

УДК 633.12:631.811.033:546.73

ДЕЙСТВИЕ КОБАЛЬТА НА УРОЖАЙ ГРЕЧИХИ И СОДЕРЖАНИЕ В НЕМ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И РУТИНА

Б. А. ЯГОДИН, С. М. САБЛИНА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Важная физиологическая роль в растениях принадлежит микроэлементу кобальту. Известными стали такие его функции, как участие в процессе симбиотической фиксации молекулярного азота бобовыми растениями [12], в образовании хлорофилла, фотосинтезе и дыхании [1, 3, 4, 7, 8, 11, 12]. Установлено также, что дополнительное обеспечение растений кобальтом усиливает синтез углеводов [1, 4, 7, 8, 14]. Вместе с тем вопрос о применении кобальта при выращивании ряда сельскохозяйственных растений, в том числе гречихи, изучен недостаточно.

В нашу задачу входило исследование эффективности разных способов применения кобальта на урожай зеленой массы гречихи (используемой как лекарственное сырье) и влияния кобальта на содержание в ней биологически активного соединения рутина¹.

Условия и методика исследований

Нами были проведены вегетационные и мелкоделяночные полевые опыты в 1979 и 1980 гг. с тетраплоидной гречихой сорта Большевик 4. В вегетационных опытах гречиху выращивали в кварцевом песке в полиэтиленовых сосудах емкостью 6 кг на питательной смеси (ППС) — N — 120 мг/кг, P — 60, K — 150, Ca — 200, Mg — 70, Fe — 8, Cu — 0,05, Zn — 0,1, Mn — 0,6, Co — 0,02, Mo — 0,03, B — 0,5 мг/кг.

В 1979 г. схема вегетационного опыта (условно опыт I) была следующей: вариант 1 — ППС (контроль); 2 — ППС + + предпосевная обработка семян CoSO_4 ;

3 — ППС + некорневая подкормка CoSO_4 ; а в 1980 г. (опыт II): вариант 1 — ППС — контроль; 2 — ППС без Co; 3 — ППС + Co, 0,02 мг/кг; 4 — ППС + предпосевная обработка семян CoSO_4 ; 5 — ППС + некорневая подкормка CoSO_4 ; 6 — ППС + предпосевная обработка семян CoSO_4 + некорневая подкормка CoSO_4 .

В мелкоделяночном полевом опыте в 1979 г. (опыт III) были следующие варианты: 1—60N50P50K (контроль); 2—60N50P50K + предпосевная обработка семян CoSO_4 ; 3—60N50P50K + некорневая подкормка; 4—60N50P50K + предпосевная обработка семян CoSO_4 + некорневая подкормка CoSO_4 ; в 1980 г. (опыт IV): 1—60N45P45K (контроль); 2—60N45P45K + предпосевная обработка семян CoSO_4 ; 3—60N45P45K + Co (в почву); 4—120N90P90K; 5—120N90P90K + предпосевная обработка семян CoSO_4 ; 6—120N90P90K + Co (в почву).

Удобрения вносили под весеннюю культивацию. Площадь каждой делянки 10 м². В вариантах с предпосевной обработкой семян их замачивали в 0,02 % растворе сернокислого кобальта² в течение 6 ч. Соотношение массы семян и раствора сернокислого кобальта 1:2. Некорневую подкормку проводили в фазу бутонизации; растения опрыскивали раствором 0,01 % CoSO_4 при расходе 500 л/га, контрольные — водой.

В опыте II через 20 дней после начала вегетации (фаза ветвления) была обнаружена четкая картина кальциевой недостаточности у гречихи, поэтому дополнительно с поливной водой был внесен кальций в виде CaCl_2 (20 мг Ca на 1 кг песка). Для кон-

¹ Авторы благодарят зав. кафедрой фармакогнозии Первого медицинского института им. И. М. Сеченова Н. И. Гринкевич и ассистента кафедры И. А. Баландину за проведение анализов на содержание рутина в гречихе урожая 1979 г.

² Данная концентрация выбрана на основании результатов лабораторных опытов, в которых изучали всхожесть и энергию прорастания семян.

Масса листьев гречихи в вегетационных опытах
и надземная ее масса в полевых опытах*

Варианты опыта I	Листья, г/сосуд	Варианты опыта II	Листья, г/сосуд	Варианты опыта III	Надземная масса, г/сосуд	Варианты опыта IV	Надземная масса, г/сосуд
1	6,71	1	9,50	1	454,0	1	582,0
2	8,60	2	9,20	2	549,0	2	945,0
3	7,56	3	8,90	3	465,0	3	615,0
HCP ₀₅	0,43	4	10,80	4	570,0	4	546,0
		5	9,50	HCP ₀₅	8,7	5	711,0
		6	10,00			6	561,0
		HCP ₀₅	0,36			HCP ₀₅	8,6

* Во всех опытах урожайные данные представлены на абсолютно сухое вещество.

троля в часть сосудов каждого варианта кальций не вносили, и они были убраны для определения химического состава растений. В дальнейшем остались только сосуды с дополнительно внесенным кальцием. Внешние признаки кальциевой недостаточности после внесения кальция через некоторое время исчезли и больше не проявлялись.

Ввиду того что, по литературным данным [6], максимальное накопление рутина в гречихе происходит в период массового цветения, урожай зеленой массы убирали в эту фазу, но в опыте II было оставлено по 3 сосуда каждого варианта до созревания семян.

Результаты исследования

Как следует из табл. 1, в опыте I достоверная прибавка урожая листьев была получена при предпосевной обработке семян и некорневой подкормке (варианты 2 и 3), но наиболее эффективным оказался первый

прием. В опыте II лучшими вариантами были предпосевная обработка семян и совместное применение предпосевной обработки семян и некорневой подкормки. Вариант с некорневой подкормкой и контрольный не различались по урожаю листьев, а варианты без применения кобальта и с двойной его дозой уступали им.

В опыте III (мелкоделяночном, 1979 г.) наибольшей прибавка урожая надземной массы гречихи была в тех же вариантах, что и в опыте II, достоверной, но менее значительной при некорневой подкормке.

Из результатов опыта IV (1980 г.) следует, что на первом фоне (60N50P50K) урожай надземной массы превышал урожай, полученный на втором фоне (120N90P90K). При предпосевной обработке семян как на первом, так и на втором фоне выращен самый высокий урожай надземной массы. Анализ данных об уро-

Таблица 3

Содержание основных элементов
минерального питания
(% на абсолютно сухое вещество)
в фазу массового цветения. Опыт IV*

Таблица 2

Содержание основных элементов
минерального питания в растениях
(% на абсолютно сухое вещество)
в фазу массового цветения. Опыт II

Элементы	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
	Листья					
N	3,32	3,01	3,07	3,79	3,33	3,44
P ₂ O ₅	0,40	0,18	0,39	0,67	0,52	0,62
K ₂ O	2,11	1,77	1,89	1,88	2,04	1,95
Ca	1,34	1,17	1,34	1,59	1,28	1,40
Mg	0,24	0,24	0,24	0,27	0,26	0,27
	Корни					
N	0,78	0,63	0,60	0,97	0,90	0,71
P ₂ O ₅	0,31	0,32	0,41	0,53	0,46	0,48
K ₂ O	0,32	0,15	0,20	0,18	0,33	0,33
Ca	0,25	0,20	0,28	0,31	0,29	0,32
Mg	0,14	0,10	0,16	0,19	0,18	0,18

Элементы	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
	Листья					
N	1,67	2,04	1,95	1,62	1,81	1,74
P ₂ O ₅	0,39	0,59	0,46	0,35	0,45	0,41
K ₂ O	0,71	0,90	0,94	0,82	0,88	0,71
Ca	1,04	1,49	1,29	1,21	1,42	1,14
Mg	0,18	0,21	0,19	0,16	0,18	0,16
	Надземная масса					
N	1,02	1,31	1,17	0,90	1,17	1,11
P ₂ O ₅	0,43	0,65	0,56	0,40	0,43	0,41
K ₂ O	0,91	1,09	0,96	1,11	1,16	1,09
Ca	0,82	1,01	0,96	0,85	0,96	0,92
Mg	0,14	0,17	0,16	0,12	0,15	0,14

* Аналогичные данные получены в 1979 г. в опытах I и III.

Таблица 4

Содержание основных элементов минерального питания (% на абсолютно сухое вещество) в гречихе в фазу созревания семян. Опыт II

Элементы	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
Надземная масса						
N	1,10	0,88	0,99	1,36	1,28	1,21
P ₂ O ₅	0,55	0,45	0,53	0,70	0,59	0,65
K ₂ O	1,37	0,90	1,42	1,44	1,37	1,49
Ca	0,94	0,82	0,90	0,97	0,94	0,94
Mg	0,24	0,23	0,24	0,26	0,24	0,25
Корни						
N	0,75	0,46	0,47	0,79	0,77	0,77
P ₂ O ₅	0,31	0,30	0,33	0,43	0,36	0,39
K ₂ O	0,24	0,21	0,13	0,15	0,32	0,32
Ca	0,33	0,26	0,26	0,51	0,50	0,57
Mg	0,16	0,11	0,10	0,10	0,13	0,16
Семена						
N	1,66	1,45	1,63	1,87	1,66	1,57
P ₂ O ₅	0,54	0,43	0,57	0,75	0,59	0,66
K ₂ O	0,39	0,35	0,36	0,43	0,39	0,44
Ca	0,26	0,15	0,25	0,15	0,23	0,26
Mg	0,18	0,16	0,16	0,18	0,17	0,18

жае семян гречихи (опыт II, 1980 г.) показывает, что независимо от способа применения кобальта под действием последнего увеличивается масса семян на сосуд. Наиболее высоким урожай семян был в вариантах 4 и 6 (18,6 и 17,7 г на сосуд при 16,5 в контроле), вариант 5 несколько уступал последним по этому показателю (16,9 г на сосуд). Только в варианте 2 (без Co) и в варианте 3 (двойная доза Co) урожай семян оказался более низким, чем в контроле (соответственно 15,8 и 16,2 г на сосуд).

Обработки кобальтом увеличивали содержание во всех органах гречихи основных элементов питания (табл. 2 и 3), за исключением калия, содержание которого было примерно одинаковым в растениях всех вариантов. Особенно заметно повышалось со-

держание азота, фосфора, кальция и магния при предпосевной обработке семян кобальтом. Причем наибольшее количество азота и фосфора обнаружено в листьях и наименьшее — в корнях, калия — в стеблях, кальция — в листьях. Содержание магния примерно одинаковое во всех вегетативных органах, только в опыте I листья были богаче магнием.

Следовательно, обнаруженная взаимосвязь между кобальтом и основными элементами минерального питания указывает на необходимость учитывать потребность растений во всех элементах питания, что в дальнейшем должно благоприятно сказываться на увеличении урожая зеленой массы гречихи и содержании в ней рутин.

К фазе созревания семян содержание азота и фосфора увеличивается в семенах и снижается в остальных органах растения, а содержание калия, кальция и магния в надземной массе остается все же большим, чем в семенах (табл. 4). При обработке кобальтом в одинарной норме количество всех элементов питания в гречихе было выше, чем в контроле. При этом вариант с предпосевной обработкой превосходил остальные по содержанию азота и фосфора в семенах. По количеству калия, кальция и магния в семенах опытные варианты различались незначительно.

На основании данных анализа растений в опыте II, где в часть сосудов вносили дополнительно кальций, установлено (табл. 5), что до внесения дополнительной дозы кальция содержание этого элемента во всех вариантах примерно одинаково (числитель), после внесения кальция (знаменатель) видно, что наибольшее количество кальция — в вариантах 4 и 6. Но в то же время дополнительно внесенный кальций тормозит поступление кобальта в растения. Следовательно, между Co и Ca в питательном растворе существует тесная взаимосвязь — антагонизм. Это необходимо учитывать при создании оптимальных условий питания гречихи.

Аналогичные данные были получены и другими авторами [9].

Из табл. 6 видно, что кобальт в большем количестве накапливается в корнях как в фазу массового цветения гречихи, так и в фазу созревания семян. Это согласуется

Таблица 5

Содержание кобальта (мг/кг сухого вещества) и кальция (%) в надземной массе гречихи в зависимости от содержания в питательном растворе кальция (в числителе — без дополнительной дозы кальция, в знаменателе — с дополнительной дозой кальция)

Элементы	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
Кальций	0,52	0,52	0,52	0,56	0,54	0,56
	0,64	0,63	0,64	0,75	0,64	0,78
Кобальт	16,3	1,35	25,5	19,8	17,3	23,8
	13,8	1,05	13,5	14,7	13,0	16,5

Содержание кобальта* (мг/кг) в растениях в зависимости от способа его применения

Органы гречихи	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
Опыт II						
Фаза массового цветения						
Листья	16,3	1,3	20,8	17,8	16,9	20,0
Стебли	3,3	0,7	3,7	3,9	3,2	4,0
Корни	17,2	9,9	21,8	19,5	18,0	22,3
Фаза созревания семян						
Надземная масса	5,2	0,7	6,8	5,7	5,3	6,5
Корни	18,3	11,0	24,0	18,3	18,3	18,3
Опыт IV						
Фаза массового цветения						
Листья	0,4	0,7	1,0	0,3	0,5	0,8
Надземная масса	0,2	0,5	0,7	0,3	0,3	0,6

* Аналогичные данные получены в опытах I и III в 1979 г.

Таблица 7

Содержание рутина
(% на абсолютно сухое вещество)
в гречихе. Опыт I и III

Варианты опыта I	Листья	Варианты опыта III	Листья	Цветки
1	0,89	1	1,80	3,64
2	1,26	2	3,68	4,35
3	0,84	3	2,68	3,22
		4	3,43	4,06

с данными других исследователей [2, 5, 10].

Содержание рутина в цветках гречихи значительно выше, чем в листьях (табл. 7). Способы применения кобальта заметно влияют на этот показатель. Наиболее эффективной в этом отношении во всех опытах оказалась предпосевная обработка семян. При совместном ее применении с некорневой подкормкой содержание рутина тоже повышалось, но в меньшей степени. Некорневая подкормка способствовала его увеличению только в листьях растений мелкоделительного опыта. Содержание рутина в цветах в данном опыте и в листьях в веге-

тационном опыте немного меньше, чем в контроле.

Выводы

1. Предпосевная обработка семян раствором сернокислого кобальта и совместное применение предпосевной обработки семян и некорневой подкормки увеличивали накопление надземной массы гречихи сорта Большевик 4 и урожай семян.

2. Применение некорневой подкормки кобальтом не оказывало устойчивого положительного действия на накопление зеленой массы гречихи.

3. В полевых условиях внесение минеральных удобрений в дозе 60N45P45K было более эффективным, чем в дозе 120N90P90K.

4. Содержание азота, фосфора, кальция и магния во всех органах гречихи было выше в вариантах с кобальтом, чем в контроле.

5. Содержание рутина в надземной массе и цветках увеличивалось при всех испытанных способах обработки кобальтом, но особенно при предпосевной обработке семян.

6. Обнаруженное положительное действие предпосевной обработки семян на урожай зеленой массы гречихи и содержание в ней рутина свидетельствует о большой перспективности данного агроприема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горидько И. В. Динамика интенсивности фотосинтеза листьев картофеля под влиянием кобальта. — Физиол. раст., 1969, т. 16, вып. 3, с. 405—407. — 2. Гулякин И. В. Поступление кобальта и накопление его в урожае. — Изв. ТСХА, 1960, вып. 5, с. 114—123. — 3. Данило-

ва Т. А., Попова М. В. Действие кобальта на рост и обмен веществ в растениях. — Агрохимия, 1964, № 2, с. 106—112. — 4. Елагин И. Н. Влияние кобальта на содержание хлорофилла, интенсивность фотосинтеза и урожай гречихи. — Докл. ВАСХНИЛ, 1970, № 7, с. 22—23.

5. Кедров-Зихман О. К. Действие кобальта и молибдена на урожай сельскохозяйственных растений на дерново-подзолистых и торфяных почвах Белоруссии.— Микроэлементы в сельск. хоз-ве. Рига: Изд-во АН ЛатССР, 1956. — 6. Ковальский В. В., Грибовская И. Ф., Гринкевич Н. И. Роль геохимических условий среды в концентрировании микроэлементов. — Тр. ГЕОХИ им. В. И. Вернадского АН СССР, 1974, т. 13, с. 144—177.— 7. Липская Г. А. О роли кобальта в накоплении пигментов и формировании фотосинтетического аппарата растений. — Биохимия. Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1973, вып. 1, с. 164—168. — 8. Макарова Н. А., Соловьева Е. А. Влияние некоторых микроэлементов на процесс зеленения и прочность связи хлорофилла с белком (кобальт, медь, бор и молибден).— В кн.: Применение микроэлементов в сельск. хоз-ве и медицине. Рига, 1959, с. 159—165. — 9. Ринькис Г. Я. Поступление кобальта в зависимости от содержания других элементов в питательном субстрате. — Тез. докл. на симпоз. «Биолог. роль кобальта». М., 1969, с. 68—69. — 10. Семина Р. М. Динамика содержания кобальта в отдельных органах гречихи. Учен. зап. Смолен. гос. педагог. ин-та, 1971, т. IX, с. 110—114. — 11. Ягодин Б. А. Микроэлементы в овощеводстве. М.: Колос, 1964. — 12. Ягодин Б. А. Роль кобальта в жизнедеятельности бобовых растений. — Автореф. докт. дис. М., 1968.

Статья поступила 10 июня 1981 г.

SUMMARY

It is found that treating the seed before sowing with the solution of cobalt sulphate and combination of the treatment with spray dressing with CoSO_4 produce a beneficial effect on accumulation of the above-ground mass of Bolshevik-4 variety of buckwheat and on the yield of seed.

In the field the highest yield of the above-ground mass was obtained by application of 60N45P45K.

Application of cobalt resulted in higher amount of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium in all the organs of buckwheat and in higher concentration of rutin in the above-ground mass and in the flowers.