

Выводы. Следовательно, при обработке Энергеном стимулируется прорастание семян, продлевается вегетативный период и повышается урожай товарной продукции на 2,26 т/га. Обработка Иммуноцитофитом повышает урожай семян на 0,11 т/га.

Литература

1. Купякина Н.В., Кузьмицкая Г.А. Поиск современных БАВ нового поколения, обеспечивающих получение экологически чистой продукции и повышение урожая овощных культур на 20–30% в условиях муссонного климата региона // Актуальные направления исследований ученых в Дальневосточном регионе: мат-лы Дальневосточ. науч.-практ. конф. (18–19 июня 2009 г.). – Хабаровск: Хабаров. краевая тип., 2009. – С. 197–201.
2. Енифанцев В.В. Советы амурским огородникам: практ. пособие. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2002. – 88 с.
3. Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комиссия по сортиспытанию сельскохозяйственных культур; ред. М.А. Федик. – М., 1985. – 270 с.
4. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика, Г.А. Бондаренко; НИИОХ – УКР НИИОБ. – М., 1979. – 210 с.



УДК 631.4 (571.12)

Л.Н. Скипин, С.А. Гузеева, В.С. Петухова

АКТИВИЗАЦИЯ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА БОБОВЫХ ТРАВ ПРИ ОСВОЕНИИ СОЛОНЦОВ

В статье рассматривается проблема изучения соотношения оптимальных параметров насыщенности обменным кальцием и минимального уровня поглощенного натрия, обеспечивающего максимальную биологическую азотфиксацию бобовых трав на мелиорируемых солонцах.

Ключевые слова: бобовые травы, солонцы, симбиотический аппарат, активизация.

L.N. Skipin, S.A. Guzeeva, V.S. Petukhova

ACTIVIZATION OF THE BEAN HERB SYMBIOTIC APPARATUS IN SOLONETZIC SOIL RECLAMATION

The research problem of the correlation between the optimum parameters of exchange calcium saturation and the absorbed sodium minimum level providing the maximum bean herb biological nitrogen fixation on the reclaimed solonetzic soils is considered in the article.

Key words: bean herbs, solonetzic soils, symbiotic apparatus, activization.

В Западной Сибири при освоении солонцов и их комплексов наибольшее распространение получили агробиологический и химический методы мелиорации засоленных почв. В настоящее время при освоении солонцовых комплексов в качестве культур-фитомелиорантов в составе бобового компонента широко используются донник и люцерна. Симбиотический аппарат указанных культур на солонцовых комплексах сильно подавлен. Однако параметры, обеспечивающие активность симбиотического аппарата применительно к почвам засоленного ряда, в научной литературе освещены недостаточно. В частности, приводится очень мало данных о влиянии кальция гипса на активность симбиоза клубеньковых бактерий и культур-фитомелиорантов (донника и люцерны), выращиваемых на солонцах. Между тем в солонцах Западной Сибири почвенный поглощающий комплекс в значительной степени насыщен катионами натрия, содержание обменного кальция здесь очень незначительно, дефицит его, вероятно, во многом определяет жизнедеятельность клубеньковых бактерий. Следует отметить также, что в водной вытяжке преобладают бикарбонаты, сульфаты и хлориды натрия; соли кальция, как правило, отсутствуют или находятся в крайне малых количествах.

Большинство ученых значение кальция в жизнедеятельности клубеньковых бактерий усматривают в роли фактора, снижающего кислотность почвы. Это увязывается с тем, что высокая кислотность почв лими-

тирует образование клубеньков и снижает азотфиксирующую активность клубеньковых бактерий [1– 4]. В качестве одного из объектов исследований здесь чаще всего выступали дерново-подзолистые и серые лесные почвы.

О значении кальция для развития клубеньковых бактерий имеются противоречивые данные. Ученый J.M. Vincent [5] отмечает, что на развитие клубеньковых бактерий отрицательно сказывается недостаток кальция и магния.

Исследователь D.O. Norris [6], проведя исследования с 96 штаммами различных видов клубеньковых бактерий, установил, что реакция на отсутствие кальция в питательной среде у бактерий неодинакова. Так, бактерии люцерны фактически вымирали при отсутствии кальция. Менее чувствительны к отсутствию кальция бактерии клевера, вигны и других бобовых культур.

В данной связи возникает необходимость изучения соотношения оптимальных параметров насыщенности обменным кальцием и минимального уровня поглощенного натрия, обеспечивающего максимальную биологическую азотфиксацию бобовых трав на мелиорируемых солонцах.

Исследования проводились в вегетационных опытах, в качестве объекта исследований был взят луговой корковый многонатриевый солонец сульфатно-содового засоления, бобовые растения представлены донником желтым и люцерной синегибридной, для инокуляции их семян использовались заводские штаммы клубеньковых бактерий – соответственно 282 и 423. Почва для набивки сосудов на вариантах с гипсом использовалась с гипсованными соответствующими дозами участков, полная норма мелиоранта для слоя 0-30 см составила 40 т/га. Повторность опыта 8-кратная, закладка осуществлялась на протяжении 2 лет.

Результаты опытов свидетельствуют, что на данных солонцах без химической мелиорации жизнедеятельность клубеньковых бактерий донника и люцерны находится в подавленном состоянии (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Влияние доз гипса на массу, количество клубеньков донника и содержание в них леггемоглобина (2008 г.)

Вариант	Цветение, г/сосуд	Налив, г/сосуд	Цветение, шт/сосуд	Налив, шт/сосуд	Леггемоглобин, мг на 1 г сухих клубеньков
Контроль (без гипса)	0,01	0,00	8,0	0,0	5,49
0,25 нормы гипса	0,13	0,06	105	57	7,52
0,5 нормы гипса	0,37	0,10	247	68	7,52
0,75 нормы гипса	0,48	0,19	363	77	7,52
1,0 нормы гипса	0,52	0,26	242	75	7,76
HCP ₀₅	0,07	0,02	16,4	10,1	0,05

Таблица 2

Влияние доз гипса на массу, количество клубеньков люцерны и содержание в них леггемоглобина (2008 г.)

Вариант	Цветение, г/сосуд	Налив, г/сосуд	Цветение, шт/сосуд	Налив, шт/сосуд	Леггемоглобин, мг на 1 г сухих клубеньков
Контроль (без гипса)	0,08	0,01	40	8	7,21
0,25 нормы гипса	0,17	0,11	123	94	7,52
0,5 нормы гипса	0,24	0,17	176	117	8,60
0,75 нормы гипса	0,23	0,17	262	121	8,63
1,0 нормы гипса	0,30	0,19	246	217	8,44
HCP ₀₅	0,03	0,04	20,6	10,7	0,15

Так, на варианте без внесения гипса масса и количество клубеньков на корневой системе донника были минимальными и составили соответственно 0,01 г/сосуд и 8 шт/сосуд. Устранение дефицита кальция в почве за счет внесения гипса коренным образом улучшало условия развития макро- и микросимбионта. В частности, внесение гипса в дозах 0,25; 0,5; 0,75 и 1 нормы способствовало увеличению массы клубеньков на корнях донника в фазу цветения в 23–52 раза, количество клубеньков при этом повысилось в 25–45 раз. Положительное влияние гипса на симбиотический аппарат обусловлено не только устранением дефицита

кальция в почве, но и существенным улучшением строения верхнего профиля почвы за счет вытеснения обменного натрия из ППК и улучшения качественного состава водорастворимых солей.

В связи с этим Г.С. Посыпанов [2] отмечает, что симбиотическая фиксация азота – аэробный процесс, поэтому клубеньки на корнях бобовых образуются в наиболее аэрируемом слое почвы (0-10 см). С уменьшением доступа кислорода к корням растений снижается содержание леггемоглобина в клубеньках и фиксация азота воздуха. На тяжелых заплывающих почвах активные массы клубеньковых бактерий образуют мелкие клубеньки с низким содержанием леггемоглобина или без него.

В период начала налива семян донника и люцерны симбиотический аппарат на варианте без внесения кальция гипса практически прекращал свое существование. На вариантах с использованием мелиоранта к этому времени сохранялась относительно высокая масса и количество клубеньков на корнях растений. При сравнении культур донника и люцерны в накоплении массы и количества клубеньков в зависимости от доз гипса необходимо отметить некоторое преимущество донника. По активности клубеньковых бактерий преимущество отмечается за люцерной. Так, содержание леггемоглобина в фазу цветения у люцерны на вариантах с внесением дозы гипса выше половинной нормы мелиоранта составило 8,44–8,63 мг на 1 г сухих клубеньков при 7,52–7,76 мг у донника.

Внесение гипса в почву благоприятно сказывалось на поступление кальция в органы растений в фазу цветения и налива бобовых трав (табл. 3 и 4).

Таблица 3
Содержание кальция в органах растений донника в зависимости от доз гипса (2008 г.), г/кг

Вариант	Листья		Стебли		Корни		Генеративные органы	
	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив
Контроль (без гипса)	20,3	22,8	6,2	4,2	4,3	2,5	7,3	9,8
0,25 нормы гипса	23,5	26,2	8,6	5,0	4,7	2,9	9,2	12,0
0,5 нормы гипса	23,4	26,8	9,1	6,5	5,2	3,0	10,5	15,7
0,75 нормы гипса	27,3	32,3	10,8	9,1	6,2	3,8	11,2	15,0
1,0 нормы гипса	32,2	27,6	9,3	7,2	5,8	3,9	11,4	14,0
HCP ₀₅	1,8	2,5	0,9	0,7	0,9	0,3	0,7	1,3

Так, например, содержание кальция на контроле в период цветения у люцерны в листьях, стеблях, корнях и соцветиях составило соответственно 23,3; 8,1; 2,8; 6,2 г/кг. С внесением мелиоранта в разных дозах количество кальция увеличивалось и достигало максимума в указанных органах соответственно 29,6; 16,0; 7,7; 10,1 г/кг. Исследования показывают, что кальция больше накапливается в листьях донника и люцерны. В период налива семян происходит значительное перераспределение его в генеративные органы, но максимум его по-прежнему сохраняется в листьях. Анализ полученных результатов свидетельствует, что наиболее высокое содержание кальция в растениях донника и люцерны накапливается при внесении мелиорантов в дозах 0,5; 0,75 и 1,0 нормы. Внесение гипса в дозе 0,25 нормы не в полной мере устраняет дефицит кальция для макро- и микросимбионтов.

Таблица 4
Влияние доз гипса на содержание кальция в растениях люцерны (2008 г.), г/кг

Вариант	Листья		Стебли		Корни		Генеративные органы	
	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив
Контроль (без гипса)	23,3	24,5	8,1	5,1	2,8	2,9	6,2	10,0
0,25 нормы гипса	28,6	26,7	9,7	6,0	3,5	3,6	9,3	12,7
0,5 нормы гипса	28,4	29,9	16,0	9,9	7,8	4,3	10,1	13,5
0,75 нормы гипса	29,6	33,4	12,1	6,9	3,7	5,9	9,6	16,3
1,0 нормы гипса	29,2	27,9	10,5	7,9	3,3	4,2	9,9	17,8
HCP ₀₅	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,9	0,5

Положительное влияние гипса на поступление кальция в органы растений многолетних трав и усиление мелиоративного действия их на солонцах после отмирания корневой системы в условиях Западной Сибири отмечал Г.М. Макаренко [7].

А.А. Зайцева, В.И. Кирюшин, Т.И. Рязанова [8] применительно к азотобактеру установили, что на засоленных почвах дефицит кальция в среде резко влияет на их азотный и фосфорный обмен и тормозит рост и азотфиксацию.

Результаты исследований (табл. 5 и 6) свидетельствуют, что дефицит кальция на луговых корковых многонатриевых солонцах сульфатно-содового засоления в значительной степени ограничивает активность симбиоза донника и люцерны с клубеньковыми бактериями на протяжении всего периода вегетации. Так, содержание азота в листьях, стеблях, корнях и соцветиях в период цветения люцерны на контроле составило соответственно 3,07; 1,50; 1,51 и 3,5 %. Использование мелиоранта в разных дозах совместно с инокуляцией способствовало увеличению поступления азота в органы растений (согласно предыдущей последовательности) до 4,15; 1,80; 1,92 и 4,96 %. Наиболее благоприятное накопление азота в растениях люцерны и донника складывалось на вариантах с внесением дозы гипса 0,5 нормы и выше. При этом накопление азота на единицу продукции не в полной мере отражает положительное проявление кальция гипса на фиксацию азота воздуха, более полную характеристику этого процесса следует увязывать с общим урожаем этих культур.

Таблица 5
Содержание азота в растениях донника в зависимости от доз гипса (2008 г.), %

Вариант	Листья		Стебли		Корни		Генеративные органы	
	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив
Контроль (без гипса)	4,20	4,80	1,40	1,50	1,84	3,20	3,10	4,80
0,25 нормы гипса	5,36	5,30	1,68	1,71	1,85	3,40	3,45	5,89
0,5 нормы гипса	5,40	6,00	1,85	1,98	1,92	4,33	3,50	6,08
0,75 нормы гипса	5,48	6,28	1,85	2,11	2,15	4,89	3,78	6,53
1,0 нормы гипса	5,89	6,32	1,88	2,00	2,75	4,03	3,73	6,33
HCP ₀₅	0,16	0,19	0,08	0,09	0,03	0,16	0,48	0,07

Таблица 6
Содержание азота в растениях люцерны в зависимости от доз гипса (2008 г.), %

Вариант	Листья		Стебли		Корни		Генеративные органы	
	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив	Цветение	Налив
Контроль (без гипса)	3,07	5,03	1,50	2,01	1,51	2,03	3,5	4,2
0,25 нормы гипса	3,80	5,60	1,73	2,06	1,60	2,52	4,27	4,37
0,5 нормы гипса	4,15	5,92	1,80	2,60	1,75	2,58	4,91	5,21
0,75 нормы гипса	4,01	6,07	1,76	2,25	1,92	3,44	4,43	5,71
1,0 нормы гипса	4,08	6,24	1,78	2,46	1,74	2,79	4,96	6,00
HCP ₀₅	0,04	0,07	0,09	0,07	0,05	0,03	1,46	0,29

Почвы, насыщенные кальцием, более благоприятны для жизнедеятельности клубеньковых бактерий [9]. Данные таблиц 7 и 8 показывают, что внесение 0,25 нормы гипса в почву снижает содержание натрия от уровня многонатриевого (52,9–53,9%) до средненатриевого (34,8–40,0% от емкости обмена). Приведенные выше результаты исследований показали, что этого явно недостаточно для положительного функционирования бобово-ризобиального аппарата. Более благоприятное его действие у донника и люцерны начинает проявляться при вытеснении поглощенного натрия до уровня малонатриевого (18,4–21,3% от емкости обмена) и ниже. Это достигается при использовании дозы гипса 0,5 от полной нормы и выше. Такое явление характерно при соотношении в поглощающем комплексе Ca:Na как 3:1, практически полное подавление симбиотического аппарата на контроле происходило при соотношении указанных катионов 0,7:1.

Таблица 7
Содержание обменных оснований в почве в зависимости от доз гипса (посевы донника), 2008 г.

Вариант	Са, мг-экв/ 100 г	На, мг-экв/ 100 г	Емкость обмена, мг-экв/ 100 г	На, % от емкости обмена
Контроль (без гипса)	12	16,2	30,6	52,9
0,25 нормы гипса	16	10,8	31	34,8
0,5 нормы гипса	18	5,8	31,5	18,4
0,75 нормы гипса	22	1,8	32	5,6
1,0 нормы гипса	26	0,6	32,5	1,8
HCP ₀₅	3,0	0,4		

Таблица 8
Изменение содержания обменных оснований в почве при гипсовании (посев люцерны), 2008 г.

Вариант	Са, мг-экв/ 100 г	На, мг-экв/ 100 г	Емкость обмена, мг-экв/ 100 г	На, % от емкости обмена
Контроль (без гипса)	12	16,5	30,6	53,9
0,25 нормы гипса	18	12,4	31,0	40,0
0,5 нормы гипса	20	6,7	31,5	21,3
0,75 нормы гипса	24	3,2	32,0	10,2
1,0 нормы гипса	28	0,4	32,5	1,2
HCP ₀₅	2,0	1,3		

При последующем увеличении доз гипса (0,75 и 1,0 нормы) содержание обменного натрия снижалось до уровня остаточного (1,2–10,2% от емкости обмена). Соотношение Са:На здесь изменялось в широком диапазоне (от 7,5:1,0 при внесении 0,75 нормы гипса до 70:1 с применением полной нормы мелиоранта). Данные таблицы 9 свидетельствуют, что на корковых многонатриевых солонцах сульфатно-содового засоления выращивание бобовых культур донника и люцерны без внесения кальцийсодержащего мелиоранта невозможно. Так, урожай зеленой массы люцерны и донника на контроле составил за годы исследований соответственно 7,6 и 14,3 г/сосуд. Необходимо отметить, что в некоторых сосудах на контроле бобовые травы погибали полностью. Высокое насыщение натрия в ППК (до 54% от емкости обмена) при низком содержании кальция и, как следствие, отрицательные водно-физические свойства солонца способствуют подавлению в сильной степени бобового растения и клубеньковых бактерий.

Таблица 9
Влияние доз гипса на урожай зеленой массы донника и люцерны, г/сосуд

Вариант	Донник			Люцерна		
	2006 г.	2008 г.	Среднее	2006 г.	2008 г.	Среднее
Контроль (без гипса)	0,6	28,0	14,3	8,7	6,4	7,6
0,25 нормы гипса	88,5	55,5	72,0	126,5	30,6	78,6
0,5 нормы гипса	89,5	172,4	131,0	167,8	145,0	156,4
0,75 нормы гипса	137,5	174,6	156,1	149,3	186,0	167,7
1,0 нормы гипса	135,5	171,3	153,4	147,5	189,1	168,3
HCP ₀₅	12,5	19,2		23,8	15,2	

Внесение кальция гипса позволяет ослабить или полностью устраниить неблагоприятные физико-химические и водно-физические свойства солонца. Это положительно сказывается на росте и развитии донника и люцерны, а также на формировании симбиотического аппарата. Результаты исследований свидетельствуют, что для получения устойчивого урожая люцерны и донника достаточно внесения гипса половинной дозы для слоя 0–30 см. Так, внесение указанной дозы гипса в среднем за 2 года обеспечивает урожай люцерны 156,4 г/сосуд, последующее увеличение дозы мелиоранта приводит к незначительному росту урожая. Такая же закономерность на мелиорированных солонцах характерна для донника.

Таким образом, вытеснение обменного натрия кальцием гипса от уровня многонатриевого до малонатриевого и ниже позволяет активизировать бобово-ризобиальный симбиоз донника и люцерны в мелиоративный период. При соотношении обменных катионов Ca:Na как 0,7:1 у бобовых культур фитомелиорантов симбиотический аппарат практически полностью подавлен. Увеличение доли кальция в поглощающем комплексе (при соотношении Ca:Na 3:1) создавало весьма благоприятные предпосылки для симбиоза.

Литература

1. Доросинский Л.М. Биологический азот и его роль в земледелии // Агрономическая микробиология. – Л.: Колос, 1970. – С. 83–126.
2. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 267 с.
3. Колешко О.И. Азотфикссирующие бактерии физиология развития. – Минск: Изд-во БГУ, 1981. – 109 с.
4. Чиканова В.М. Бактериальные удобрения. – Минск: Ураджай, 1988. – С. 93.
5. Vincent J.M. The rootnodule, bacteria of pasture legumes // Prog.Linn.Soc. N.S.W. – 1954. – V. 79. – № 1. – Р. 4–32.
6. Norris D.O. A Red strain of Rhizobium from *Lotononis bainesii*. Baker // Austral. J. Agric. Res. – 1958. – № 9. – Р. 629–632.
7. Макаренко Г.М. Элементный состав корневой массы многолетних трав в зависимости от доз и способов внесения гипса // Свойства, мелиорация и интенсивное использование солонцов Сибири и Зауралья. – Новосибирск: Изд-во СО ВАСХНИЛ, 1988. – С. 134–145.
8. Зайцева А.А., Кирюшин В.И., Рязанова Г.И. Биологическая активность почв черноземной зоны в связи с интенсивностью процессов мобилизации // Агропочвоведение и мелиорация солонцов. – Целиноград: Изд-во ВНИИЗХ, 1975. – С. 3–26.
9. Holding A.J., King J. The effectiveness of indigenous populations of *Rhizobium trifolii* in relation to soil factors // Plant and Soil. – 1963. – № 2. – Р. 191–198.



УДК 504.732 + 502.75 + 551.58 + 599:574.3(571.63)

В.М. Урусов, Л.И. Варченко

К ВЕКОВОЙ ДИНАМИКЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОСТОЧНО-МАНЬЧЖУРСКИХ ГОР ПРИМОРЬЯ

В статье представлена характеристика состояния растительности Восточно-Маньчжурских гор, в особенности хвойных массивов. Определены участки с обилием хвойных деревьев в возрасте нескольких веков.

Ключевые слова: субклиматические экосистемы, вторичные древостои, облигатные виды, эндемы флоры и фауны, запас древесины на 1 га, макротермная и микротермная биота.

V.M. Urusov, L.I. Varchenko

TO THE CENTURY-LONG DYNAMICS OF VEGETATION IN PRIMORYE EAST-MANCHURIAN MOUNTAINS

The vegetation condition characteristic of East-Manchurian Mountains, in particular coniferous massifs, is presented in the article. The sites with the coniferous tree abundance at the age of several ages are defined.

Key words: sub-climax ecosystems, secondary forest stands, obligatory species, endemics of flora and fauna, timber stock per 1 hectare, macro-termic and micro-termic biota.

Введение. Восточно-Маньчжурские горы протянулись с юга на север в КНДР, КНР и РФ между 39 и 46° с.ш., разделяя на нашей границе водосборы рек, стекающих в Охотское море (Мулинхе, Уссури) и в Японское. Это зона низкогорных смешанных лесов муссонно-континентального климата с холодной или суровой зимой и тёплым или жарким летом с суммами активных температур от 2300 до 2800°C, в некоторых