

# Совершенствование минерального питания сои в Краснодарском крае

В.В. Носов, Н.М. Тишков и В.Л. Махонин

*Исследования, проведенные на черноземах выщелоченных и обыкновенных Краснодарского края, свидетельствуют о том, что при дефиците осадков и высоких температурах, наблюдающихся в конце июля-начале августа, наиболее полная реализация потенциала биологической урожайности достигается у более раннеспелых сортов сои, обладающих хорошей отзывчивостью на применение минеральных удобрений.*

**В** Южном федеральном округе в 2017 г. было сосредоточено порядка 8% посевных площадей сои или 0.2 млн га (РОССТАТ, 2018), а основной соеопроизводящий регион на юге страны – это Краснодарский край. В среднем за последние 5 лет (2013-2017 гг.) в Краснодарском крае минеральные удобрения получали лишь 27% площадей, занятых данной культурой, при дозах N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O, составляющих соответственно 24, 27 и 9 кг/га на удобренных площадях (РОССТАТ, 2018). Таким образом, соя в основном использует последствие удобрений, внесенных под предшествующие культуры севооборота.

Рекомендации по минеральному питанию сои на юге страны требуют уточнения и проработки в современных условиях. Дефицит осадков и высокие температуры воздуха, нередко наблюдаемые в конце июля-начале августа, часто приходится на фазу налива семян у сортов средней группы спелости. Подобные климатические условия не позволяют реализовать высокий потенциал урожайности данной группы сортов. В этой связи важно понимать, какая система применения удобрений под сою будет агрономически и экономически оправданной.

Изучение возрастающих уровней минерального питания сои на черноземе выщелоченном Краснодарского края свидетельствует о том, что оптимальный уровень минерального питания для данной культуры составляет N40P80K40 (Онищенко, 2015). В указанных исследованиях соя, выращиваемая после озимой пшеницы, незначительно отзывалась и на применение более высоких доз удобрений (N60P120K60).

Внесение N30P45K30 под сою на черноземе обыкновенном Ростовской области способствовало получению максимальной урожайности семян – на 25% выше по сравнению со средней практикой хозяйств, которая включала внесение N9P40 (Nosov и др.,



Общий вид полевого опыта на черноземе обыкновенном (14 августа 2016 г.).

2014). Прибавка урожайности в результате применения азотных удобрений в дозе 30 кг/га не всегда была достоверной, однако данная доза азота способствовала существенному повышению содержания белка в семенах сои.

При возделывании сои в условиях орошения на черноземе обыкновенном Ростовской области для получения максимальной урожайности рекомендовано применять минеральные удобрения в дозах N60P45K30-60 под предпосевную культивацию (Гужвин, 2003). При этом почвы характеризовались высокой обеспеченностью подвижным калием и средней – подвижным фосфором.

Что же касается некорневых подкормок сои, то наибольшее повышение урожайности семян и сбора белка на черноземе выщелоченном Краснодарского края достигалось при использовании молибдата аммония и комплексного удобрения, содержащего Fe, Mn, Zn, Cu, Ca (в хелатной форме), а также В и Мо (в неорганической форме), в фазе начала цветения (Тишков и Дряхлов, 2016).

Таблица 1. Исходная агрохимическая характеристика почв в полевых опытах.

Тип/подтип почвы	Район проведения (годы)	Гумус, %	рН (Н <sub>2</sub> О)	N-NO <sub>3</sub>	Подвижный фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Подвижный калий по Мачигину (K <sub>2</sub> O)
					По Олсену	По Мачигину	
мг/кг почвы							
Чернозем обыкновенный	Кореновский р-н, ФГУП «Березанское»(2014-2016)	3.2-3.4	6.8-7.2	13-29	35-42	25-35	352-431
Чернозем выщелоченный	г. Краснодар, Опытное поле ВНИИМК (2014-2016)	2.9-3.5	5.4-6.6	12-28	37-39	26-29	395-461
Лугово-черноземная почва	Абинский р-н, ООО «НИРИС» (2014)	3.6	7.0	5	59	48	237

**Таблица 2.** Урожайность сои сорта Вилана в 2014 г. (т/га).

Вариант опыта	Удобрения, сроки и способы внесения	Чернозем обыкновенный	Чернозем выщелоченный	Лугово-черноземная почва
Контроль	-	1.44	1.43	1.86
N <sub>18</sub>	Карбамид при посеве	1.43	1.52	1.96
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub>	Аммофос при посеве	1.44	1.32	1.91
N <sub>9</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	Хлористый калий под предпосевную культивацию, аммофос при посеве	1.37	1.32	1.86
N <sub>18</sub> P <sub>78</sub>	Аммофос при посеве	1.44	1.46	1.98
N <sub>18</sub> P <sub>78</sub> K <sub>60</sub>	Хлористый калий под предпосевную культивацию, аммофос при посеве	1.27	1.40	1.71
НСР <sub>0,05</sub>		0.12	0.16	0.24

*Примечания:*  
инокуляция проводилась методом комплексного предпосевного инкрустирования семян;  
удобрения при посеве вносились на 2 см глубже и на 2 см в сторону от семян.

Цель наших исследований – изучение отзывчивости сои на разные системы применения удобрений и уточнение существующих рекомендаций по минеральному питанию сои в Краснодарском крае. Полевые опыты проводились в западной, центральной и северной природно-климатических зонах края соответственно на лугово-черноземной почве (2014 г.), черноземе выщелоченном (2014-2016 гг.) и черноземе обыкновенном (2014-2016 гг.). Информация по районам проведения опытов и исходная агрохимическая характеристика почв даются в **табл. 1**. Почвы имели достаточно низкое содержание гумуса и реакцию среды от слабокислой (чернозем выщелоченный) до нейтральной (чернозем обыкновенный и лугово-черноземная почва). Обеспеченность почв подвижными формами фосфора и калия находилась в диапазоне от средней до высокой.

В северной и центральной зонах края предшественником сои была озимая пшеница, а в западной – рис. В 2014 г. в опытах возделывался сорт Вилана (вегетационный период – 115-118 дней), в 2015 г. – сорта Вилана и Славия (105-112 дней), а в 2016 г. – сорт Лири (90-100 дней). Непосредственно перед посевом проводилась инокуляция методом комплексного предпосевного инкрустирования семян (КПИС). Семена обрабатывали торфяным инокулянтом с использованием жидкого адьюванта-прилипателя, в который добавлялся молибдат аммония

из расчета 50 г  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ /т семян. Соя возделывалась в широкорядном посеве с междурядьями 70 см с использованием агротехники, рекомендованной ВНИИМК. Размер делянок – 56-112 м<sup>2</sup> в зависимости от места проведения опыта с систематическим размещением вариантов, повторность – четырехкратная. Проводился комбайновый учет урожайности.

Погодные условия вегетационного периода в 2014 г. характеризовались как неблагоприятные для сортов сои средней группы спелости вследствие недостаточного количества выпавших осадков (в среднем на четверть меньше многолетней нормы) и крайне неравномерного их распределения по периодам вегетации, а также аномально высокой, значительно выше среднееголетних значений, температуры воздуха. В фазу образования бобов и налива семян – с середины июля и далее в течение всего августа повсеместно установилась аномально жаркая погода с практически полным отсутствием осадков.

Схема опытов в 2014 г. включала следующие варианты: 1) контроль (без удобрений); 2) N18; 3) N9P39; 4) N9P39K60; 5) N18P78; 6) N18P78K60. Удобрения, а также сроки и способы их внесения указаны в **табл. 2**. Продуктивность сои сорта Вилана в данном сезоне была достаточно низкой. Максимальная урожайность семян (1.98 т/га) получена в рисовом севообороте. Ни в одном из опытов не отмечалось

**Таблица 3.** Урожайность сои сортов Славия и Вилана в 2015 г. (т/га).

Вариант опыта	Удобрения, сроки и способы внесения	Чернозем обыкновенный (сорт Славия)	Чернозем выщелоченный (сорт Вилана)
Контроль	-	1.93	1.58
N <sub>18</sub>	Карбамид при посеве	2.02	1.64
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub>	Аммофос при посеве	2.02	1.66
N <sub>6</sub> P <sub>26</sub> K <sub>18</sub>	Аммофос и хлористый калий при посеве	2.06	1.66
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub>	Аммофос при посеве	2.03	1.65
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> K <sub>18</sub>	Аммофос и хлористый калий при посеве	2.03	1.65
НСР <sub>0,05</sub>		0.09	0.08

*Примечания:*  
инокуляция проводилась методом комплексного предпосевного инкрустирования семян;  
удобрения при посеве вносились на 2 см глубже и на 2 см в сторону от семян.



**Таблица 4.** Урожайность сои сорта Лира в 2016 г. (т/га).

Вариант опыта	Удобрения, сроки и способы внесения	Чернозем обыкновенный	Чернозем выщелоченный
Контроль	-	2.47	2.35
Некорневая подкормка	Начало цветения	2.63	2.50
$N_6P_{26}$ + некорневая подкормка	Аммофос при посеве, некорневая подкормка в начале цветения	2.77	2.63
$N_6P_{26}K_{18}$ + некорневая подкормка	Аммофос и хлористый калий при посеве, некорневая подкормка в начале цветения	2.88	2.68
$N_{12}P_{52}$ + некорневая подкормка	Аммофос при посеве, некорневая подкормка в начале цветения	2.85	2.68
$N_{12}P_{52}K_{18}$ + некорневая подкормка	Аммофос и хлористый калий при посеве, некорневая подкормка в начале цветения	2.87	2.67
$HCP_{0.05}$		0.06	0.07

**Примечания:**

инокуляция проводилась методом комплексного предпосевного инкрустирования семян; удобрения при посеве вносились на 2 см глубже и на 2 см в сторону от семян; для некорневой подкормки использовалось комплексное водорастворимое удобрение состава 18-18-18+Mg+S+микроэлементы (концентрация раствора – 0.53%, расход – 200 л/га).



**Растения и бобы сои** со следующих вариантов опыта на черноземе выщелоченном (слева направо): 1) контроль; 2) некорневая подкормка комплексным водорастворимым удобрением; 3)  $N_6P_{26}$  + некорневая подкормка комплексным водорастворимым удобрением (21 июля 2016 г.).

статистически значимых изменений в урожайности сои при применении минеральных удобрений. В двух опытах наблюдалось достоверное снижение урожайности семян при внесении хлористого калия под предпосевную культивацию в дозе К60 на фоне  $N_{18}P_{78}$ . Возможно, внесение достаточно высоких доз удобрений в этом варианте, а также использование хлористого калия весной способствовало созданию слишком высокой концентрации солей в почвенном растворе, особенно в условиях засушливого вегетационного сезона.

В 2015 г. в районе проведения опыта на черноземе обыкновенном количество осадков в течение вегетационного периода было близким к климатической норме, однако в период с 3-й декады июля по 2-ю декаду августа наблюдалась жаркая погода при дефиците осадков. В районе проведения опыта на черноземе выщелоченном в течение вегетационного периода осадков выпало несколько больше нормы, но июль-август и первая декада сентября были жаркими. Цветение и налив семян сорта Вилана происходили при остром дефиците осадков и высоких температурах воздуха.

Схема исследований в 2015 г. состояла из нижеуказанных вариантов: 1) контроль (без удобрений); 2)  $N_{18}$ ; 3)  $N_6P_{26}$ ; 4)  $N_6P_{26}K_{18}$ ; 5)  $N_{12}P_{52}$ ; 6)  $N_{12}P_{52}K_{18}$ . В табл. 3 указаны использованные удобрения, а также сроки и способы их внесения. Максимальная урожайность сорта Славия (2.06 т/га) в данном сезоне была достигнута при стартовом внесении удобрений в дозах  $N_6P_{26}K_{18}$ . Прибавка урожая по сравнению с контрольным вариантом была достоверной и составила 7%. Наибольшая урожайность сорта Вилана (1.66 т/га) была получена в варианте с внесением  $N_6P_{26}$ , что также способствовало достоверному повышению урожайности относительно контроля (на 5%). При применении калийных удобрений в обоих опытах не наблюдалось статистически значимых различий в урожайности сои. В целом, при более высокой продуктивности сорта ранней группы спелости следует отметить невысокую отдачу от оптимизации минерального питания изученных сортов сои в условиях 2015 г.

В районе проведения опыта на черноземе обыкновенном за вегетационный период 2016 г. осадков

выпало почти в 2 раза больше климатической нормы. Средняя температура воздуха в июне-августе заметно превышала норму. В месте проведения опыта на черноземе выщелоченном в течение вегетационного периода количество осадков было примерно на треть выше нормы, однако в фазу налива семян – со 2-й декады июля до конца августа установилась сухая погода.

В схему опытов в 2016 г. была включена некорневая подкормка растений комплексным водорастворимым удобрением. Данное удобрение содержит 18% N, 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 18% K<sub>2</sub>O, а также Mg, S и микроэлементы (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). Проводилась одна обработка в фазу начала цветения при концентрации раствора 0.53% и расходе 200 л/га (1.05 кг удобрения/га). Изучались следующие варианты: 1) контроль (без удобрений); 2) некорневая подкормка; 3) N6P26 + некорневая подкормка; 4) N6P26K18 + некорневая подкормка; 5) N12P52 + некорневая подкормка; 6) N12P52K18 + некорневая подкормка. Подробная информация по срокам и способам внесения удобрений дается в **табл. 4**.

В двух опытах, проведенных в 2016 г., была получена высокая урожайность и высокая отзывчивость очень раннего сорта Лира на применение минеральных удобрений (**табл. 4**). Проведение только некорневой подкормки комплексным водорастворимым удобрением повысило урожайность семян на 0.15-0.16 т/га или на 6% по сравнению с контрольным вариантом. Это достоверная и достаточно существенная прибавка урожайности при расходе водорастворимого удобрения с нормой 1.05 кг/га, что в текущих экономических условиях означает дополнительную прибыль от данного приема порядка 3.0-3.2 тыс. руб./га. Безусловно, это пока результаты одного сезона, и для окончательных выводов необходимо продолжение исследований.

Максимальная же урожайность очень раннего сорта сои в 2016 г. была получена при комбинировании стартового внесения удобрений в дозах N6P26K18 и некорневой подкормки. Прибавка урожайности относительно контрольного варианта составила 0.33-0.41 т/га или 14-17%. Достигнутая за счет оптимизации минерального питания урожайность семян в опытах (2.68 и 2.88 т/га) очень близка к биологическому потенциалу сорта. Достоверная, но сравнительно небольшая прибавка от применения калийных удобрений получена только на обыкновенном черноземе. Таким образом, при текущих ценах на удобрения и сою внесение при посеве аммофоса в дозе 50 кг/га (N6P26) на почвах со средней обеспеченностью подвижным фосфором и проведение некорневой подкормки, исходя из результатов 2016 г., означает дополнительную прибыль порядка 4.4-4.9 тыс. руб./га. Однако для окончательных рекомендаций необходимо продолжение исследований с очень ранними сортами сои.

Исходя из сложностей прогнозирования погодных условий вегетационного периода сои, по-видимому, наиболее оправданно заниматься оптимизацией минерального питания сортов сои, относящихся к наиболее ранней группе спелости.

Из наших трехлетних исследований, проведенных в разных почвенно-климатических условиях Краснодарского края в 2014-2016 гг., на данном этапе можно сделать следующие предварительные выводы:

- при дефиците осадков и высокой температуре воздуха, наблюдающихся в конце июля-начале августа, биологический потенциал очень ранних и ранних сортов сои может быть полнее реализован по сравнению с более поздними сортами;
- сорта сои с коротким вегетационным периодом имеют хорошую отзывчивость на применение минеральных удобрений;
- фосфор – наиболее важный элемент питания при выращивании сои на почвах со средней обеспеченностью подвижным фосфором, и применение стартового фосфорсодержащего удобрения агрономически и экономически оправдано для наиболее ранних сортов сои;
- соя показывает хорошую отзывчивость на некорневую подкормку комплексным водорастворимым удобрением, содержащим макро- и микроэлементы, в фазу начала цветения, однако наилучший результат может быть достигнут при комбинировании стартового удобрения и некорневой подкормки.

*Носов В.В. – региональный директор по Югу и Востоку России Международного института питания растений, кандидат биологических наук; e-mail: vnosov@ipni.net.*

*Тишков Н.М. – заведующий агротехнологическим отделом, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: agrohim@vniimk.ru.*

*Махонин В.Л. – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: agrohim@vniimk.ru.*

*Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур (г. Краснодар).*

## Литература

- РОССТАТ. 2018. [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
- Онищенко Л.М. Агрохимические основы воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур. Дис.... д.с.-х.н. Краснодар, 2015. 668 с.*
- Гужвин С.А. Система удобрения сои на обыкновенном черноземе Ростовской области. Дис.... к.с.-х.н. Персиановский, 2003. 200 с.*
- Nosov V.V., Biryukova O.A., Kuprov A.V. and Bozhkov D.V. Optimizing maize and soybean nutrition in Southern Russia // Better Crops with Plant Food. 2014. Vol. 98 (3). P. 10-12.*
- Тишков Н.М. и Дряхлов А.А. Отзывчивость сои на некорневую подкормку микроудобрениями на черноземе выщелоченном Краснодарского края // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2016. Вып. 1 (165). С. 81-87.*