

Совершенствование минерального питания сои в Белгородской области

С.Е. Иванова и С.В Лукин

Исследования, проведенные на черноземе типичном в Белгородской области показали, что дефицит серы в почве может быть одним из факторов, ограничивающих продуктивность сои в этом регионе.

В Центральном федеральном округе в 2018 г. было сосредоточено около 31% посевных площадей сои или 0.91 млн. га (РОССТАТ, 2019). Основной соепроизводящий регион в ЦФО – Белгородская область. В Белгородской области начали возделывать сою сравнительно недавно – 15 лет назад. Однако, из-за активного развития в этом регионе животноводства посевная площадь под соей увеличивалась очень быстро и достигла 0.23 млн. га к 2018 году (РОССТАТ, 2019). Урожайность сои также постепенно растет, однако все еще остается на относительно низком уровне. Средняя урожайность сои за последние 5 лет (2014-2018) в Белгородской области составляет 1.9 т/га (РОССТАТ, 2019), что существенно ниже средней урожайности, которую получают в США на той же широте. Согласно нашей оценке в Белгороде удобряются примерно 95% посевов сои, а средние дозы внесенных удобрений составляют 65, 13 и 5 кг/га для азотных, фосфорных и калийных удобрений соответственно, что существенно ниже доз Р и К удобрений по сою в США. Таким образом, в Белгородской области соя в основном использует последствие фосфорных и калийных удобрений, внесенных под предшествующие культуры севооб-

рота. Для достижения более высокой продуктивности сои в этом регионе необходима разработка научно-обоснованных рекомендаций по применению минеральных удобрений, а также совершенствование других агротехнических приемов при возделывании сои – выбор сор-та, определение оптимальных сроков посева, ширины междурядий и т.д.

В 2015 году Международный институт питания растений (IPNI) совместно с БелГУ начал научно-исследовательский проект, направленный на изучение отзывчивости сои на возрастающий уровень минерального питания. В рамках этого проекта в Краснояружском районе Белгородской области были проведены полевые опыты с соей на черноземе типичном тяжелосуглинистом. Опыты проводились в производственных посевах в 2015, 2016 и 2018 годах. Почва имела среднее содержание гумуса и близкую к нейтральной реакцию среды. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора находилась в диапазоне от высокой до очень высокой, обеспеченность подвижными формами калия была высокой, а уровень содержания подвижной серой - низким. Подробная агрохимическая характеристика почвы представлена в **табл. 1**.

Схема опытов включала следующие варианты: 1) контроль (без удобрений), 2) N18; 3) N9P40; 4) N9P40K60; 5) N9P40K60S10. Удобрения вносились взбросом, весной под предпосевную культивацию. Размер делянок – 84 м², повторность трехкратная. В опытах использовали раннеспелый сорт Ланцентная (продолжительность вегетационного периода 91-105 суток). Максимальная урожайность этого сорта 2.9 т/га была получена в 2003 году. Предшествующей культурой в севообороте была озимая пшеница.

Погодные условия вегетационного периода в годы исследований сильно различались: сезон 2015 года был засушливым и относительно теплым, сезон 2016 года – был более благоприятным: осадков выпало выше нормы и средняя температура воздуха была также выше среднемноголетних значений (**рис. 1**). Наиболее благоприятным для получения высокой урожайности сои был сезон 2018 года, в котором в течении основного периода вегетации (с июня по август) выпало достаточное количество осадков, а средняя температура воздуха была выше среднемноголетних значений, но ниже, чем в сезоне 2016 года (**рис. 1**).

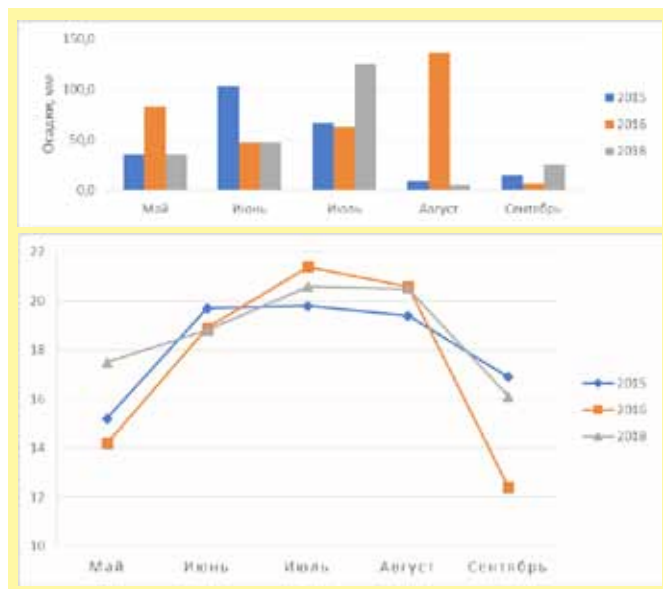


Рис. 1. Месячные суммы осадков (мм) и средняя температура воздуха (°С) в течение вегетационных сезонов 2015, 2016, и 2018 года.

Таблица 1. Исходная агрохимическая характеристика почвы (0-25 см) в полевом опыте, Краснояружский район, Белгородская область.							
Тип почвы	Гумус, %	рН (H ₂ O)	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Подвижный	Подвижный	S-SO ₄
					P ₂ O ₅ по Чирикову	K ₂ O по Чирикову	
мг/кг почвы							
Чернозем типичный	4.7-5.0	6.3-6.9	4.1-8.4	11.3-18.7	102-254	120-154	0.2-4.1

Таблица 2. Урожайность зерна сои (влажность зерна 14%)					
Вариант опыта	2015	2016	2018	Средняя за 3 сезона	Прибавка, %
	т/га				
Контроль	2.57	2.50	2.54	2.54	-
N ₁₈	2.57	2.58	2.63	2.59	2
N ₉ P ₄₀	2.62	2.58	2.79	2.66	5
N ₉ P ₄₀ K ₆₀	2.61	2.68	2.83	2.71	7
N ₉ P ₄₀ K ₆₀ S ₁₀	2.64	2.73	3.13	2.83	11
HCP _{0.05}	-	0.05	0.33		

За все годы исследований в вариантах без внесения серы диагностировались визуальные признаки дефицита серы у растений сои (рис. 2). Дефицит серы у растений проявляется на самых молодых верхних листьях, которые становятся бледно-желтыми (рис. 3). Жилки и межжилковые ткани желтеют равномерно. Нижние листья обычно остаются зелеными, так как сера малоподвижна в растениях и при недостаточном поступлении из почвы слабо реутилизируется из старых листьев в молодые. Хлороз, наблюдаемый при дефиците серы, напоминает недостаток азота. Однако, дефицит азота сначала проявляется на старых листьях, поскольку для азота характерна высокая подвижность в растении.

Лабораторный анализ зерна сои также подтвердил дефицит серы в зерне сои. Среднее содержание серы в зерне сои находилось в диапазоне от 2.3 до 2.5 гS/kg, что было существенно ниже опубликованных критических значений 3.93 гS/kg (Divito и др., 2015), 3.3 гS/kg (Kaiser и Kim, 2013) и 2.7 гS/kg (Salvagiotti и др., 2012). Соотношение N:S в зерне сои было в диапазоне от 21.8 до 23.4, что также существенно ниже критических значений полученных Divito с соавт. (2015) – 13.5, и близко к критическим значениям, полученным Kaiser и Kim (2013) – 22.

За все годы исследований максимальная средняя урожайность сои была получена в варианте с внесением серы - N9P40K60S10 (табл. 2). В этом варианте опыта средняя прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 11%. Средние прибавки урожайности сои в вариантах

с внесением NP и NPK были ниже и составили соответственно 5% и 7% по сравнению с контролем. Полученные результаты показывают, о необходимости включения серосодержащих удобрений в систему удобрения сои.

За все годы проведенных исследований максимальная урожайность сои (3.13 т/га) была получена в год с наиболее благоприятными погодными условиями – в сезоне 2018 года, в варианте с внесением серы - N9P40K60S10. В этот же год наблюдалась максимальная отзывчивость сои на внесение минеральных удобрений (табл. 2). При этом прибавка урожайности была более 23%, а окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила 5 кг зерна.

При достижении максимальной урожайности (3.13 т/га) общий вынос азота, фосфора, калия и серы составил соответственно 202.7, 54.6, 117.3 и 9.1 кг/га. Расчет индекса урожайности - отношения общего выноса элемента питания к его выносу зерном, показал, что большая часть элементов питания отчуж-



Рис. 2. Визуальные признаки дефицита серы в посевах сои, сорт Ланцетная, Краснояружский р-н, Белгородская область, 2016. Автор фото - Иванова С.Е.



Рис. 3. Визуальные признаки дефицита серы у сои, сорт Ланцетная, Краснояружский р-н, Белгородская область, 2018. Автор фото - Иванова С.Е.

Элемент	Вынос с зерном кг/га	Общий вынос кг/га	Индекс урожайности ¹ %
N	164.0	202.7	81
P ₂ O ₅	43.6	54.6	80
K ₂ O	61.2	117.3	52
S	5.01	9.1	55

¹ – Индекс урожайности: отношение общего выноса элемента питания к его выносу зерном.

дается с зерном сои, поэтому для получения высокой и устойчивой продуктивности сои необходимо восполнять вынос этих элементов питания внесением адекватных доз удобрений (табл. 3).

В среднем на формирование 1 тонны зерна сои с учетом побочной продукции расходовалось 58.3, 23.2, 43.9 и 4.1 кг азота, фосфора, калия и серы соответственно (табл. 4). Полученные значения согласуются с опубликованными данными для азота и серы, но выше для фосфора и калия (Bender и др., 2015; Barth и др., 2018). Полученные коэффициенты выноса необходимо учитывать при расчете доз минеральных удобрений.

Кроме того, сбалансированное внесение минеральных удобрений приводило к существенному росту сбора белка с 1 гектара. Средняя за 3 года исследований прибавка сбора белка в варианте опыта N9P40K60S10 по сравнению с контролем составила 16% (табл. 5).

Установленная в опытах отзывчивость сои на внесение серосодержащих удобрений имеет большое практическое значение, поскольку более 95% пахотных почв в Белгородской области имеют низкое содержание подвижной серы (содержание S-SO₄ < 6 мг/кг) (Лукин, 2017). Дефицит серы может быть одним из факторов, ограничивающих достижение высокой продуктивности сои в этом регионе.

Элемент	кг/т зерна
N	58.3
P ₂ O ₅	23.2
K ₂ O	43.9
S	4.1

Вариант опыта	Сбор белка, кг/га	Прибавка, %
Контроль	765	-
N18	774	1
N9P39	787	3
N9P39K60	829	8
N9P40K60S10	886	16

С.Е. Иванова – Вице-президент МИПР по Восточной Европе и Центральной Азии, e-mail: sivanova2345@gmail.com.

С.В. Лукин – профессор, зав. кафедрой Агроэкологии БелГУ; e-mail: serg.lukin2010@yandex.ru.

Литература

- Лукин С.В. 2017. Почвоведение, №11: 1367-1376.
 РОССТАТ, 2019. www.gks.ru
 Barth G., Francisco E., Suyama J.T. 2018. Better Crops, Vol. 102, 2: 11-14.
 Bender R.R., Haegerle J.W., Below F.E. 2015. Agronomy Journal 107:563-573.
 Divito G.A., Echeverria H.E., Andrade F.H., Sadras V.O. 2015. Field Crop Research 180: 165-175.
 Kaiser D.E., Kim K. 2013. Agronomy Journal 105: 1189-1198.
 Salvagiotti F., Ferraris G., Quiroga A., Barraco M., Vivas H., Prystupa P., Echeverria H., Boem F.H.G. 2012. Field Crop Research 135: 107-115.

Динамика поглощения элементов питания современными высокопродуктивными сортами сои

Г. Барт, Э. Франциско, Дж.Т. Суяма и Ф. Гарсия

Соя стала основной культурой в Бразилии как по посевной площади, так и по валовому сбору. Потребление же элементов питания соей выше, чем у других сельскохозяйственных культур. Урожайность сои на полях, где выращиваются высокопродуктивные сорта, в два раза выше среднего показателя по стране. Отсюда возникает вопрос о том, как это сказывается на потребности культуры в элементах питания.

Изучение динамики поглощения элементов питания соей показало, что больше всего она потребляет N и K, и при этом для калия характерна максимальная скорость поглощения (63 % от общего количества калия поглощается до налива семян). За счет реутилизации из листьев, стеблей и черешков в семена поступает значительное количество N, P, K, S, Cu и Zn, в то время как Mg, B и Fe реутилизуются только из листьев.

В Бразилии сою начали возделывать в 1882 г. Она стала важной зерновой культурой сначала в штате Риу-Гранди-ду-Сул – самом юж-

ном штате страны, и это произошло в течение первого десятилетия XX века. В настоящее время соя доминирует в растениеводстве страны. Средняя