

УДК 633.46:631.811.095.337

## ДЕЙСТВИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ ВНЕСЕНИИ ВЫСОКИХ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Б. А. ЯГОДИН, В. П. СТАРОВОЙТОВА  
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Внесение высоких норм минеральных удобрений часто не приводит к положительному эффекту, причем в ряде случаев снижается качество сельскохозяйственной продукции. Одной из причин этого может быть недостаточная обеспеченность растений микроэлементами. Установлено, что потребность растений в микроэлементах повышается с увеличением норм основных удобрений [1, 5, 9]. При использовании возрастающих норм минеральных удобрений важное значение имеет соблюдение правильного соотношения между всеми необходимыми элементами питания, что невозможно без широкого применения микроудобрений.

Нами изучалось влияние микроудобрений (В и Со) на продуктивность кормовой свеклы при внесении высоких норм минеральных удобрений. Выбор этой культуры в качестве объекта исследований прежде всего обусловлен весьма большой ее чувствительностью к недостатку микроэлементов. Нормальное развитие кормовой свеклы связано с созданием огромной биологической массы, что требует соответствующего количества не только макро-, но и микроэлементов. Следует также отметить недостаточную изученность роли микроэлементов в условиях полевого опыта при интенсивной химизации посевов кормовой свеклы.

### Методика исследования и условия проведения опытов

Полевые опыты с кормовой свеклой сорта Эккендорфская проводили в учхозе «Дружба» Ярославской области в 1982—1983 гг. на дерново-подзолистой суглинистой почве. Агрохимическая характеристика почвы опытных участков представлена в табл. 1. Почва отличается слабокислой реакцией, обеспеченность  $P_2O_5$  и  $K_2O$  применительно к свекле средняя, В и Со — слабая.

Минеральные удобрения вносили в виде мочевины, суперфосфата и хлористого калия: 180N90P200K (фон I) и 250N180P250K (фон II). Микроэлементы применяли путем внесения в почву и предпосевной обработки семян. В первом случае использовали бор в виде буры — 2 кг на 1 га (из расчета на элемент) и сернокислый кобальт — 0,5 кг, во втором — 0,05 % раствор сернокислого кобальта и 0,1 % раствор буры также в расчете на элемент, семена в них замачивали 6 ч, просушивали в тени и высевали.

В обоих случаях микроэлементы вносили по фону минеральных удобрений.

Опытное поле весной было продисковано, затем в почву вносили макроудобрения и проводили перепашку и дискование. Перед последующей обработкой вносили микроудобрения. Уровень микроэлементов в почве определяли по методике, описанной в [10]. Повторность опытов 4-кратная, площадь опытных делянок 60 м<sup>2</sup>, учетных — 30 м<sup>2</sup>. Урожай учитывали сплошным методом. В свежем растительном материале определяли содержание сахаров (фенольным методом) и нитратов (потенциометрическим методом). Математическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову.

Годы опытов различались по метеорологическим условиям. Так, 1983 г. был более сухим и теплым, чем 1982 г. Растения к уборке, которую осуществляли в конце сентября, в 1982 и 1983 гг. не успевали созреть, ботва была зеленой, сочной.

### Результаты исследования

При предпосевной обработке семян в растворе микроэлементов и внесении последних в почву темпы роста растений в начале вегетации были выше, чем в контроле. Через 30 дней отмечено увеличение массы растений в вариантах с применением бора в почву на всех фонах NPK и при замачивании семян в растворе кобальта (табл. 2).

Применение азотных, фосфорных и калийных удобрений привело к значительному повышению урожайности кормовой свеклы. В 1983 г. на фоне NPK урожай по сравнению с контролем увеличился почти в 2 ра-

Агрохимическая характеристика почв опытных участков

Год опыта	pH <sub>соп</sub>	H <sub>г</sub>	Ca	Mg	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B	Co
		мкмоль/100 г						
1982	5,7	4,9	11,4	3,6	19,0	20,0	0,45	0,8
1983	6,0	3,3	14,8	5,0	15,0	20,0	0,40	1,0

за. Следует также отметить, что в 1983 г. почву более тщательно обрабатывали, рыхление и прикатывание проводили машиной РВК-2, и это способствовало хорошему росту растений.

Кормовая свекла относится к культурам, которые предъявляют повышенные требования к питанию бором и хорошо отзываются на дополнительное внесение кобальта.

Эффективность борных удобрений зависела не только от способа их внесения, но и от фона NPK. В опыте 1982 г. при внесении бора в почву по фону I прибавка урожая корнеплодов составила 110 ц/га, или 19,7 %, по фону II — 111 ц/га, или 18,2 %, т. е. с увеличением норм NPK эффективность бора не изменялась, но урожай корнеплодов при внесении бора по фону II был выше, чем по фону I.

В опыте 1983 г. при внесении бора в почву по фону I получена прибавка 143 ц/га, по фону II — 94 ц/га, а более высокий урожай корнеплодов в этом году был также по фону II.

Применение бора для предпосевной обработки семян кормовой свеклы на обоих фонах не дало достоверных прибавок урожая — они составляли соответственно 45 и 36 ц/га, поэтому данный вариант в опыте 1983 г. был исключен.

При внесении кобальтовых удобрений в почву во все годы получены существенные прибавки урожая независимо от фона NPK (табл. 3). Использование кобальта для предпосевной обработки семян также было высокоэффективным. Это обусловлено тем, что растения сравнительно мало используют кобальт и обогащение семян данным элементом способствует росту свеклы в ранний период развития. Растения быстро растут, а затем уже хорошо используют и кобальт почвы. Анализ данных табл. 2 показывает, что при замачивании семян в растворе кобальта растения хорошо росли как в начале развития (1-я проба), так и спустя месяц (2-я проба). Урожай корнеплодов в этих вариантах был высокий благодаря быстрому росту растений в ранний период. Прибавка урожая при обработке семян в растворе сернокислого кобальта

Таблица 2

Динамика сырой массы 100 растений (кг) в зависимости от условий питания

Вариант опыта	1982 г.		1983 г.	
	13/VI (1-я проба)	17/VII (2-я проба)	15/VI (1-я проба)	14/VII (2-я проба)

## Внесение микроудобрений в почву

Фон I	2,5	24,2	3,1	26,0
» +B	3,0	30,0	3,5	29,5
» +Co	3,0	29,8	3,2	27,0
Фон II	2,9	28,0	3,7	23,0
» +B	3,6	28,0	4,5	33,0
» +Co	3,0	33,0	3,8	29,0

## Замачивание семян в растворе микроэлементов

Фон I+замачивание семян в воде	3,7	29,6	5,1	30,0
Фон I+B	4,0	29,7	—	—
» +Co	4,5	38,2	6,2	35,0
Фон II+замачивание семян в воде	4,3	32,5	5,0	33,0
Фон II+B	4,4	32,5	—	—
» +Co	4,9	40,0	5,8	42,0

Урожайность кормовой свеклы (ц/га)  
при разных способах применения микроудобрений

Вариант опыта	1982 г.		1983 г.	
	корнеплоды	ботва	корнеплоды	ботва
Контроль	487	206	476	124
Внесение микроудобрений в почву				
Фон I	564	242	580	271
» +В	674	301	723	309
» +Со	637	289	662	276
» +В+Со	—	—	748	333
Фон II	610	250	721	360
» +В	721	283	815	400
» +Со	680	223	792	380
» +В+Со	—	—	868	400
Замачивание семян в растворе микроэлементов				
Фон I+замачивание семян в воде	570	257	620	142
Фон I+В	615	312	—	—
» +Со	651	285	718	174
Фон II+замачивание семян в воде	637	300	701	174
Фон II+В	673	290	—	—
» +Со	737	311	790	290
НСР <sub>05</sub>	48	—	41	—

в 1982 г. составила 81 ц/га, в 1983 г. — 98 ц/га, а при увеличении нормы NPK — соответственно 100 и 89 ц/га (табл. 4).

Особый интерес представляют данные, полученные в варианте, в котором семена перед посевом замачивали в растворе кобальта, а бор вносили в почву. В этом варианте урожай корнеплодов был наивысший. Хотя он незначительно отличался от урожая в варианте с внесением бора в почву, однако, что весьма важно, качество корнеплодов было самым высоким.

О качестве кормовой свеклы судят прежде всего по содержанию в ней сахара. Имеются сведения, что бор и кобальт способствуют повышению содержания сахара в ряде культур, а при повышении норм азотных удобрений содержание сахара снижается, при увеличении норм калийных — возрастает [3, 4, 10]. Поэтому интересно было изучить качество кормовой свеклы на фоне высоких норм азота, фосфора и калия с использованием бора и кобальта.

В наших опытах при повышении норм NPK содержание сахара в корнеплодах практически не изменилось, наблюдалась лишь тенденция к его снижению (табл. 4).

При внесении борных удобрений в почву по обоим фонам NPK содержание сахара в корнеплодах возросло (разница по фонам 0,5 и 0,9 %). В варианте фон I+В этот показатель был выше, чем в варианте фон II+В. В результате внесения борных удобрений в почву сбор сахара с урожаем увеличился до 34 % (опыт 1982 г.). Использование бора для замачивания семян не привело к изменению содержания сахара в корнеплодах.

Внесение сернокислого кобальта в почву дало наибольший эффект в более засушливых условиях 1983 г., разница в содержании сахара достигла 0,4—0,5 %. При повышении нормы NPK роль кобальта в увеличении сахаристости корнеплодов не была существенной. Предпосевная обработка семян кобальтом привела к увеличению не только содержания сахара в корнеплодах, но и урожая и соответственно сбора сахара с урожаем. Последний показатель в 1983 г. был выше при замачивании семян, чем при внесении кобальта в почву (табл. 4). Благоприятно сказалось на содержании сахара и его сборе сочетание внесения бора в почву и предпосевной обработки семян кобальтом.

Содержание сахара (% в числителе) в корнеплодах и сбор его с урожаем (ц/га, в знаменателе)

Вариант опыта	1982 г.		1983 г.	
	внесение микроудобрений в почву	замачивание семян в растворах микроэлементов	внесение микроудобрений в почву	замачивание семян в растворах микроэлементов
Контроль			7,0	
			33,3	
Фон I	6,2	6,0	6,5	6,5
	33,8	34,2*	37,7	40,3*
» +B	7,1	6,2	7,0	—
	47,8	38,1	50,6	—
» +Co	6,6	6,3	7,0	7,0
	42,0	41,0	46,3	50,2
» +B+Co	—	—	7,0	—
	—	—	50,4	—
Фон II	5,8	6,0	6,3	6,3
	35,4	38,2	45,4	44,1*
» +B	6,6	5,9	6,9	—
	47,6	39,7	56,2	—
» +Co	6,2	6,3	6,5	6,7
	42,2	46,4	51,6	52,9
» +B+Co	—	—	6,7	—
	—	—	58,1	—

\* Семена замачивали в воде.

Увеличение доз азотных удобрений связано с опасностью накопления нитратов в продуктах растениеводства. Предельно допустимые концентрации нитратов для скота в кормовой свекле составляют 800 мг на 1 кг сырого продукта [2] в расчете на нитратион. Имеются данные о положительном влиянии на азотный обмен снижения содержания нитратов под влиянием бора [6, 9].

В наших опытах в корнеплодах в период их роста накапливалось значительное количество нитратов при всех нормах азота, но к моменту уборки оно уменьшалось. Их концентрация в корнеплодах при уборке на фоне повышенных норм азотных удобрений без применения микроэлементов составляла 700—1100 мг на 1 кг сырого продукта, т. е. превышала допустимую норму.

При внесении бора и кобальта в почву содержание нитратов снижалось почти в 2 раза, а при замачивании семян перед посевом в растворах микроудобрений — изменялось незначительно. Наименьшее количество нитратов было в варианте, где семена обрабатывали перед посевом кобальтом, а бор вносили в почву.

При выращивании высоких урожаев чаще всего ощущается дефицит микроэлементов в почве, причем для получения средних урожаев обычно достаточно того их количества, которое находится в почве. Так, дефицит бора может незначительно влиять на урожай корнеплодов, но при этом нарушается нормальное развитие растений, в результате появляются дуплистость и гниль сердечка и корнеплоды при хранении быстро портятся.

В наших опытах наиболее сильное поражение корнеплодов гнилью сердечка наблюдалось в вариантах без применения бора. В опыте 1983 г. на фоне II этим заболеванием было поражено 41% корнеплодов, а при внесении кобальта в почву и предпосевной обработке им семян на фоне II — 46%.

Внесение бора в почву по всем фонам НРК практически приводит к исчезновению пораженности корнеплодов.

Таким образом, в условиях полевых опытов, проведенных в учхозе «Дружба», было установлено, что применение 250N180P250K в сочетании с внесением в почву бора (2 кг/га) и предпосевной обработкой семян в растворе солей кобальта позволяет получать хороший урожай корнеплодов кормовой свеклы (до 850 ц/га) без полива при густоте стояния растений 65—67 тыс. на 1 га. Корнеплоды в этом случае отличаются высокой сахаристостью, низким содержанием нитратов и хорошей лежкостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок П. И. Микроудобрения. Л.: Колос, 1978. — 2. Временные нормативы содержания нитратов в растительных пищевых продуктах и рекомендации по санитарно-химическому контролю / Утв. Мин. с.-х. СССР. Мин. здрав. СССР. Гл. упр. ветеринарии. 10, М.: МСХ СССР, 1982. — 3. Дзюбан А. И. Действие бора и марганца на некоторые биохимические показатели сахарной и кормовой свеклы в процессе вегетации. — Автореф. канд. дис. Оренбург, 1970. — 4. Дорожкина Л. А. Влияние бора на передвижение и накопление сахара в растениях сахарной свеклы и моркови. — Автореф. канд. дис. М., 1970. — 5. Катыльмов М. В. Микроэлементы и микроудобрения. М.: Химия, 1965. — 6. Методические указания по определению микроэлементов в почвах. М.: ЦИНАО, 1973. — 7. Муха Н. А. Взаимосвязь азота и бора в питании растений. — Автореф. канд. дис. М., 1975. — 8. Нелюбова Г. Л., Метлицкая Ю. Э. Эффективность бора при различной обеспеченности растений основными элементами питания. — Докл. ТСХА, 1973, вып. 193, с. 109—115. — 9. Церлинг В. В. Нитраты в растениях и биологическое качество урожая. — Агрехимия, 1979, № 1, с. 147—156. — 10. Ягодин Б. А. Кобальт в жизни растений. М.: Наука, 1970.

*Статья поступила 26 января 1984 г.*

#### SUMMARY

Under conditions of field experiments conducted in "Druzhba" training farm of the Yaroslavl region application of 250N180P250K accompanied by application of boron at the rate of 2 kg/ha and pre-sowing seed treatment with cobalt salts solution is found to produce a good yield (up to 850 centners/ha) without irrigation, thickness of stand being 65—67 thousand plants per ha. Root crops are characterized by high sugar content, low nitrates content and good keeping quality.