

Системы удобрений и средств защиты растений раз-
нопланово влияли на обилие сорного компонента в по-
севах. Максимальная (51 шт/м² и воздушно-сухая масса
25,7 г/м²) численность сорных растений отмечена в кон-
троле. Последствие навоза 80 т/га способствовало
лучшему росту и развитию озимой ржи и соответствен-
но снижению сорной популяции на 9,8%. Органи-
минеральная система значительно увеличивала конку-
рентоспособность озимой ржи, сокращая численность
сорняков на 17,6%. В вариантах с различными дозами
минеральных удобрений количество сорного компонен-
та снижалось до 31,0-38,0 шт/м², или в 1,3-1,6 раза. Ком-
плексное применение удобрений в сочетании с пестици-
дами резко повышало конкурентную способность ози-
мой ржи и снижало вредоносность сорняков. Самый
низкий (21 шт/м² и воздушно-сухая масса 11,4 г/м²) уро-
вень засоренности посевов озимой ржи отмечены в ва-
рианте N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ + пестициды, что непосредственно
отразилось на урожайности.

Минимальная (6,4 ц/га) урожайность получена в кон-
троле, что свидетельствует о высоком уровне засоренно-
сти и низком уровне естественного плодородия почвы
полевого опыта. По фону последствие навоза (80 т/га)
урожайность озимой ржи увеличилась на 2,3 ц/га по срав-
нению с контролем. За счет эффекта взаимодействия
N₇₀P₃₀K₆₀ с половинной дозой навоза (40 т/га в последе-
ствии) она возросла в 2,6 раза, а по минеральной системе
N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ – в 2,8 раза. Повышение дозы удобрений до
N₂₁₀P₉₀K₁₈₀ не привело к дальнейшему росту урожайности.

Наибольшую отдачу изучаемые системы удобрения
обеспечивают при совместном использовании с пести-

цидами. Максимальная (22,2 ц/га) урожайность получе-
на на фоне средних доз N₁₄₀P₆₀K₁₂₀ и пестицидов. Следо-
вательно, совместное применение систем удобрений и
средств защиты растений в условиях опыта позволяет
значительно снизить уровень засоренности и повысить
урожайность озимой ржи.

*Таким образом, при возделывании озимой ржи в
плодосменном севообороте создаются необходимые
предпосылки для благоприятного фитосанитарного
потенциала посева. В результате комплексного дей-
ствия систем удобрений и средств защиты расте-
ний, высокой конкурентной способности озимой ржи,
а также за счет своевременного и качественного вы-
полнения технологических операций можно обеспе-
чить засоренность, близкую к уровню экономического
порога вредности, что позволит получить высо-
кую урожайность.*

Литература

1. Райнер. Озимая рожь // Пер. с нем. А.М. Мазуричко-
го; под ред. и с предисл. А.И. Жолобова. – М.: Колос,
1983. – 159 с.
2. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсифика-
ции сельского хозяйства. / Пуцунто, 1994. – 174 с.
3. Захаренко А.В. Взаимоотношения компонентов агро-
фитоценоза и борьба с сорняками // Земледелие. – 1997.
– №3 – С. 42-43.
4. Новожилков К.В. Некоторые направления экологиза-
ции защиты растений // Защита и карантин растений.
– 2003. – №8. – С. 14-17.

УДК 633.853.52:631.821.1

ПОВЫШЕНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И СИМБИОТИ- ЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЙ СОИ ПРИ ИЗВЕСТКОВАНИИ

И.Я. Моисеенко, к.с.-х.н., О.А. Зайцева

*Изучено действие различных доз CaCO₃ на кислотность почвы, выявлены оптимальные условия, повышающие
активность симбиотического потенциала, удельную активность симбиоза и фиксацию азота воздуха симбиотиче-
ским аппаратом растений сои. Определены показатели эффективного использования известки при возделывании сои
в Нечерноземной зоне России.*

*Ключевые слова: соя, дозы, известь, реакция почвенного раствора, симбиотический аппарат, азотфиксация,
урожайность, семена.*

*Investigation of lime influence on soil acidity, exposure of optimal conditions for symbiotic potential increase, specific
symbiosis activity and nitrogen fixation by symbiotic instrument of soya plant. Parameters of effective lime use for soya cul-
tivation in non-chernozem regions of Russia are determined.*

Keywords: soya, dozes, lime, soil pH, symbiotic instrument, nitrogen fixation, yield, seeds.

Среди макроэлементов кальций известковых удобре-
ний вносят в почву не только с целью обогащения ее как
элемента питания для растений, а для того, чтобы вы-
звать в почве ряд изменений, улучшающих ее свойства –
реакцию, физическое состояние, микробиологическую
деятельность, а также высвобождение и переход других
питательных веществ в усвояемую форму. Количество
кальция, вносимого с известью, определяется не тем,
сколько его нужно растениям для прямого питания, а
тем, сколько его нужно для изменения свойств почвы в
желаемом направлении. Устранение избыточной ки-

слотности положительно влияет на культурные растения
и на развитие в почве нитрифицирующих бактерий Ni-
trosomonas и Nitrobacter, деятельность которых при от-
сутствии или недостатке известки задерживается (Д.Н.
Прянишников, 1965).

Кроме развития нитрифицирующих бактерий известь
способствует развитию ряда форм бактерий, живущих в
клубеньках бобовых и усваивающих азот воздуха, а
также свободно живущих фиксаторов азота, как Azoto-
bacter, который в кислой среде не развивается. С другой
стороны, известь может подавлять развитие микроорга-

низмов, паразитирующих на корнях культурных растений. Кальций известковых удобрений способствует переходу элементов потенциального плодородия почвы в элементы эффективного плодородия. В процессе определенного симбиоза корневой системы бобовых растений со специфической расой или штаммом клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* происходит накопление биологического азота в клубеньках, развивающихся на корневой системе растения – хозяина.

Фиксация азота микроорганизмами из воздуха – центральная проблема использования азота в земледелии. Биологический азот в 25-30 раз дешевле технического. Растения сои достаточно хорошо развиваются на почвах, имеющих уровень рН от 5,3 до 5,8 при наличии в почвенном составе необходимых элементов питания. Однако развитие клубеньковых бактерий при таких условиях затруднено и оптимальные условия для их роста складываются при рН от 6,5 до 7,5.

Почвы участка опытного поля Брянской ГСХА имеют уровень рН 5,3-5,6, что является неблагоприятным условием для активного бобово-ризобияльного симбиоза растений сои. Поэтому в 2005-2007 гг. нами проведены исследования по изучению изменения уровня рН серой лесной среднесуглинистой почвы при внесении различных доз CaCO_3 и определению активности симбиотического аппарата посевов сои по количеству и массе сырых клубеньков с леггемоглобином, активного симбиотического потенциала (АСП) и удельной активности симбиоза (УАС) за определенный промежуток времени в течение вегетации. Величина этих показателей наиболее объективно показывает уровень фиксации азота посевами сои при изменяющихся условиях (Посыпанов, 1991).

Дозы CaCO_3 взяты с расчетом изменения уровня pH_{KCl} пахотного слоя почвы с 5,6 до 6,0; 6,5; 7,0; 7,5 и они составляли 5, 10, 15 и 20 т/га CaCO_3 . Известь вносили ежегодно ранней весной на участках с одинаковыми агрохимическими показателями. Для лучшего перемешивания известки с почвой проводили глубокую на 15-20 см двукратную культивацию с боронованием.

Объектом исследований служили посевы скороспелого сорта северного экотипа Брянская МИЯ селекции Брянской ГСХА. Посев проводили широкорядно с междурядьями 45 см во второй декаде мая. Норма высева принята 500 тысяч всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянок 10 м², повторность трехкратная.

Погодные условия вегетационных периодов 2005-2007 гг. характеризовались достаточно влажными, суммарных осадков составила 363, 317 и 283 мм при неравномерном распределении их по периодам вегетации. Сум-

ма активных температур от всходов до созревания (полного побурения стеблей) сои по годам колебалась от 2085 до 2218 °С при продолжительности периодов вегетации 110, 111 и 114 дней.

В среднем за 3 года уровень рН в контроле составил 5,61, при внесении 5 т/га CaCO_3 – 6,07, при 10 т/га – 6,65, при 15 т/га – 7,12 и при 20 т/га – 7,43. Таким образом, каждая тонна CaCO_3 снижала уровень рН соответственно дозам на 0,092; 0,104; 0,101 и 0,092 единицы рН по сравнению с контролем, а каждое увеличение доз CaCO_3 снижало уровень рН на 0,116; 0,094; и 0,062 единицы, то есть гипотеза о действии известки на уровень рН оказалась близка к предполагаемой. Изменение уровня кислотности почвы положительно влияло на все показатели активности симбиотического аппарата посевов сои.

После появления всходов видимые клубеньки у сои образовались через 8 дней, а клубеньки с розовой окраской, то есть с леггемоглобином, еще через 15 дней, что по календарным срокам соответствовало 15 июня. В этот срок нами проводился первый учет количества и массы сырых активных клубеньков в соответствии с методикой, разработанной Г.С. Посыпановым (1991). Второе определение проводили через 20 дней в начале цветения 5 июля, третий учет через 26 дней при полном цветении, четвертый – через 24 дня при наливе – созревании бобов и пятый – через 10 дней при массовом побурении бобов. Продолжительность активного симбиоза составила 80 дней.

В среднем за 3 года общая масса активных клубеньков за вегетацию сои без известки составила 1067,8 кг/га, при внесении 5 т CaCO_3 – 1280,1 кг/га, при 10 т – 1530,7 кг/га, при 15 т – 1879,2 кг/га и при 20 т CaCO_3 – 1725,1 кг/га (табл. 1).

Известкование положительно действовало на изменение кислотности почвенного раствора, что улучшило работу симбиотического аппарата сои. Активность клубеньков с леггемоглобином возрастала пропорционально дозе CaCO_3 и максимальная величина массы активных клубеньков получена при внесении 15 т/га CaCO_3 и уровне pH_{KCl} 7,12. Активность симбиотического потенциала, количество фиксированного азота посевами сои при этой дозе также были наибольшими по сравнению с меньшими дозами 5 и 10 т/га CaCO_3 и с большей дозой 20 т/га, при которой установлено снижение всех показателей активности симбиоза. Несмотря на снижение кислотности почвы до уровня рН 7,43 работа бобово-ризобияльного аппарата была угнетена, в связи с чем верхним пределом внесения известки следует считать 15 т/га CaCO_3 .

1. Изменение показателей симбиотической активности посевов сои при различных дозах CaCO_3 (среднее за 2005-2007 гг.)

Доза CaCO_3 , т/га	pH_{KCl}	Масса активных клубеньков, кг/га	АСП, кг·дней/га	УАС, г азота/кг клубеньков	Количество фиксированного азота, кг		% фиксированного азота	Прибавка фиксированного азота, кг		
					за 1 день	за вегетацию		на 1 га	на 1 т CaCO_3	
										кг
0	5,61	1067,8	19846	8,34	8,91	71,3	100	43,0	-	-
5	6,07	1280,1	23220	8,41	10,76	86,1	121	44,1	14,8	2,96
10	6,65	1530,7	28106	8,87	13,57	108,6	152	43,6	37,3	3,73
15	7,12	1879,2	34324	8,58	16,13	128,9	181	43,8	57,6	3,84
20	7,43	1725,1	31731	8,60	14,85	118,8	167	43,5	47,5	2,38

2. Влияние доз CaCO₃ на продуктивность растений, урожайность и качество семян сои (среднее за 3 года)

Доза CaCO ₃ , т/га	Продуктивность 1 растения, г	Урожайность семян		Содержание в семенах, %		Сумма белка и жира, %	Выход белка и жира		
		ц/га	%	белок	жир		ц/га	%	%
0	4,83	20,2	100	36,2	17,55	53,75	10,86	100	
5	5,67	23,8	117,8	36,83	17,26	54,09	12,88	118,6	65,8
10	7,15	30,4	150,5	36,54	17,69	54,23	16,49	151,8	84,2
15	8,23	35,9	177,7	36,91	17,64	54,55	19,58	180,3	100
20	7,87	33,3	164,3	36,45	17,93	54,38	18,11	166,8	92,5

Удельная активность симбиоза показывает, что более активно клубеньки накапливали азот при внесении 10 т/га CaCO₃, этот показатель составлял 8,87 г азота на 1 кг активных клубеньков в сутки, что на 3-5% выше по сравнению с другими дозами извести. Наибольшие абсолютные величины фиксированного азота посевами сои 16,13 кг за 1 день и 128,9 кг за весь период вегетации получены при внесении 15 т/га CaCO₃, количество фиксированного азота на 81% выше, чем без внесения извести, на 50% выше, чем при 5 т/га и на 19% при 10 т/га.

Доля фиксированного азота в общем азоте, используемом посевами сои на формирование урожая вегетативной и генеративной массы, изменялась незначительно по вариантам – от 43% без извести до 43,5-44,1% с известью. Таким образом, доля фиксированного азота в условиях Нечерноземной зоны не отличается высокими показателями по сравнению с южными регионами, что указывает на неиспользованные возможности агрофитоценоза сои из-за недостаточного качества солнечного освещения и вероятно других факторов.

Источники азота для питания бобовых растений – азот почвы и азот воздуха и в меньшей мере азот минеральных удобрений. Наибольший теоретический и практический интерес представляет азот воздуха, фиксируемый симбиотической системой растений в виде биологического азота, имеющего неоспоримые преимущества перед техническим азотом своей экологичностью и дешевизной. Доля участия каждого источника в урожае изменяется в зависимости от условий выращивания, активности симбиотической азотфиксации и отсюда вытекает объективная необходимость повышения доли участия и преимущества биологического азота в формировании урожая семян сои, как конечного продукта агрофитоценоза. Изменение условий возделывания сои применением извести существенно повышает уровень азотфиксации биологической системой растений, при этом более высокий положительный баланс азота оказывает прямое влияние на повышение продуктивности сои и урожайности без снижения качества семян (табл. 2).

На урожайность семян сои прямое действие оказывает плотность стояния и продуктивность каждого растения. Густота посевов во всех вариантах была практически одинаковой от 41,92 до 43,63 растений на 1 м², то

есть отличалась на 0,3-4%. Создание более благоприятных условий для работы симбиотического аппарата при внесении извести способствовало лучшему росту растений, формированию фотосинтетического аппарата, что повысило продуктивную способность каждого растения на 70,4% (с 4,83 г без извести до 8,23 г при дозе CaCO₃ 15 т/га). Нейтральная реакция почвенного раствора pH 7,12 при этом обеспечила лучшее питание растений и создала условия для формирования наибольшей урожайности 35,9 ц/га.

Максимальная (15,7 ц/га) прибавка урожайности семян получена при внесении 15 т/га CaCO₃, то есть каждая тонна извести окупилась 105 кг семян. При стоимости 1 кг товарных семян сои 9 руб. получено 945 руб. дохода от применения 1 т извести. Стоимость 1 т извести и ее внесение в хозяйствах обходится в 540 руб., чистый доход оценивается в 405 руб., рентабельность использования 1 т CaCO₃ составляет 75% при дозе CaCO₃ 15 т/га, при 5 т/га – 20%, при 10 т/га – 70%.

Расчеты показывают, что на каждый центнер урожайности семян сои в почве с корневыми и пожнивными остатками остается 1 кг фиксированного азота, который используется последующими культурами, что повышает рентабельность применения извести.

Высокие дозы известковых удобрений не снизили хозяйственные качества семян – содержание в них белка и жира, а значительно высокие урожаи семян обеспечили наибольший выход белка и жира с урожаем семян с каждого гектара посева.

Таким образом, известкование почвы оптимальными дозами CaCO₃ улучшает питательный режим посевов сои, снижает кислотность до нейтральной реакции, повышает азотфиксирующую способность симбиотического аппарата растений, увеличивает накопление фиксированного азота в 1,8 раза по сравнению с возделыванием сои без известкования при высокой рентабельности использования извести.

Литература

1. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Том I. Агрехимия.- М.: Колос.- 1965.- 767с.
2. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. - М.: Агропромиздат.- 1991.- 300с.
3. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка.- М.: МСХА.- 1993.- 268с