

## УРОЖАЙ САЛАТНОЙ КАПУСТЫ И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

Б. А. ЯГОДИН, Л. П. РОМАНОВА  
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Листовая пекинская капуста отличается от салата и всех видов капустных растений скороспелостью и более высокой продуктивностью [8, 11, 15], по содержанию Са, Р, Fe она не имеет равных среди капуст [2, 9]. Это светолюбивая культура длинного дня, но ее можно выращивать в зимних теплицах и получать урожай, значительно (в 2 и более раза) превышающие урожай салатов [11]. Для возделывания в закрытом грунте чаще используется сорт Хибинская, который, как отмечают некоторые исследователи, имеет ряд преимуществ перед другими сортами этого вида [3].

У листовых форм пекинской капусты содержание сухого вещества, а также сахаров, белка, аскорбиновой кислоты и каротина больше, чем у кочанных и салата [9, 16]. Так, в пекинской капусте содержание белка и жира достигает соответственно 28 и 3,5%, а витамина С — 41 мг % [9]. Вместе с тем в ней может накапливаться значительное количество нитратного азота, поэтому необходим поиск условий питания пекинской капусты, позволяющих снизить содержание в ней нитратного азота. В этой связи представляет научный и практический интерес исследование роли микроэлементов в ее питании. Микроэлементы являются кофакторами и активаторами многих ферментов, принимающих участие в сложной цепи метаболических превращений в растительном организме. В прорастающем семени, обогащенном перед посевом микроэлементами, значительно повышается активность многих ферментов, содержание ряда витаминов, более активно осуществляется построение тканей органов проростков.

Предпосевная обработка семян микроэлементами ускоряет выведение их из состояния покоя, улучшает регулирование клеточных процессов и, в конечном итоге, увеличивает урожай растений.

Действию микроэлементов на овощные культуры посвящены многие работы, имеются исследования их влияния на урожай и качество капусты [1, 4, 5, 7, 13, 14]. Однако сведения о применении микроэлементов в закрытом грунте при выращивании листовой капусты отсутствуют. Целью нашей работы было изучение влияния предпосевного намачивания семян микроэлементами Mn, Mo, Co на уровень и качество урожая пекинской капусты сорта Хибинская.

### Методика исследований

Опыты проводились в вегетационном домике кафедры агрономической и биологической химии Тимирязевской академии в 1979—1981 гг., а также в теплицах совхозов «Орджоникидзевский» г. Свердловска и «Тепличный» г. Челябинска в 1981 г. Предварительно в 1979 г. в серии опытов были определены оптимальные концентрации растворов солей микроэлементов при проращивании семян. В 1980 г. нами проведен вегетационный опыт в световой комнате ТСХА (условно 80-I), в котором изучалось влияние выявленных оптимальных

концентраций солей микроэлементов на урожай и качество салатной капусты.

В ряде вегетационных опытов в 1980—1981 гг. (80-II; 81-III) и в производственных опытах в теплицах (81-I; 81-II) было продолжено изучение эффективности намачивания семян растворами солей марганца, молибдена и кобальта, влияния этого приема на урожай и качество листовой капусты при выращивании ее на высоком фоне питания (макро- и микроудобрения).

Опыты 1979 г. Семена листовой капусты, обработанные ацетоном в течение

30 сек в чашках Петри, замачивали в растворах солей сульфата марганца, молибдата аммония и сульфата кобальта в течение 6 ч, затем остаток жидкости сливали и семена проращивали. Соотношение семян и раствора 1:2. Испытывали 5 концентраций растворов (см. табл. 1). Контролем служили семена, замоченные в воде. На 3-й день определяли энергию прорастания, а на 7-й — всхожесть семян. Опыты проводились в 4-кратной повторности, данные математически обрабатывались.

Опыт 80-I. Влажные семена капусты высевали в вегетационные сосуды с песком в январе 1980 г. Использовалась питательная смесь, составленная на основе рекомендаций Ринькиса [10]<sup>1</sup> (мг/л): N — 240; K — 150; Ca — 250; Mg — 60; Fe — 8; Zn — 0,1; Cu — 0,05; Mn — 0,6; Mo — 0,03; Co — 0,02; B — 0,5.

Семена предварительно обрабатывали растворами солей микроэлементов двух концентраций: для  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  — концентрации 0,005 % (MnI) и 0,1 % (MnII); для  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  — 0,005 % (MoI) и 0,02 % (MoII); для  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$  — 0,01 % (CoI) и 0,02 % раствор (CoII)<sup>2</sup>.

Уборку растений проводили в фазе 6—8 листьев.

Опыт 80-II. Использована песчаная культура с полной питательной смесью, состоящей из макро- и микроэлементов (мг/л): N — 120; P — 80; K — 150; Ca — 250; Mg — 80; Fe — 8; Zn — 0,1; Cu — 0,05; Mn — 0,6; Mo — 0,03; Co — 0,02; B — 0,5. Световые и температурные условия умеренные. Зеленую массу и качество урожая учитывали трижды: в фазу 3—4 листьев (15-дневные растения), 6—7 (30-дневные) и 9—10 листьев (45-дневные). В фазу 6—7 листьев салатная капуста была готова к реализации.

В этом и последующих описанных опытах семена обрабатывали перед посевом растворами солей микроэлементов Mn, Mo и Co следующих концентраций: 0,1 % ра-

<sup>1</sup> Во всех описанных вегетационных опытах питательные смеси составлены на основе рекомендаций Ринькиса.

<sup>2</sup> В схемах опытов предпосевная обработка семян микроэлементами обозначена (Mn); (Mo); (Co).

створ  $MnSO_4$ , 0,02 % растворы  $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$  и  $CoSO_4$ .

Опыт 81-I закладывался в марте 1981 г. в теплице совхоза «Орджоникидзевский» г. Свердловска. В грунте перед закладкой содержалось (мг/л):<sup>3</sup> N — 110 ( $H_2O$ ); P — 40 ( $H_2O$ ); K — 225 ( $H_2O$ ); Ca — 80 ( $H_2O$ ) или 1130 (HCl); Mg — 160 ( $H_2O$ ); Fe — 910 (HCl); Mn — 48 (аммиачно-ацетатная) или 124 (HCl); Zn — 24 (аммиачно-ацетатная) или 168 (HCl); Cu — 3,8 (HCl); Mo — 0,08 (HCl); Co — 0,56 (HCl); B — 0,9 (HCl).

В период выращивания капусты отмечено 16 солнечных дней, в теплице поддерживалась оптимальная температура: днем 21—25°, ночью 17—19°.

Урожай убрали через 35 дней после появления всходов. Под опытом было занято 200 м<sup>2</sup>. Площадь каждой делянки — 5,2 м<sup>2</sup>.

Опыт 81-II. Посев салатной капусты произвели в апреле 1981 г. в совхозе «Тепличный» г. Челябинска, уборку через 25 дней после всходов. Содержание питательных элементов в грунте опыта было выше, чем в предыдущем опыте (мг/л): N — 140 ( $H_2O$ ); P — 90 ( $H_2O$ ) K — 380 ( $H_2O$ ); Ca — 2600 (KCl); Mg — 100 ( $H_2O$ ) или 620 (KCl); Fe — 1400 (HCl); Mn — 197 (HCl); Zn — 32,5 (HCl); Cu — 11,5 (HCl); Mo — 0,38 (HCl); B — 0,44 (HCl).

В период выращивания было 16 солнечных дней, температура в дневное время достигала 30°. В этом опыте растения получили больше света и тепла, чем в опыте 81-I.

Опыт 81-II проведен летом 1981 г. Культура песчаная с полной питательной смесью, как и в опыте 80-II.

В период выращивания почти все время стояла солнечная и жаркая погода. Температура воздуха днем достигала 30°, а иногда поднималась еще выше.

Наблюдения проводили в фазу 3—4 листьев (15-дневные растения); 6—7 (25-дневные) и 8—10 листьев (35-дневные).

Все описанные опыты, кроме 80-I, проведены в 4-кратной повторности.

<sup>3</sup> В скобках указаны виды вытяжек, с помощью которых извлекались питательные элементы.

## Результаты исследований и их обсуждение

Лабораторно-вегетационные опыты. При определении лучшей концентрации растворов микроэлементов было установлено, что из 5 испытывавшихся растворов молибдата аммония положительно влияли на энергию прорастания и всхожесть все, кроме концентрации 0,1%, но наиболее эффективным было действие 0,02 % раствора соли (табл. 1).

Все концентрации соли сульфата марганца, кроме 0,2 %, повышали энергию прорастания семян по сравнению с контролем на 12—15 %, всхожесть на 5,3—5,5 %. Положительное действие оказали и растворы соли сульфата кобальта в концентрации 0,02 и 0,01 %, увеличение последней до 0,1 и 0,04 % вызвало задержку прорастания семян (табл. 1).

Таблица 1

**Энергия прорастания (ЭП) и всхожесть (В) семян салатной капусты  
при обработке семян молибдатом аммония, сульфатом марганца и кобальта**

Молибдат аммония			Сульфат марганца			Сульфат кобальта		
концент-рация	ЭП, %	В, %	концент-рация	ЭП, %	В, %	концент-рация	ЭП, %	В, %
0	23,8	79,5	0	66,5	90,5	0	66,5	90,5
0,1	41,5	73,5	0,2	70,3	95,3	0,1	8,0	46,0
0,04	49,0	82,5	0,1	79,8	96,0	0,04	50,3	89,0
0,02	52,5	88,0	0,05	78,5	95,8	0,02	73,8	95,5
0,001	39,0	79,0	0,02	79,5	95,8	0,01	74,3	95,5
0,005	39,0	84,3	0,005	81,8	96,0	0,002	73,5	88,8
НСР <sub>05</sub>	6,5	3,7		6,6	4,7		6,6	4,7

В результате нами были выделены как наиболее эффективные концентрации растворов солей молибдата аммония—0,005 и 0,02 %; сульфата марганца—0,005 и 0,1 %; сульфата кобальта — 0,01 и 0,02 %. В дальнейшем мы использовали их для изучения влияния предпосевного намачивания на уровень урожая и его качество.

Как показали результаты опыта 80-I (табл. 2), обработка семян листовой капусты микроэлементами вызывает существенное увеличение урожая. В отдельных вариантах количество сухого вещества возросло по сравнению с контролем на 34—43 %. Наибольшая разница по отношению к контролю получена при обработке семян раствора солей микроэлементов большей концентрации MnII, MoII и CoII.

Интересно, что под влиянием предпосевной обработки семян микроэлементами произошло снижение содержания нитратного азота с 1,6 до 0,7 %. При этом наибольшее уменьшение его отмечено в вариантах MnII, MoII и CoII—соответственно на 54, 42 и 47 % в сравнении с контролем. Уменьшение содержания нитратного азота происходит на фоне падения содержания общего азота, а в отдельных случаях—его белковой формы. Однако сбор белка с единицы площади под влиянием микроэлементов не уменьшается, а применение обработки семян марганцем дает ощутимую прибавку.

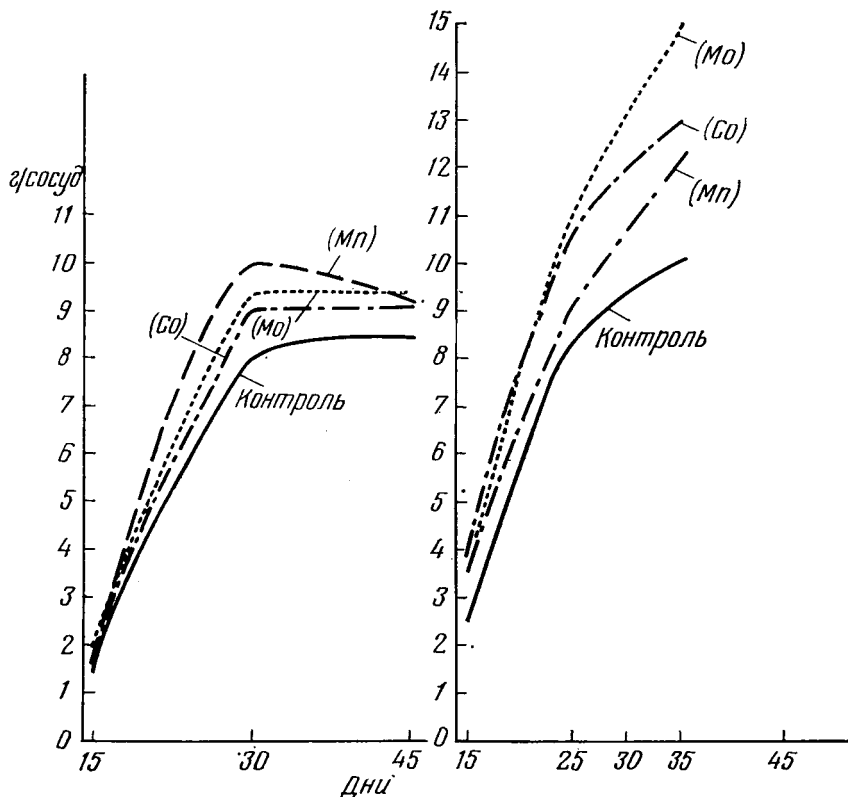
Данные этого опыта позволяют также сделать вывод о большом положительном действии обработки семян микроэлементами на накопление аскорбиновой кислоты в урожае.

Основываясь на результатах опыта 80-I, в дальнейших исследованиях мы использовали только следующие концентрации солей микроэлементов: Mn—0,1 %; Mo—0,02; Co—0,02 %.

Таблица 2

**Урожай и качество салатной капусты (опыт 80-I)**

Варианты	Урожай сухого вещества		Азот, % к сухому веществу		Накопление в урожае	
	г/сосуд	% к контролю	общий	нитратный	белка, г/сосуд	аскорбиновой кислоты, мг/сосуд
H <sub>2</sub> O	3,5±0,1	100	3,4	1,6	0,61	9,6
MnI	4,5±0,2	128	2,5	0,9	0,70	12,3
MnII	5,0±0,1	143	2,5	0,7	0,72	13,6
MoI	3,9±0,1	111	4,3	1,6	0,68	13,2
MoII	4,7±0,1	134	2,7	0,9	0,68	13,0
CoI	3,5±0,2	100	3,1	1,0	0,61	10,6
CoII	4,4±0,0	126	2,5	0,8	0,60	11,7



Накопление сухого вещества листовой капусты в опытах 80-II и 81-III (справа).

В вегетационных опытах 80-II и 81-III предпосевное обогащение семян микроэлементами повысило урожай салатной капусты по сравнению с контролем во все сроки наблюдений (рисунок). Наиболее ощутимая прибавка зеленой массы отмечена в 30—35-дневном возрасте растений, когда они достигали товарного вида. В опыте 80-II прирост урожая составил к этому времени в варианте с марганцем 25 %, с молибденом — 19 и с кобальтом — 12 %, в опыте 81-III — соответственно 21, 49 и 29 %.

У растений опытных вариантов раньше, чем у контрольных, начинали формироваться генеративные органы и к 45-дневному возрасту (опыт 80-II) отмечалось пожелтение листьев и их отмирание.

В опыте 81-III полностью подтвердились данные о положительных качественных изменениях урожая под влиянием предпосевной обработки семян микроэлементами (табл. 3).

Таблица 3

Биохимический состав салатной капусты (опыт 81-III)

Варианты	Азот, % к сухому веществу			Белок, г/сосуд	Аскорбиновая кислота, мг% к сырому веществу	Сахар, % к сухому веществу
	белковый	небелковый	нитратный			
(H <sub>2</sub> O)	1,97	1,18	0,26	1,23	48	11,1
(Mn)	1,89	1,19	0,24	1,43	82	14,3
(Mo)	1,53	1,01	0,19	1,47	80	14,7
(Co)	1,70	1,04	0,21	1,37	80	15,2

Т а б л и ц а 4

Урожай салатной капусты и содержание в нем фосфора и калия (производственные опыты)

Варианты	Урожай зеленой массы, кг/м <sup>2</sup>	Содержание, % к сухому веществу	
		Р	К
Опыт 81-I (35-дневный)			
(Н <sub>2</sub> O)	5,00	0,70	4,64
(Mn)	5,75	0,72	5,00
(Mo)	6,80	0,68	4,68
(Co)	5,70	0,69	4,80
НСР <sub>05</sub>	0,20		
Опыт 81-II (25-дневный)			
(Н <sub>2</sub> O)	4,9	0,73	3,69
(Mn)	5,5	0,72	3,67
(Mo)	5,7	0,69	3,68
(Co)	5,5	0,70	3,68
НСР <sub>05</sub>	0,37		

сбор сахара с единицы площади под их влиянием увеличивался на 56—98 %.

Результаты производственного опыта. Прибавка урожая салатной капусты в теплицах от предпосевного обогащения семян марганцем, молибденом и кобальтом в теплице совхоза «Орджоникидзевский» составила соответственно 17, 36 и 14 %. Высокую эффективность молибдена можно предположительно объяснить некоторым дефицитом этого элемента в тепличном грунте хозяйства.

При проведении аналогичного опыта в совхозе «Тепличный» урожайность капусты повысилась от применения микроэлементов на 12—17 %.

Вынос фосфора и калия единицей продукции практически не изменился при обработке семян микроэлементами ни в одном из научно-производственных опытов. Вместе с тем содержание этих элементов в урожае с 1 м<sup>2</sup> повысилось во всех вариантах. Например, в опыте 81-I накопление фосфора по отношению к контролю составило 111—126 %, калия — 115—130 %.

Содержание окисленного азота в листьях капусты уменьшилось под действием марганца, молибдена и кобальта соответственно на 8, 27 и 18 %. Аналогичное влияние оказали микроэлементы на содержание белкового и небелкового азота.

Содержание аскорбиновой кислоты в растениях опытных вариантов повышалось на 67—71 %, а накопление его в урожае по сравнению с контролем возрастало вдвое.

Как известно, важной характеристикой овощной культуры является ее сахаристость. Поэтому в опыте 81-III мы определяли данный показатель. Обработка семян микроэлементами повышала концентрацию растворимых сахаров в растениях на 3,2—4,1 %, при этом

Т а б л и ц а 5

Биохимический состав салатной капусты (производственный опыт)

Варианты	Азот, % к сухому веществу			Белок, г/сосуд	Аскорбиновая кислота, мг% к сырому веществу	Сахар, % к сухому веществу
	белковый	небелковый	нитратный			
Опыт 81-I (35-дневный)						
(Н <sub>2</sub> O)	2,46	3,40	2,32	37,7	25,6	2,5
(Mn)	2,71	3,20	2,50	46,7	25,8	3,5
(Mo)	2,64	2,60	1,80	52,1	33,1	4,3
(Co)	2,75	2,80	2,26	46,9	28,0	3,7
Опыт 81-II (25-дневный)						
(Н <sub>2</sub> O)	3,90	3,72	2,12	53,2	23,2	3,7
(Mn)	4,00	3,16	1,81	61,9	21,3	5,0
(Mo)	4,20	2,93	1,63	62,5	25,0	4,2
(Co)	4,10	3,12	1,92	61,4	24,9	4,2

В производственных опытах в отличие от вегетационных содержание белка в растениях не уменьшалось, а даже увеличивалось. Так, в опыте 81-I в варианте с марганцем оно было выше, чем в контроле, на 0,25 %, в варианте с молибденом — на 0,18, с кобальтом — на 0,29 % (табл. 5).

Изучаемые микроэлементы обеспечили уменьшение содержания небелкового азота, при этом важно, что в продуктивной части растений произошло снижение содержания нитратного азота. Во всех вариантах производственных опытов (кроме Мп 81-I) в зеленой массе растений содержалось окисленного азота меньше, чем в контроле, на 0,06—0,52 %. Наибольшее снижение концентрации нитратов обеспечивал молибден (на 22—27 % по отношению к контролю), наименьшее — марганец.

Анализ результатов опытов (вегетационных и производственных) подтверждает также известное положение об увеличении количества нитратов при уменьшении освещенности растений.

Содержание аскорбиновой кислоты в тепличных растениях повышалось во всех вариантах с микроэлементами. Наилучшие результаты были получены при обработке семян молибденом — в опытах 81-I и 81-II ее накопление составило 165 и 125 % к контролю.

Отмечено положительное действие микроэлементов и на содержание общего сахара. Так, в опыте 81-I оно возросло по сравнению с контролем при обработке семян марганцем на 58 %, молибденом — на 122 и кобальтом — на 65 %.

## Выводы

1. Среди пяти испытанных концентраций растворов солей микроэлементов наилучшим воздействием на энергию прорастания и всхожесть семян салатной капусты характеризовались 0,02 % концентрация для молибдата аммония и сульфата кобальта, 0,1 % — для сульфата марганца.

2. Предпосевная обработка семян этими микроэлементами обеспечила существенное увеличение урожайности во всех опытах. В частности, прибавка урожая в теплицах от действия марганца составила 12—15 %, кобальта — 12—14, молибдена — 16—36 %.

3. Под влиянием предпосевной обработки семян изучаемыми микроэлементами произошли качественные изменения в урожае. Значительно возросло содержание аскорбиновой кислоты и общего сахара в урожае с единицы площади, изменилось содержание небелкового азота, снизилось содержание нитратного азота, причем наиболее существенное его уменьшение (более чем в 1,5 раза) наблюдалось в варианте с молибденом.

4. Проведенная работа позволяет рекомендовать применение предпосевной обработки семян листовой капусты молибденом и кобальтом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Веверис Я. Я. Влияние микроэлементов на урожай и химический состав овощных культур. — Автореф. канд. дис. Рига, 1958. — 2. Вересов К. Н. Выращивание капусты. Л.: Лениздат, 1946, с. 49—51. — 3. Груничева Е. А. Изучение пекинской капусты в теплицах и парниках. — Сб. тр. аспиранта и молодых ученых ВНИИ растениеводства. Л., 1970, с. 383—387. — 4. Гулашвили Е. М. Влияние корневого и внекорневого питания макро- и микроэлементами на урожайность и химический состав капусты. — Автореф. канд. дис. Тбилиси, 1966. — 5. Кисис И. Р. Действие Mo, V и Cu на урожай и биохимический состав овощных культур. — Автореф. канд. дис. Рига, 1964. — 6. Кузнецов А. В., Сагалович Е. Н. Овощеводство в Китае. М.: Сельхозгиз, 1959. — 7. Левинадзе Д. Г. Влияние корневого и внекорневого питания макро- и микроэлементами на урожайность и химический состав капусты. — Автореф. канд. дис. Сухуми, 1970. — 8. Лизгунова Т. В. Капуста. Л.: Колос,

- 1965, с. 159—336. — 9. Луковникова Г. А. Изменчивость количества химических веществ у овощных культур и использование ее в селекции. — Тр. по приклад. бот., генет., селек., 1962, т. XXXV, вып. 1, с. 115—126. — 10. Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинатне, 1972, с. 138—199. — 11. Сагалович Е. Н. Вопросы агротехники и биологии пекинской капусты. — Автореф. канд. дис., М., 1965. — 12. Хоуторн Л., Поллард Л. Семеноводство овощных и цветочных культур. М.: ИЛ, 1957. — 13. Широков Е. П. Влияние микроэлементов на урожайность, сроки созревания и химический состав капусты. — Автореф. канд. дис. М., 1957. — 14. Ягодин Б. А. Микроэлементы в овощеводстве. М.: Колос, 1964, с. 88—115.

*Статья поступила 2 ноября 1981 г.*

#### SUMMARY

Among the 5 concentrations of microelement solutions that were examined, the most desirable effect on the germination of common kale seed was produced by the following concentrations: 0.22 % for ammonium molybdate and cobalt sulfate and 0.1 % manganese sulfate.

Pre-seeding treatment of the seed with these microelements provided increase in yield in greenhouses within 12—15 % under using Mn, 12—14 % — under Co, 16—36 % — under Mo; the amount of ascorbic acid and total sugar increased considerably, while that of nitrate nitrogen decreased, especially after treatment with Co. It is recommended to apply treatment of common kale seed with Mo and Co on agricultural enterprises.