица 1

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на высоту главного побега клевера красного (в см)

Вариант опыта	1957 г.						1959 г.					
	6 VII	16 VII	26 VII	6 VIII	16 VIII	26 VIII	3 VI	12 VI	24 VI	3 VII	23 VII	8 IX
Намачивание семян:												
в воде (контроль) . . . . .	9	22	36	50	61	68	8	19	41	57	74	91
в молибденовокислом аммонии . . . . .	7	22	35	49	67	79	9	34	46	57	80	111
в борной кислоте . . . . .	7	19	33	49	68	78	8	22	34	54	82	106
в медном купоросе . . . . .	8	21	31	47	63	69	7	17	45	58	77	104
в хлористом марганце . . . . .	10	20	34	48	59	85	6	20	36	44	74	85
в хлористом кобальте . . . . .	7	22	33	41	52	60	9	20	35	53	74	99
в сернокислом цинке . . . . .	8	18	32	40	53	58	7	18	34	54	78	99

Более богаты белком молодые листья; по мере старения растения содержание белка уменьшается, но сравнительно мало. Наши данные

Таблица 2

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на площадь 10 листьев клевера красного (в см<sup>2</sup>)

Вариант опыта	1957 г.				1959 г.			
	15 VI	20 VII	10 VIII	10 IX	3 V	12 VI	26 VI	3 VII
Намачивание семян:								
в воде (контроль) . . . . .	46	122	195	430	48	132	233	255
в молибденовокислом аммонии . . . . .	42	91	181	435	83	147	240	275
в борной кислоте . . . . .	53	136	221	370	61	132	219	289
в медном купоросе . . . . .	46	103	211	419	60	140	205	248
в хлористом марганце . . . . .	48	122	201	425	46	132	240	274
в хлористом кобальте . . . . .	42	93	230	370	47	151	234	282
в сернокислом цинке . . . . .	48	88	230	360	48	135	192	279

согласуются с литературными данными (Алексеев, Васильева и Старцева, 1959).

Из литературы известно, что под влиянием микроэлементов происходят глубокие изменения в углеводном обмене растений. В наших опытах изучаемые микроэлементы оказали различное влияние на содержание глюкозы и сахарозы в листьях клевера 1-го года жизни (табл. 4). Одни из них, как например бор, усилили отток углеводов из листьев, поэтому их содержание в листьях оказалось несколько меньшим. Улучшение передвижения углеводов, наблюдающееся под влиянием бора, М. Я. Школьник (1950) объясняет способностью бора давать с сахарами ионизированные комплексы, отличающиеся большей подвижностью.

По мере роста и развития клевера 1-го года жизни количество растворимых углеводов в листьях возрастает. Подобная же зависимость отмечена в исследованиях В. Ф. Корякиной (1953) и А. М. Алексева, И. М. Васильевой и А. В. Старцевой (1959).

Большое содержание сахаров в листьях клевера 1-го года жизни в конце вегетации обусловлено резким замедлением ростовых процессов

Таблица 3

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на содержание общего азота в листьях клевера красного (в % на сухой вес)

Вариант опыта	30 VII	10 IX
Намачивание семян:		
в воде (контроль) . . . . .	6.93	6.64
в молибденовокислом аммонии . . . . .	7.25	7.29
в борной кислоте . . . . .	7.41	7.29
в медном купоросе . . . . .	7.28	6.70
в хлористом марганце . . . . .	7.40	6.70
в хлористом кобальте . . . . .	7.27	7.27
в сернокислом цинке . . . . .	7.26	7.10

в связи со снижением температуры окружающего воздуха осенью, особенно в ночные часы. Оно является защитным приспособлением к лучшей перезимовке растений.

Из других углеводов нами определено содержание клетчатки. В табл. 5 представлены данные по содержанию клетчатки в листьях клевера.

Под влиянием микроэлементов количество клетчатки уменьшилось; следовательно, качество клеверного сена при этом улучшилось. Так, в варианте с применением марганца количество клетчатки уменьшилось по сравнению с контролем на 2.84%, под влиянием цинка — на 3.1% и т. п.

Из минеральных элементов нами были определены фосфор и кальций, играющие важную роль в минеральном питании животных. Интересно проследить влияние микроэлементов на накопление их в зеленой массе клевера красного (табл. 6).

Таблица 4

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на содержание сахаров в листьях клевера красного (в % на сухой вес)

Вариант опыта	Глюкоза		Сахароза	
	10 VII	10 VIII	10 VII	10 VIII
Намачивание семян:				
в воде (контроль) . . . . .	1.87	2.53	5.22	6.34
в молибденовокислом аммонии . . . . .	2.30	3.01	5.88	7.10
в борной кислоте . . . . .	2.33	3.42	4.68	6.76
в медном купоросе . . . . .	2.93	3.00	5.64	5.86
в хлористом марганце . . . . .	2.13	3.12	4.10	5.18
в хлористом кобальте . . . . .	2.00	2.90	4.44	5.40
в сернокислом цинке . . . . .	1.94	2.24	4.75	6.68

Из приведенных данных видно, что испытанные нами микроэлементы способствуют усвоению и накоплению фосфора и кальция. С возрастом растений количество этих элементов увеличивается, особенно возрастает количество кальция. Как известно, кальций неспособен к реутилизации, поэтому по мере старения органов растений в них накапливается кальций все больше и больше. Фосфор в растении способствует синтезу белков, накоплению углеводов, влияет на окислительно-восстановительные реакции, происходящие в растении.

Недостаток фосфора и кальция в кормах вызывает нарушения в обмене веществ животных, снижает их продуктивность, замедляет рост. Поэтому воздействие микроэлементов на содержание данных минеральных элементов в клеверном сене имеет большое практическое значение.

В условиях Карельской АССР клевера дают хорошие урожаи сена, но семян наши хозяйства не получают. Необходимо было поэтому проследить, как микроэлементы влияют на образование семян у клевера красного. Данные этих исследований приводятся в табл. 7, из которой видно, что некоторые микроэлементы заметно увеличивают количество соцветий на растении. Так, например, под влиянием молибдена и марганца количество соцветий на одном растении увеличилось почти в два раза.

Число семян в этих соцветиях немногим больше, чем в контроле, но семена более крупные, выполненные, с более высоким абсолютным весом. Таким образом, под влиянием микроэлементов, особенно молибдена и бора, посевные качества семян улучшаются. Лучшую выполненность се-

Таблица 5

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на содержание клетчатки в листьях клевера красного (в % на сухой вес)

Вариант опыта	10 VII
Намачивание семян:	
в воде (контроль) . . . . .	11.78
в молибденовокислом аммонии . . . . .	10.01
в борной кислоте . . . . .	10.66
в медном купоросе . . . . .	8.94
в хлористом марганце . . . . .	9.84
в хлористом кобальте . . . . .	10.53
в сернокислом цинке . . . . .	8.68

Таблица 6

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на содержание кальция и фосфора в листьях клевера красного (в % на сухой вес)

Вариант опыта	1-й год жизни				2-й год жизни	
	10 VII		10 VIII		10 VII	10 VIII
	Ca	P	Ca	P	Ca	P
Намачивание семян:						
в воде (контроль)	0.0012	0.25	0.0045	0.48	0.0037	0.24
в молибденовокислом аммонии . . . . .	0.0014	0.24	0.0072	0.49	0.0044	0.42
в борной кислоте . . . . .	0.0014	0.51	0.0057	0.39	0.0046	0.59
в медном купоросе . . . . .	0.0015	0.47	0.0065	0.57	0.0039	0.54
в хлористом марганце . . . . .	0.0018	0.45	0.0065	0.41	0.0040	0.50
в хлористом кобальте . . . . .	0.0016	0.45	0.0075	0.52	0.0048	0.55
в сернокислом цинке . . . . .	0.0013	0.54	0.0040	0.57	0.0039	0.59

мян у растений опытных вариантов можно объяснить положительным влиянием микроэлементов на отток ассимилятов из листьев в развивающиеся соцветия. Поскольку количество соцветий под влиянием изучаемых микроэлементов увеличивается, должен увеличиваться и урожай семян с единицы площади.

Учет зеленой массы клевера проводился в конце вегетационного периода (табл. 8).

Таблица 7

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на образование семян у клевера красного

Вариант опыта	1958 г. (2-й год жизни)	1959 г. (3-й год жизни)		
	абсолютный вес семян (в г)	количество семян в 10 соцветиях	вес семян в 10 соцветиях (в г)	абсолютный вес семян (в г)
Намачивание семян:				
в воде (контроль) . . .	1.078	733	1.11	1.64
в молибденовокислом аммонии . . . . .	1.600	880	1.40	1.72
в борной кислоте . . .	1.539	800	1.50	1.88
в медном купоросе . .	1.324	856	1.64	1.54
в хлористом марганце	1.554	525		1.64
в хлористом кобальте	1.331	881	1.46	1.77
в сернокислом цинке	1.282	838	1.44	1.71

Результаты исследований показывают, что молибденовокислый аммоний не только улучшает кормовые качества клевера красного, но и увеличивает количество зеленой массы.

Таблица 8

Влияние намачивания семян в растворах микроэлементов на урожай зеленой массы клевера красного 2-го года жизни (1959 г.)

Вариант опыта	Вес растительной массы (в кг с 4 м <sup>2</sup> )
Намачивание семян:	
в воде (контроль) . . . . .	12.4
в молибденовокислом аммонии . . . . .	14.0
в борной кислоте . . . . .	12.4
в медном купоросе . . . . .	14.0
в хлористом марганце . . . . .	12.4
в хлористом кобальте . . . . .	13.6
в сернокислом цинке . . . . .	12.8

Заметную прибавку растительной массы дает и микроэлемент медь (12.5%).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что предпосевная обработка 0.01 %-ми растворами микроэлементов (молибден, марганец, бор и медь) повышает урожай семян и зеленой массы клевера красного. Изучаемые микроэлементы оказали заметное влияние на содержание белка, углеводов, фосфора и кальция. Наибольшее влияние на клевер красный оказали молибден и марганец. Так, в варианте с молибденом на одном растении насчитывалось 23 соцветия, с марганцем — 22, а в контроле — 17 соцветий. Семена растений этих вариантов

были более выполненными. Прибавка зеленой массы в вариантах с молибденом и медью составляла 12.5%.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что при выращивании клевера целесообразно применять микроэлементы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А. М., И. М. Васильева и А. В. Старцева. (1959). Физиология обмена веществ клевера красного. Изд. АН СССР, М.
- Коркина В. Ф. (1953). Сравнительное эколого-физиологическое изучение многолетних трав в чистом и смешанном посевах. Сообщ. 8, Тр. Бот. инст. АН СССР, сер. IV, Эксперимент. бот., 9.
- Школьник М. Я. (1950). Значение микроэлементов в жизни растений и земледелия. Изд. АН СССР, М.