

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

Куликова Алевтина Христофоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Захаров Николай Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Хайртдинова Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Пятова Алиса Александровна, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, Бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 55-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: соя, урожайность, цеолит, цеолит, обогащенный аминокислотами и карбамидом, белок, жир.

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения цеолита как в чистом виде, так и обогащенного аминокислотами и карбамидом, в технологии возделывания сои сорта УСХИ-6 на черноземе выщелоченном в условиях Среднего Поволжья. Расчеты коэффициента корреляции зависимости площади листовой поверхности и накопления клубеньков на корнях сои показали, что наиболее тесная связь между признаками наблюдается в фазу бутонизация – цветение культуры. Отмечено, что в фазу всходов и тройчатого листа площадь листовой поверхности практически не различалась по вариантам опыта. В последующие фазы развития (бутонизация, цветение, налив семян) площадь листьев увеличивалась на вариантах с внесением цеолита как в чистом виде, так и цеолита, обогащенного аминокислотами и карбамидом, по сравнению с контролем. Например, на вариантах с внесением цеолита, обогащенного карбамидом с дозой 250 и 500 кг/га площадь листовой поверхности увеличивалась на 10,1-11,5 тыс. м²/га, а на фоне НРК на 16,3-17,2 тыс. м²/га по сравнению с контролем. Отмеченное отразилось на урожайности культуры. Применение цеолита в чистом виде способствовало повышению урожайности зерна сои на 0,21-0,29 т/га, использование в качестве удобрения, обогащенного аминокислотами и мочевиной цеолита – на 0,42-0,60 т/га с улучшением качества продукции. Внесение в почву цеолита и удобрений на его основе обусловило существенное улучшение качества продукции: повысилось в зерне как количество белка, так и жира. При этом большее влияние данные удобрения оказали на содержание белка. Выращивание сои по технологии с применением цеолита и удобрений на его основе экономически целесообразно: наибольший условный чистый доход наблюдали на варианте с внесением азофоски и цеолита, обогащенного карбамидом, в дозе 250 кг/га, что составило 66195 руб/га при себестоимости 11200 т/руб.

Исследования проводятся в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ, выполняемых по заданию МСХ РФ в 2022 году. Регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР 122030200364-7

Введение

Соя – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в современной земледелии. Среди возделываемых культур она выделяется удачным сочетанием питательных веществ. Содержание сбалансированного и легкорастворимого белка составляет 35-45 %, масла -20-25 %, углеводов -20-25 %, минеральных солей -5-6 % и витаминов различных групп.

Возможность успешного возделывания сои в условиях Среднего Поволжья подтверждается данными научных учреждений и производства. В последнее десятилетие темпы прироста посевных площадей культуры в области значительно возросли. К ней существует повышенный интерес со стороны производства. Однако по-

явление сои на полях хозяйств ставит много вопросов по технологии её возделывания, одним из них является система удобрения культуры.

Вопросы, связанные с удобрением сои, остаются актуальными и дискуссионными как с точки зрения её уникальности, так и необходимости повышения продуктивности, а также противоречивости мнений по данной культуре. В первую очередь, это касается азотного питания растений в связи с её азотфиксирующей способностью. Необходимо отметить, что большинство исследователей считает, что при условии создания благоприятных для бобоворизобиального симбиоза условий бобовые культуры, в том числе и соя, способны полностью удовлетворять потребность в азоте за счет процесса азотфикса-

ции [1, 2].

В научной литературе также имеются сведения, что для повышения продуктивности бобовых культур необходимо внесение «стартовых» доз азотных удобрений. Это связано, по мнению авторов, с необходимостью устранения недостатка доступного азота в начале вегетации до периода образования клубеньков на корнях растений [3, 4]. Есть мнение, что для повышения продуктивности и формирования высокой урожайности бобовых культур необходимо сочетать биологический и технический азот [5].

Учитывая вышеперечисленное, большой интерес представляет изучение возможности использования в системе удобрения сои высококремнистых пород как альтернативы минеральным удобрениям, в частности цеолита, как в чистом виде, так и обогащенного азотсодержащими соединениями. В связи с этим целью наших исследований явилось изучение влияния минеральных удобрений, цеолита и цеолита, обогащенного аминокислотами и карбамидом, на продуктивность сои сорта УСХИ-6 на черноземе выщелоченном в условиях лесостепи Поволжья.

Материалы и методы исследований

Изучение влияния удобрений на урожайность и качество зерна сои проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ в 2020-2022 гг. Объектами (материалами) исследований являлись:

– цеолит Юшанского месторождения Ульяновской области с содержанием общего кремния 58,11-69,39 %, в том числе аморфного в среднем 37,66 %;

- цеолит, обогащенный аминокислотами;
- цеолит, обогащенный карбамидом;
- соя сорта УСХИ-6.

Схема опыта включала 14 вариантов: 1 вариант – контроль (без удобрений); 2 вариант – цеолит 250 кг/га; 3 вариант – цеолит 500 кг/га; 4 вариант – цеолит, обогащенный аминокислотами, 250 кг/га; 5 вариант – цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га; 6 вариант – цеолит, обогащенный карбамидом, 250 кг/га; 7 вариант – цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га; 8 вариант – NPK; 9 вариант – NPK + цеолит 250 кг/га; 10 вариант – NPK + цеолит 500 кг/га; 11 вариант – NPK + цеолит, обогащенный аминокислотами, 250 кг/га; 12 вариант – NPK + цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га; 13 вариант – NPK + цеолит, обогащенный карбамидом, 250 кг/га; 14 вариант – NPK + цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднемощный со средним содержанием гумуса, высокой обеспеченностью подвижными (доступными) соединениями фосфора и калия.

Общая площадь одной делянки 72 м², учетной 48 м², размещение их рендомизированное, повторность 3-х кратная.

Все учеты, наблюдения за ростом и развитием культуры, анализы почвенных и растительных образцов проводили по соответствующим методикам и ГОСТам. Уборку урожая осуществляли с площади всей делянки с приведением на 14 % влажность и 100 % чистоту.

Результаты исследований

Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2, 3.

Таблица 1
Максимальная площадь листьев при использовании в системе удобрения сои цеолита и удобрений на его основе, тыс. м²/га

Варианты	2020	2021	2022	В среднем	Отклонение от контроля, ±
1	34,1	39,6	41,1	38,3	
2	39,6	41,2	43,5	41,4	+3,1
3	37,8	41,6	44,1	41,2	+2,9
4	40,1	44,5	48,6	44,4	+6,1
5	41,2	46,3	48,8	45,4	+7,1
6	45,6	48,8	50,7	48,4	+10,1
7	48,3	49,9	51,2	49,8	+11,5
8	45,4	46,4	49,3	47,0	+8,7
9	44,2	48,9	51,5	48,2	+9,9/+1,2
10	45,2	50,3	53,0	49,5	+11,2/+2,5
11	45,6	50,9	56,6	51,0	+12,7/+4,0
12	47,3	51,9	56,9	52,0	+13,7/+5,0
13	48,9	56,8	58,2	54,6	+16,3/+7,6
14	50,4	57,1	58,9	55,5	+17,2/+8,5

Обсуждение

Фотосинтез – уникальный процесс, ему принадлежит основная роль в формировании органического вещества растений. В первую очередь, фотосинтетическая деятельность посевов должна быть направлена на формирование листового аппарата культур. Следует отметить, что при формировании листовой поверхности и ее деятельности ведущую роль играют не только агротехнические приемы возделывания, но и природно-климатические показатели. Неблагоприятные факторы среды, такие как высокая температура, длительные засухи и т.д., приводят к преждевременному старению и отмиранию листьев [6, 7, 8].

Таблица 2

Урожайность сои в зависимости от системы удобрения с применением цеолита, т/га

Вариант	2020	2021	Средняя	Отклонение от контроля, +/-	
				т/га	от фона NPK
Контроль	1,47	1,82	1,64		
Цеолит 250 кг/га	1,62	2,08	1,85	0,21	
Цеолит 500 кг/га	1,67	2,19	1,93	0,29	
Цеолит, обогащенный аминокис-лотами, 250 кг/га	1,65	2,26	1,96	0,31	
Цеолит, обогащенный аминокис-лотами, 500 кг/га	1,76	2,36	2,06	0,42	
Цеолит, обогащенный карба-мидом, 250 кг/га	1,83	2,33	2,08	0,44	
Цеолит, обогащенный карба-мидом, 500 кг/га	1,93	2,55	2,24	0,60	
$N_{40}P_{40}K_{40}$	2,08	2,47	2,28	0,63	0,63
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит 250 кг/га	2,18	2,64	2,41	0,76	0,56
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит 500 кг/га	2,29	2,66	2,47	0,83	0,54
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит, обогащенный аминокислотами, 250 кг/га	2,24	2,60	2,42	0,78	0,46
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га	2,31	2,72	2,52	0,87	0,45
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит, обогащенный карбамидом, 250 кг/га	2,28	2,66	2,47	0,83	0,39
$N_{40}P_{40}K_{40}$ +цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га	2,34	2,78	2,56	0,92	0,32
HCP ₀₅ 1 ф	0,12	0,05			
	2 ф	0,23	0,10		

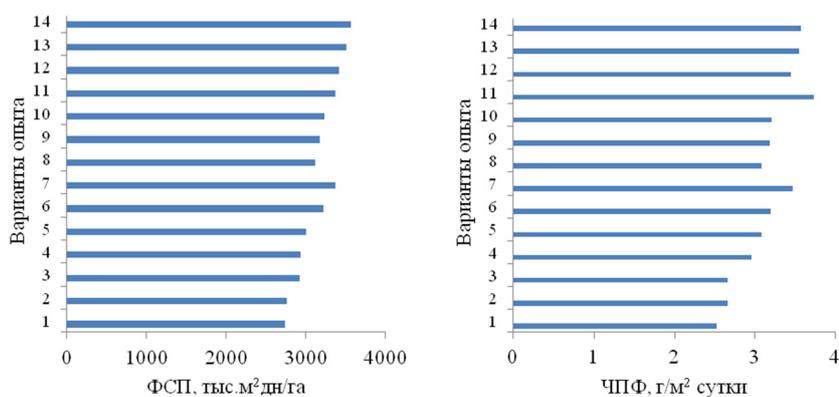


Рис. 1 – Показатели фотосинтетической деятельности посевов сои

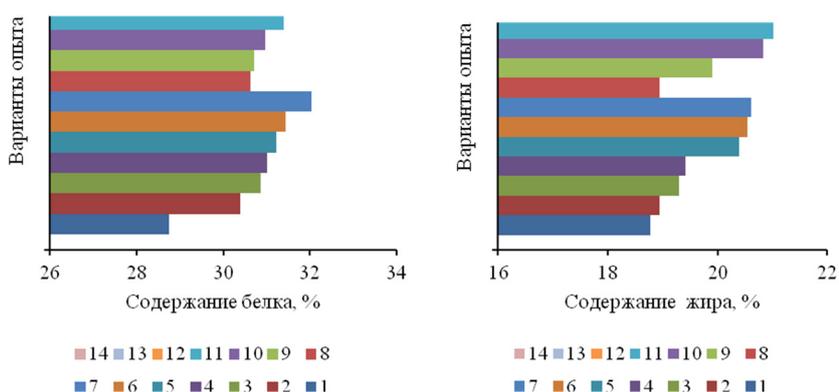


Рис. 2 – Содержание белка и жира в зерне сои в зависимости от удобрения с применением цеолита

Исследованиями установлена прямая зависимость урожайности от площади листьев в посевах культур. Поэтому неотъемлемой частью агрономической науки является поиск приемов, приводящих к улучшению развития и увеличению площади листьев растений [9, 10].

Оптимизация фотосинтетической деятельности посевов осуществляется за счет агротехнических мероприятий, в том числе внесения удобрений. В ходе исследований установили основные закономерности изменения параметров фотосинтетической деятельности посевов сои под влиянием удобрений на основе цеолита в условиях Среднего Поволжья. Несмотря на различные погодные условия в исследуемый период отмечали общую закономерность: растения сои наращивают листовую поверхность до фазы налива семян. В дальнейшем вследствие оттока питательных веществ в генеративные органы растений происходит постепенное отмирание и пожелтение листьев нижнего яруса, что приводит к снижению фотосинтетических показателей. Такие же данные для

условий Среднего Поволжья получены М.Н. Гараниным (2013) [11].

Результаты исследований также свидетельствуют об усилении фотосинтетической деятельности в агрофитоценозах сои при внесении цеолитов и цеолитсодержащих удобрений, что связано с улучшением условий питания растений (табл. 1). В научной литературе отмечается, что цеолиты не только положительно влияют на структуру почвы, увеличивают ее проницаемость, но и выполняют роль пролонгаторов, что дает возможность растениям медленно в течение вегетации использовать элементы питания [12].

Мы проводили подсчеты площади листовой поверхности в следующие фазы развития: тройчатый лист, цветение, налив семян, полный налив семян. Максимальную площадь листовой поверхности сои на всех вариантах опыта наблюдали в фазу налива семян (табл. 1). В фазу всходов и тройчатого листа (начало вегетации) площадь листовой поверхности практически не различалась по вариантам опыта. В фазы бутонизации, цветения, налива семян отмечали увеличение этого показателя на всех вариантах с внесением цеолита как в чистом виде, так цеолита, обогащенного аминокислотами и карбамидом, по сравнению с контролем. Особенно заметна прибавка нарастания листовой поверхности на вариантах с внесением цеолита, обогащенного карбамидом в дозе 250 и 500 кг/га соответственно на 10,1-11,5 тыс. м²/га, а на фоне NPK на 16,3-17,2 тыс. м²/га. Такую же закономерность установили при расчетах фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза (рис. 1).

Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между площадью листовой поверхности и количеством активных клубеньков в посевах сои показал, что наиболее тесная связь между признаками наблюдается в фазу – бутонизация-цветение (коэффициент корреляции (r) равен 0,53, коэффициент детерминации (R²) – 29 %).

Таким образом, использование в технологии возделывания сои в качестве удобрения цеолита, особенно обогащенного аминокислотами и карбамидом, способствовало значительному увеличению общей ассимиляционной способности посевов и повышению интенсивности фотосинтеза на единицу листовой поверхности. Это, несомненно, сказалось на показателях чи-

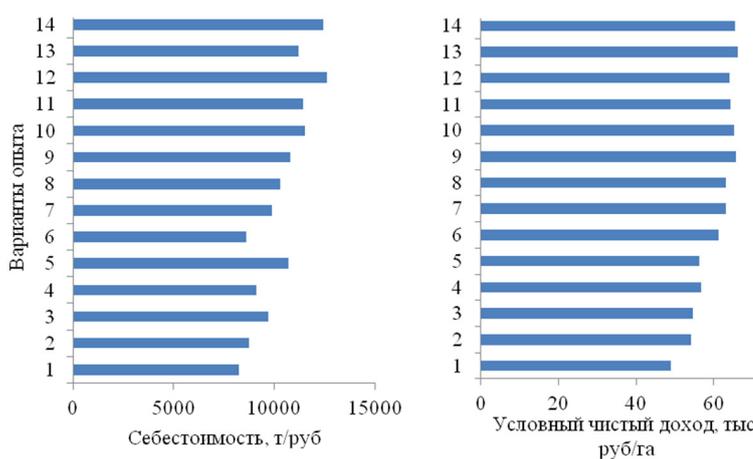


Рис. 3 – Экономическая эффективность технологии возделывания сои с применением цеолита и удобрений на его основе

стой продуктивности фотосинтеза и фотосинтетического потенциала. Например, варианты: цеолит, обогащенный карбамидом, 250 и цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га давали прибавку по показателю ЧПФ +0,67 и 0,95 г/м² сутки по отношению к контролю. Максимальную прибавку ЧПФ посевов сои при включении в опыт минеральных удобрений обеспечивали варианты с цеолитом, обогащенным аминокислотами и карбамидом.

Биологические особенности сои делают ее достаточно востребованной культурой. Соя, благодаря богатому содержанию питательных веществ широко используется как в пищевых, кормовых, так и технических целях. Поэтому вполне закономерен рост посевных площадей культуры как в мире, так и в нашей стране. Однако средняя урожайность сои остается в регионе невысокой. В повышении ее продуктивности очень значительную роль играют удобрения.

Применение в качестве удобрения цеолита в чистом виде в дозе 250 и 500 кг/га способствовало увеличению урожайности сои в среднем на 11 и 15 % соответственно (табл. 2). При внесении в почву обогащенного аминокислотами и карбамидом цеолита, урожайность сои значительно увеличивалась. Необходимо отметить, что аминокислоты имеют размер молекул менее 10-и ангстрем, что обеспечивает их легкое проникновение в поры цеолита. Эта особенность способствует также легкому высвобождению их в почве, и, как следствие, активизируется деятельность микроорганизмов, трансформирующих азот из органической формы в минеральные (NH₄⁺NO₃⁻).

Таким образом, исследования показали,

что применение цеолита в чистом виде в дозе 250 и 500 кг/га обеспечивает увеличение урожайности сои на 0,21-0,29 т/га. Однако преимущество оставалось за вариантами, где использовали обогащенный аминокислотами и мочевиной цеолит. Прибавка урожайности семян сои составила 0,31-0,60 т/га в среднем за годы исследований (табл. 2).

Расчеты $НСР_{05}$ показали, что разница между вариантами с цеолитом, обогащенным аминокислотами и карбамидом, недостоверна. Следовательно, можно сделать вывод, что влияние их на формирование урожайности культуры относительно одинаковое.

На минеральном фоне наблюдалась более высокая урожайность сои, однако она обусловлена техническим азотом.

В работах ученых встречается много данных по изучению влияния технологий выращивания на содержание белка и жира в семенах сои, которые достаточно противоречивы. Противоречия обусловлены различными условиями возделывания, реакцией сортов на изменение питательного режима растений в конкретных почвенно-климатических зонах, наличием влаги в почве и другими факторами [13, 14, 15]. Следовательно, для реализации генетического потенциала сои и улучшения качественных показателей урожая по сбору белка и жира необходима оптимизация агротехнических приемов возделывания, в том числе за счет применения удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях.

Существует мнение, что содержание белка в семенах сои в основном определяется почвенно-климатическими условиями, уровнем обеспеченности элементами питания и может находиться в пределах от 24 до 60 %. Для условий лесостепи Среднего Поволжья на черноземе выщелоченном отмечается содержание белка в урожае сои в пределах от 25 до 40 % [3, 16]. В наших опытах внесение цеолита способствовало повышению содержания белка. Так, при использовании цеолита в чистом виде как в дозе 250, так и в дозе 500 кг/га содержание белка на этих вариантах по сравнению с контролем увеличилось на 1,73 и 1,96 % соответственно в 2020 и 1,2 и 2,27 % в 2021 гг. Значительное улучшение условий питания при внесении в почву цеолита, обогащенного аминокислотами и карбамидом, способствовало увеличению содержания белка до 32 % (рис. 2). Максимальную разницу по содержанию белка наблюдали между контролем и вариантами с внесением цеолита, обогащен-

ного карбамидом в дозе 500 кг/га как на фоне NPK, так и без минеральных удобрений. В среднем за два года содержание белка на этих вариантах составило 32,03 и 32,23 % соответственно.

Внесение цеолита в чистом виде в дозе 250 и 500 кг/га приводило также к увеличению накопления жира: прибавка составила по сравнению с контролем +1,65 и 2,12 %. При внесении цеолита, обогащенного аминокислотами и карбамидом, данный показатель повысился до 3,28-3,43 %. В научной литературе имеются сведения, что содержание белка и жира в семенах сои характеризуется отрицательной корреляционной зависимостью. В наших исследованиях применение цеолита и удобрений на его основе приводило (как показано выше) к повышению содержания в зерне сои как белка, так и жира. Необходимо отметить, что существенную роль в процессах накопления белка и жира играют погодные условия конкретного года [17, 18]. В связи с этим были рассчитаны уравнения регрессии зависимости содержания белка и жира от суммы активных температур за вегетацию. Расчеты показали, что накопление жира в зерне сои сорта УСХИ-6 в большей степени зависело от суммы активных температур за вегетационный период [1], чем накопление белка [2]. Уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$Y = 0,005x + 6,7641; R^2 = 0,47 [1]$$

$$Y = -0,0024x + 37,619; R^2 = 0,14 [2].$$

При выращивании сои по технологии с применением цеолита и удобрений на его основе максимальный условный чистый доход был получен на варианте с применением цеолита, обогащенного карбамидом в дозе 500 кг/га – 62988 руб. на гектар при себестоимости продукции 9881 руб./т (рис. 3). Включение в опыт минерального фона приводило к повышению уровня себестоимости продукции. Наибольший доход получен при совместном внесении азотфоски и цеолита, обогащенного карбамидом в дозе 250 кг/га – 66195 руб/га при себестоимости 11200 т/руб.

Заключение

Соя в различных погодных условиях Ульяновской области способна формировать урожайность зерна на достаточно высоком уровне (до 3,00 т/га). В условиях Среднего Поволжья использование в технологии возделывания сои цеолита, в том числе обогащенного аминокислотами и карбамидом, способствовало достоверному увеличению урожайности зерна на 0,21-0,92 т/га, содержания белка и жира, обе-

спечивая повышение условного чистого дохода.

Библиографический список

1. Посыпанов, Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка / Г.С. Посыпанов. – Москва. – 1996. – 278 с.
2. Моисеев, А.А. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи / А.А. Моисеев, Ш.И.Ахметов. Саранск. Изд-во Мордовского университета. – 2008. – 212 с.
3. Дробышева, Н. И. Влияние удобрений на образование клубеньков и урожай сои / Н.И. Дробышева // Агрохимия. – 2000. – № 2. – С.59-61.
4. Хадиков, А.Ю. Влияние различных систем удобрений на урожай сои в РСО-Алания / А.Ю. Хадиков // Бюллетень ВИУА. – 2003. – № 18. – С. 162-164.
5. Лабынцев, А.В. Симбиотическая азотфиксация бобовых в севооборотах при систематическом внесении минеральных и органических удобрений / А.В. Лабынцев // Агрохимия. – 1997. – № 11. – С.35-42.
6. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория изучения высоких урожаев /А.А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1956. – С. 54-61
7. Шарушов, Р. Влияние различных приемов основной обработки почвы на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая семян гороха и сои / Р. Шарушов, А. Дозоров, А. Наумов, М. Гаранин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. № 2. – С. 47-50.
8. Наумов, А.Ю. Влияние приёмов предпосевной обработки семян на симбиотическую активность и продуктивность сортов сои в лесостепи Поволжья. Дисс. на соискание уч. степени канд. наук. Ульяновск. – 2004. – 127 с.
9. Записоцкий, Д.Н. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от применения в технологии ее возделывания регуляторов роста / Д.Н. Записоцкий, А.Я. Барчукова // Плодородие. – № 6. – 2018. – С. 26-28
10. Синеговская, В.Т. Фотосинтетическая деятельность и формирование урожая нового скороспелого сорта сои Сентябринка в зависимости от уровня минерального питания / В.Т. Синеговская, А.А. Урюпина, И.В. Ануфриев // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – № 4. – 2021. – С. 48-52.
11. Гаранин, М.Н. Формирование продукционного процесса и урожайности зерновых бобовых культур под влиянием бактериальных препаратов и микроэлементов. Дисс. на соискание уч. степени канд. наук. Ульяновск, 2013. – 18 с.
12. Мухаметдинова, Г.А. Влияние органических удобрений и цеолита Тузбекского месторождения на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях степного Зауралья Республики Башкортостан / Г.А. Мухаметдинова, М.Б. Суюндукова, Т.С. Атанов // Современная экология – наука XXI века. Матер. международ. науч.-практ. конф. Рязань: РГУ. – 2008. – С. 287-289.
13. Баранов, В.Ф. Реакция сортов сои Альба и Славия на способ посева / В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин, Уго Аламиро Торо Корреа // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2011. – Вып. 1 (146–147). – С. 67–72
14. Козырев, В.В. Урожайность и показатели качества семян сои при различных элементах технологии выращивания на орошаемых землях юга Украины / В.В. Козырев // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – № 1 (157–158). – С. 59-62.
15. Гаврилин, Д.С. Влияние сроков посева на урожайность и посевные качества семян сортов сои отечественной и зарубежной селекции в условиях Тамбовской области / Д.С. Гаврилин, С.И. Полевщиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 3 (15). – С. 9-15.
16. Моисеев, А.А. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи / А.А. Моисеев, Ш.И.Ахметов. Саранск. Изд-во Мордовского университета. – 2008. – 212 с.
17. Demorest, Z.L. Direct stacking of sequencespecific nuclease-induced mutations to produce high oleic and low linolenic soybean oil / Z.L. Demorest, A. Coffman, N.J. Baltes, T.J. Stoddard, B.M. Clasen, S. Luo, A. Retterath, A. Yabandith, M.E. Gamo, J. Bissen // BMC Plant Biol. – 2016. – 16(1). – 225p.
18. Huang, H. Near infrared spectroscopy for in-line monitoring of quality in foods and beverages // J. Food Eng. – 2008. – № 87. – P. 303-313.

EFFICIENCY OF ZEOLITE-BASED FERTILIZERS IN SOYBEAN CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE VOLGA REGION

Kulikova A. Kh., Zakharov N. G., Khairtdinova N. A., Pyatova A. A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1; tel.: 8(8422) 55-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

Key words: soybean, yield, zeolite, zeolite enriched with amino acids and carbamide, protein, fat.

The article presents results of the studies on effectiveness of zeolite application, both in pure form and enriched with amino acids and carbamide, in soybean cultivation technology of USKHI-6 variety on leached lack soil in the conditions of the Middle Volga region. Calculations of correlation coefficient of dependence of the leaf surface area and the accumulation of nodules on soybean roots showed that the closest relation between the traits is observed in the budding - flowering phase. It was noted that in the phases of germination and trifoliolate leaves, the area of the leaf surface practically did not differ among the variants of the experiment. As far as subsequent phases of development (budding, flowering, seed filling) is concerned, the leaf area increased in the variants with zeolite application both in pure form and enriched with amino acids and carbamide compared with the control. For example, the leaf surface area increased by 10.1-11.5 thousand m²/ha in the variants with introduction of zeolite enriched with carbamide at a dose of 250 and 500 kg/ha, and by 16.3-17.2 thousand m²/ha in case of NPK application compared with the control. It influenced the crop yields. The application of pure zeolite contributed to an increase of soybean grain yield by 0.21-0.29 t/ha, whereas introduction of zeolite enriched with amino acids and carbamide as a fertilizer increased yield by 0.42-0.60 t/ha with improved product quality. The introduction of zeolite and fertilizers based on it into the soil led to a significant improvement of product quality: the amount of protein and fat increased in the grain. At the same time, these fertilizers had a greater impact on the protein content. Soybean cultivation using zeolite and fertilizers based on it is economically feasible: the highest conditional net income was observed in the variant with introduction of azophoska and zeolite enriched with carbamide at a dose of 250 kg/ha, which amounted to 66195 rubles/ha at a cost of 11200 t/rubles.

Bibliography:

1. Posypanov, G. S. Biological nitrogen. Problems of ecology and vegetable protein: monograph / G. S. Posypanov. - Moscow, 1996. - 278 p. - ISBN 978-5-16-010144-6.
2. Moiseev, A. A. Symbiotic nitrogen and productivity of agriculture in the conditions of the southern forest-steppe: monograph / A. A. Moiseev, Sh. I. Akhmetov. - Saransk: Publishing house of the Mordovian University, 2008. - 212 p. - ISBN 978-5-7103-1804-1.
3. Drobysheva, N. I. Influence of fertilizers on formation of nodules and soybean yield / N. I. Drobysheva // Agrochemistry. - 2000. - No 2. - P. 59-61.
4. Khadikov, A. Yu. Influence of various fertilizer systems on soybean yield in North Ossetia-Alania / A. Yu. Khadikov // Vestnik of the All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agrosoil Science. - 2003. - No 18. - P. 162-164.
5. Labyntsev, A. V. Symbiotic nitrogen fixation of legumes in crop rotations with systematic application of mineral and organic fertilizers / A. V. Labyntsev // Agrochemistry. - 1997. - No 11. - P. 35-42.
6. Nichiporovich, A. A. Photosynthesis and the theory of study of high yields / A. A. Nichiporovich // XV Timiryazev Readings. - Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1956. - P. 54-61.
7. Influence of various methods of primary tillage on photosynthetic activity and harvest formation of pea and soybean seeds / R. Sharushov, A. Dozorov, A. Naumov, M. Garanin // International Agricultural Journal. - 2017. - No 2. - P. 47-50.
8. Naumov, A. Yu. Influence of presowing treatment of seeds on symbiotic activity and productivity of soybean varieties in the forest-steppe of the Volga region: spec. 06.01.09: dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / Naumov Alexander Yurievich; Penza State Agricultural Academy. - Penza, 2004. - 127 p.
9. Zapisotsky, D.N. Photosynthetic activity of soybean plants depending on application of growth regulators in its cultivation technology / D.N. Zapisotsky, A.Ya. Barchukova // Soil Fertility. - 2018. - No 6. - P. 26-28.
10. Sinegovskaya, V. T. Photosynthetic activity and harvest formation of a new early-ripening soybean Sentyabrinka variety depending on the level of mineral nutrition / V. T. Sinegovskaya, A. A. Uryupina, I. V. Anufriev // Vestnik of the Russian Agricultural Science. - 2021. - No 4. - P. 48-52.
11. Garanin, M. N. Formation of production process and productivity of grain legumes under the influence of bacterial preparations and microelements: spec. 06.01.01: dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences / Garanin Mikhail Nikolaevich; Penza State Agricultural Academy. - Ulyanovsk, 2013. - 18 p.
12. Mukhametdinova, G. A. Influence of organic fertilizers and zeolite of Tuzbek deposit on productivity of agricultural crops in the conditions of the steppe Trans-Urals of the Republic of Bashkortostan / G. A. Mukhametdinova, M. B. Suyundukova, T. S. Atanov // Modern ecology - science of the XXI century: materials of the International scientific and practical conference. - Ryazan: RSU, 2008. - P. 287-289.
13. Baranov, V. F. Reaction of Alba and Slavia soybean varieties to the sowing method / V. F. Baranov, V. L. Makhonin, Hugo Alamiro Toro Correa // Oil cultures. Scientific and technical Vestnik of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. - 2011. - Issue. 1(146-147). - P. 67-72.
14. Kozyrev, V. V. Yield and quality parameters of soybean seeds with different elements of cultivation technology on irrigated lands in the south of Ukraine / V. V. Kozyrev // Oil crops. Scientific and technical Vestnik of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. - 2014. - No 1 (157-158). - P. 59-62.
15. Gavrilin, D. S. Influence of sowing time on yield and sowing qualities of seeds of soybean varieties of domestic and foreign selection in the conditions of Tambov region / D. S. Gavrilin, S. I. Polevshchikov // Grain legumes and cereals. - 2015. - No 3 (15). - P. 9-15.
16. Moiseev, A. A. Symbiotic nitrogen and productivity of agriculture in the conditions of the southern forest-steppe: monograph / A. A. Moiseev, Sh. I. Akhmetov. - Saransk: Publishing house of the Mordovian University, 2008. - 212 p. - ISBN 978-5-7103-1804-1.
17. Direct stacking of sequencespecific nuclease-induced mutations to produce high oleic and low linolenic soybean oil / Z. L. Demorest, A. Coffman, N. J. Baltes, T. J. Stoddard, B. M. Clasen, S. Luo, A. Retterath, M. E. Gamo, J. Bissen // BMC Plant Biol. - 2016. - 16(1). - 225 p.
18. Near infrared spectroscopy for / H. Huang, H. Yu, H. Xu, Y. Ying // In-line monitoring of quality in foods and beverages / J. Food Eng. - 2008. - No 87. - P. 303-313.