УДК 633.853.52: 631.5

DOI: 10.25230/2412–608X–2019–4–180–53–60

Урожайность и качество урожая сои в зависимости от способов и доз применения удобрений

Н.М. Тишков¹,

доктор сельскохозяйственных наук

В.Л. Махонин¹,

кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Носов²,

кандидат биологических наук

¹ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254–13–59

E-mail: agrohim@vniimk.ru

²Филиал Международного института питания в
России

E-mail: vnosov@ipni.net

Для цитирования: Тишков Н.М., Махонин В.Л.,
Носов В.В. Урожайность и качество урожая сои в
зависимости от способов и доз применения
удобрений // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4
(180). – С. 53–60.

Ключевые слова: соя, удобрение, способ и
доза внесения, урожайность, структура и качество
урожая.

Исследования проводили в 2016 и 2018 гг. в
полево-селекционном ФГУП «Березанское» Коре-
новского района Краснодарского края. Изучали
отзывчивость очень раннего сорта сои Лира на
способы применения минеральных удобрений.
Установлено, что на фоне инокуляции семян пре-
паратами клубеньковых бактерий (ИС) прибавки
урожая составили: от некорневой подкормки (НП)
растений в начале цветения (ИС + НП) – 0,17 т/га,
сочетания припосевного азотно-фосфорного
(N₆P₂₆ и N₁₂P₅₂) и полного минерального (N₆P₂₆K₁₈
и N₁₂P₅₂K₁₈) удобрения с некорневой подкормкой –
0,26–0,32 т/га. Удобрения не оказали существен-
ного влияния на содержание в семенах протеина и
масла с пределами варьирования показателей
40,3–40,7 % и 22,5–22,9 % соответственно. Выяв-
лена отрицательная зависимость между содержа-
нием протеина в семенах и урожайностью: $y = -0,86x + 42,2$ ($r = -0,625$); содержанием протеина и
масличностью: $y = -1,28x + 69,5$ ($r = -0,953$). Удо-
брения, внесённые при посеве, способствовали

увеличению сборов протеина на 64–115 кг/га,
масла – на 36–70 кг/га по сравнению с контролем
(ИС), и на 34–51 и 19–34 кг/га соответственно
относительно некорневой подкормки (ИС + НП).
От внесения удобрений масса 1000 семян увели-
чивалась на 3–4 г, средняя высота растения повы-
шалась на 2,7–7,5 см, число бобов на 1,0 м² – на
93–136 шт., число семян с 1,0 м² – на 53–179 шт. и
в расчёте на 1 растение сои – соответственно на
2,9–4,9 и 4,5–6,8 штук.

UDC 633.853.52: 631.5

Soybean seed yield and yield quality depending on the fertilizers doses and application methods.

N.M. Tishkov¹, doctor of agriculture

V.L. Makhonin¹, PhD in agriculture

V.V. Nosov², PhD in biology

¹V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil
Crops

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254–13–59

E-mail: agrohim@vniimk.ru

²A branch of the International Nutrition institute in Russia
E-mail: vnosov@ipni.net

Key words: soybean, fertilizer, method and dose
of application, yield, structure and quality of yield.

We conducted our researches in fields of
“Berezanskoe” farming in Korenovsk district, Kras-
nodar region, in 2016 and 2018. The purpose of the
research is to study responsibility of a soybean early
maturing cultivar Lira on different methods of miner-
al fertilizer application. We determined yield increas-
es after seed inoculation with tubercle bacterium
preparation combined with: foliar fertilizing of plants
in the beginning of flowering – 0.17 t per ha, nitro-
gen-phosphorus (N₆P₂₆ and N₁₂P₅₂) fertilizer applied
during sowing, full mineral (N₆P₂₆K₁₈ and N₁₂P₅₂K₁₈)
fertilizer and foliar fertilization – 0.26–0.32 t per ha.
Fertilizers did not influenced significantly on protein
and oil content in seeds, the values varied in limits
40.3–40.7% and 22.5–22.9%, respectively. We re-
vealed a negative correlation between protein content
in seeds and seed yield: $y = -0.86x + 42.2$ ($r = -0.625$);
protein and oil contents: $y = -1.28x + 69.5$ ($r = -0.953$).
Fertilizers applied during planting caused increases in
protein yield by 64–115 kg per ha, oil yield – by 36–
70 kg per ha compering to control (only seeds inocu-
lation), and by 34–51 and 19–34 kg per ha, respec-
tively, compared to foliar fertilizing and seeds
inoculation. Fertilizers caused increase of 1000 seed
weight – by 3–4 g, middle plant height – by 2.7–7.5
cm, pods amount per 1.0 m² – by 93–136 units, seeds
amount per 1,0 m² – by 53–179 units and per a soy-

bean plant – by 2.9–4.9 and 4.5–6.8 units, respectively.

Введение. В Краснодарском крае в среднем за 2013–2017 гг. под сою удобрения вносили на 27 % площади её посева с дозой $N_{24}P_{27}K_9$ [1]. Вопросы удобрения сои в крае и на юге страны в целом необходимо уточнить в связи с частым проявлением в последние годы дефицита влаги при сочетании с высокими температурами воздуха в июле – августе – в фазе налива семян у сортов сои. В таких погодных условиях затруднена реализация биологического потенциала урожайности и качества семян.

Исследования показывают, что на чернозёме выщелоченном Краснодарского края оптимальным удобрением является $N_{40}P_{80}K_{40}$ [2], в Ростовской области на чернозёме обыкновенном на орошении $N_{60}P_{45}K_{30-60}$ [3], в богарных условиях $N_{30}P_{45}K_{30}$ [4]. На чернозёме выщелоченном Краснодарского края получена высокая эффективность некорневой подкормки растений сои при использовании молибденовокислого аммония, борной кислоты и солюбора ДФ, аквамикса для опрыскивания посевов в начале цветения растений [5; 6].

Материалы и методы. Исследования проведены в 2016 и 2018 гг. на опытном участке полевого севооборота ФГУП «Березанское» ФГБНУ ВНИИМК Кореновского района, расположенного в северной части центральной природно-климатической зоны Краснодарского края. Объект исследований – сорт сои Лира селекции ФГБНУ ВНИИМК.

Сорт Лира – очень ранний, предназначен для основных и повторных посевов на зерно. Продолжительность вегетационного периода 90–100 суток. Высота растений 75–95 см. Высота прикрепления нижних бобов 12 см. Урожайность в средние по увлажнению годы 2,0–2,3 т/га, во влажные годы и при орошении – до 3,0–3,5 т/га. При длительном перестое созревших растений возможно растрескивание бобов. Масса 1000 семян 140–155 г.

В семенах содержится до 40–43 % протеина, 20–23 % жира. Сорт высокоустойчив к ложной мучнистой росе, раку стеблей и пепельной гнили. Устойчив к полеганию растений.

Отзывчивость сорта Лира на разные дозы и способы применения минеральных удобрений изучали в полевом опыте по схеме:

1. Контроль – инокуляция семян (ИС).
2. ИС + некорневая подкормка растений водорастворимым удобрением марки 18-18-18 с микроэлементами в дозе 1,05 кг/га в начале цветения (НП).
3. ИС + N_6P_{26} при посеве в форме аммофоса + НП.
4. ИС + $N_6P_{26}K_{18}$ при посеве в виде смеси аммофоса и хлористого калия + НП.
5. ИС + $N_{12}P_{52}$ при посеве в форме аммофоса + НП.
6. ИС + $N_{12}P_{52}K_{18}$ при посеве в виде смеси аммофоса и хлористого калия + НП.

Семена сои перед посевом инокулировали в 2016 г. препаратом Нитрофикс П с добавлением молибдата аммония, в 2018 г. – жидким двухкомпонентным инокулянт Хайкоут Супер Соя + Хайкоут Супер Экстендер с добавлением молибдата аммония.

Общая площадь делянки 112 м² (5,6 × 20,0 м), повторность 3-кратная. Посев с одновременным внесением удобрений проводили 8-рядной пневматической сеялкой точного высева «Gaspardo MT-8» широкорядным способом с шириной междурядий 70 см. Норма высева семян 450 тыс. шт./га (30–31 шт. на погонный метр). Удобрения вносили при посеве туковывсевающими аппаратами сеялки с размещением лент удобрения на 2 см в сторону от рядка и на 2 см глубже заделки семян. Некорневую подкормку проводили обработкой растений ранцевым аккумуляторным опрыскивателем COMFORT ОЭ-15 0,53%-ным раствором удобрения с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Отбор растительных образцов для определения структуры урожая проводили

по разработанной во ВНИИМК методике [7]. Определение в семенах содержания протеина, жира, трипсинингибирующей активности (ТИА) выполнено в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК с помощью прибора ИК-4500. Урожай учитывали в фазе технической спелости семян сорта Лира обмолотом комбайном «Wintersteiger». Урожай семян приводили к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности. Статистическую оценку полученных экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа [8].

Почва опытных участков – чернозём обыкновенный слабогумусный сверхмощный. В пахотном слое (0–20 см) весной отобраны почвенные образцы для определения агрохимических показателей по общепринятым методикам [9]. В среднем за 2016 и 2018 гг. чернозём обыкновенный характеризовался средним содержанием гумуса (3,41–3,47 % по ГОСТ 26213–91), подвижного фосфора (24,1–25,4 мг/кг почвы по ГОСТ 26205–91), повышенным содержанием азота (нитрификационная способность 28,2–28,9 мг/кг почвы по ГОСТ 26951–86) и обменного калия (372,0–385,0 мг/кг почвы по ГОСТ 2605–91), нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 6,75–6,82 по ГОСТ 26423–85).

В опытах применяли агротехнику, рекомендованную для центральной природно-климатической зоны Краснодарского края [10]. Предшественник сои – озимая пшеница. Система основной обработки почвы – улучшенная зябь, включающая двукратную обработку после уборки озимой пшеницы дисковыми орудиями и отвальную вспашку на глубину 20–22 см в октябре. Весной проводили раннюю культивацию для выравнивания зяби и уничтожения взошедших сорняков на глубину 8–10 см и предпосевную культивацию на глубину 4–6 см с внесением гербицидов Гезагард (2016 г.) и Фронтьер Оптима (2018 г.) с нормами расхода соответственно 3,0 кг/га и 1,2 л/га. Во время

вегетации сои проведены две культивации междурядий, а также ручные прополки для уничтожения в рядах амброзии полыннолистной, канатника Теофраста и некоторых других сорняков.

Результаты и обсуждение. В 2016 г. погодные условия в мае – августе сложились благоприятно для сорта Лира. За этот период осадков выпало в 2,1 раза больше климатической нормы (203,0 мм). Со 2-й декады мая по 1-ю декаду июня количество осадков составило 247,5 мм при норме за период 55,0 мм. В мае осадков было больше нормы в 4,4 раза, в июне – на 29 %, в июле – на 35 и в августе – на 71 %. Дождь ливневого характера прошел 28 мая, когда выпало 72 мм осадков. Средняя температура воздуха в мае (16,8 °С) соответствовала климатической норме (16,6 °С), а в июне, июле и августе превышала норму (20,2; 23,1 и 22,5 °С) на 3,5; 2,4 и 4,7 °С соответственно.

В 2018 г. погодные условия вегетационного периода сорта Лира характеризовались как неблагоприятные для формирования высокого урожая. Особенностью вегетационного периода являлся острый дефицит осадков в первой половине вегетации сои (май – июнь) на фоне экстремально высокой среднесуточной температуры воздуха, которая достигала в мае 20,8 °С, в июне – 24,6, в июле – 26,5 и в августе – 27,1 °С и превышала норму за указанные месяцы на 4,2; 4,4; 3,4 и 4,6 °С, а в среднем за период на 4,2 °С. Дожди выпали только в первой декаде мая (24,5 мм), однако со 2-й декады мая и до середины июля количество осадков составило всего 28,8 мм при норме за период 117,0 мм. При этом среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму на 4,8–7,7 °С. Такие условия произрастания негативно повлияли на рост растений сои сорта Лира, формирование урожая, способствовали абортации завязавшихся бобов. Выпавшие в 3-й декаде июля 47,5 мм осадков уже не смогли повлиять на уровень урожайности, поскольку

ку налив семян у сорта Ли́ра практически закончился.

На фоне инокуляции семян (ИС – контроль) прибавки урожая семян в среднем за 2016 и 2018 гг. составили: от некорневой подкормки растений (ИС + НП) – 0,17 т/га, от сочетания внесения припосевного азотно-фосфорного (N_6P_{26} и $N_{12}P_{52}$) и полного минерального ($N_6P_{26}K_{18}$ и $N_{12}P_{52}K_{18}$) удобрения с некорневой подкормкой – 0,26–0,32 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сорта Ли́ра в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Урожайность по годам, т/га			Прибавка урожая к контролю	
	2016	2018	среднее	т/га	%
ИС – контроль	2,47	1,36	1,92	0	0
ИС + НП	2,63	1,54	2,09	0,17	8,9
ИС + N_6P_{26} при посеве + НП	2,77	1,59	2,18	0,26	13,5
ИС + $N_6P_{26}K_{18}$ при посеве + НП	2,88	1,60	2,24	0,32	16,7
ИС + $N_{12}P_{52}$ при посеве + НП	2,85	1,58	2,22	0,30	15,6
ИС + $N_{12}P_{52}K_{18}$ при посеве + НП	2,87	1,60	2,24	0,32	16,7
HCP ₀₅	0,06	0,06	0,07		

В 2016 г. средняя урожайность сои достигала 2,75 т/га и прибавки урожая к контролю составили от некорневой подкормки 0,16 т/га, N_6P_{26} + НП – 0,30 т/га, $N_{6-12}P_{26-52}K_{0-18}$ – 0,38–0,41 т/га. Максимальная урожайность семян (2,85–2,88 т/га) и наибольшие достоверные прибавки урожая достигнуты при внесении при посеве $N_{12}P_{52}$ + НП и полного минерального удобрения $N_6P_{26}K_{18}$ + НП, $N_{12}P_{52}K_{18}$ + НП: к контролю соответственно 0,38; 0,40; 0,41 т/га и к варианту с некорневой подкормкой – 0,22; 0,24 и 0,25 т/га.

В 2018 г. средняя урожайность сои сорта Ли́ра была гораздо ниже – 1,55 т/га, что составило 56,4 % к уровню 2016 г. Внесённые удобрения положительно влияли на урожайность семян, повышая её к контролю на 0,18 т/га от некорневой подкормки и на 0,22–0,24 т/га при внесении удобрений при посеве сои. Различия в действии доз удобрений и способов их

применения в условиях 2018 г. были незначительны.

Основной показатель качества семян сои – это содержание в них протеина, количество которого может колебаться в зависимости от особенностей сортов и условий выращивания. Сорт Ли́ра характеризуется высоким содержанием протеина в семенах – до 43 %. В условиях 2016 г. его содержание составило 38,9–39,6 %, в засушливом 2018 г. возросло до 41,5–42,0 % без существенных различий между вариантами применения удобрений по годам исследований (табл. 2). В среднем за 2 года содержание протеина в семенах составило 40,3–40,7 %.

Таблица 2

Содержание протеина в семенах сои сорта Ли́ра в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Содержание протеина в семенах по годам, %			
	2016	2018	среднее	± к контролю
ИС – контроль	38,9	42,0	40,5	0
ИС + НП	39,4	41,8	40,6	0,1
ИС + N_6P_{26} при посеве + НП	39,6	41,7	40,7	0,2
ИС + $N_6P_{26}K_{18}$ при посеве + НП	39,3	41,7	40,5	0
ИС + $N_{12}P_{52}$ при посеве + НП	39,1	41,5	40,3	-0,2
ИС + $N_{12}P_{52}K_{18}$ при посеве + НП	39,1	41,7	40,4	-0,1
HCP ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	

В среднем за 2016, 2018 гг. с учётом погодных условий и влияния внесённых удобрений выявлена отрицательная корреляция между содержанием протеина в семенах и урожайностью сорта Ли́ра (рис. 1).

В среднем за 2 года с увеличением урожайности на 0,1 т/га содержание протеина в семенах снижалось на 0,86 %.

Хозяйственно полезным компонентом семян сои является масло, по своему жирно-кислотному составу относящееся к ценным пищевым маслам. Содержание масла в семенах сои варьирует от 17 до 27 % в зависимости от сорта и условий выращивания. Уровень масличности семян находится, как правило, в обратной зависимости от содержания протеина в них.

Рисунок 1 – Зависимость содержания протеина в семенах от урожайности у сорта Лира (среднее за 2016, 2018 гг.)

В 2016 г. содержание масла в семенах сорта Лира составило 23,5–24,4 %, а внесённые удобрения не оказывали существенного влияния на его количество (табл. 3). В 2018 г. масличность семян у изучаемого сорта снижалась до 21,5–22,0 % и также существенно не зависела от применения удобрений. В среднем за годы исследований содержание масла в семенах составило 22,5 % в контроле и 22,7–22,9 % при использовании некорневой подкормки и внесения при посеве азотно-фосфорного и полного минерального удобрения.

Таблица 3

Содержание масла в семенах сои в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Содержание масла в семенах по годам, %			
	2016	2018	среднее	к контролю
ИС – контроль	23,5	21,5	22,5	0
ИС + НП	23,7	21,7	22,7	0,2
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	23,7	21,8	22,8	0,3
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	23,9	21,8	22,9	0,4
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	23,5	22,0	22,8	0,3
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	23,5	21,8	22,7	0,2

HCP₀₅

F_ψ<F₀₅

F_ψ<F₀₅

F_ψ<F₀₅

По полученным в среднем за 2016, 2018 гг. данным выявлена отрицательная зависимость содержания протеина от масличности семян у сорта Лира (рис. 2). С увеличением масличности на 1,0 % содержание протеина в семенах снижается на 1,28 %.

Рисунок 2 – Зависимость содержания протеина от масличности семян у сорта Лира (среднее за 2016, 2018 гг.)

Показателем качества сои является также наличие в семенах ингибиторов трипсина и уреазы (ТИА). Внесение удобрений не оказывало значительного влияния на трипсинингибирующую активность, различия в вариантах внесения удобрений несущественны (табл. 4).

Таблица 4

Трипсинингибирующая активность (ТИА) семян сои в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Трипсинингибирующая активность по годам, мг/г			± к контролю	
	2016	2018	среднее	мг/г	%
ИС – контроль	24,3	20,1	22,2	0	0
ИС + НП	24,5	20,1	22,3	0,1	0,5
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	24,6	20,0	22,3	0,1	0,5
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	24,8	20,0	22,4	0,2	0,9
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	24,1	20,0	22,1	-0,1	-0,5
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	24,3	20,1	22,2	0	0

HCP₀₅

F_ψ<F₀₅

F_ψ<F₀₅

F_ψ<F₀₅

Важным показателем продуктивности сои являются сборы с урожаем семян протеина и масла. Вследствие несущественных различий между изучаемыми приёмами и дозами внесения удобрений и содержанием в семенах протеина и масла, сбор их определяется урожайностью сои. Так, использование удобрений на фоне инокуляции семян достоверно повышало сбор протеина на 64–115 кг/га и сбор масла на 36–70 кг/га (табл. 5).

Таблица 5

Сбор протеина и масла в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Сбор по годам, кг/га							
	протеина				масла			
	2016	2018	среднее	прибавка сбора к контролю	2016	2018	среднее	прибавка сбора к контролю
ИС – контроль	826	492	659	0	500	252	376	0
ИС + НП	892	553	723	64	536	288	412	36
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	942	571	757	98	563	299	431	55
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	972	575	774	115	590	301	446	70
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	957	564	761	102	574	299	437	61
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	967	574	771	112	581	300	441	65
НСР ₀₅	20,5	22,6	26,5		15,7	13,8	18,2	

В сравнении с некорневой подкормкой от внесения при посеве N₆P₂₆ и N₁₂P₅₂ сбор протеина повышался на 34–38 кг/га, масла – на 19,0–25,0 кг/га, а полного минерального удобрения в дозах N₆P₂₆K₁₈ и N₁₂P₅₂K₁₈ – соответственно на 48–51 и 29–34 кг/га. Калий в составе удобрений способствовал незначительному увеличению сбора протеина (на 10–17 кг/га) и масла (на 4–15 кг/га) в сравнении с азотно-фосфорным удобрением.

Показателем качества семенного материала сои является масса 1000 семян, которая во многом зависит от увлажнения почвы и осадков в течение вегетационного периода, сорта, а также и от обеспеченности растений другими факторами жизни.

Масса 1000 семян не зависела от внесённых удобрений и в погодных условиях 2016 г. составила 114–117 г, а в засушливых условиях 2018 г. – всего 101–107 г (табл. 6).

Таблица 6

Масса 1000 семян в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Масса 1000 семян по годам, г			± к контролю	
	2016	2018	среднее	г	%
ИС – контроль	114	101	108	0	0
ИС + НП	117	103	110	2	1,9
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	116	106	111	3	2,8
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	116	106	111	3	2,8
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	116	106	111	3	2,8
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	117	107	112	4	3,7
НСР ₀₅	3,9	4,1	3,3		

Удобрения, внесённые локально при посеве, создают очаги повышенной концентрации питательных элементов около высеванных семян, и в некоторых случаях высокие концентрации, особенно азота, могут негативно сказаться на прорастании семян и их полевой всхожести.

В наших опытах внесённые при посеве дозы минеральных удобрений не влияли на полевую всхожесть семян и на жизнеспособность проростков, а в итоге на густоту стояния растений по годам исследований. Средняя высота растений сорта Лира при внесении удобрений относительно контроля достоверно увеличивалась на 10–14 см в 2016 г. и была на уровне контроля в 2018 г. (табл. 7). В среднем за 2 года при внесении азотно-фосфорного и полного минерального удобрения средняя высота растения сорта Лира увеличивалась достоверно к контролю на 6,1–7,5 см и незначительно (на 3,4–4,8 см) по сравнению с некорневой подкормкой.

Таблица 7

Густота стояния и высота растений в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Средняя густота стояния растений по годам, шт./м ²				Средняя высота растения по годам, см			
	2016	2018	среднее	± к контролю	2016	2018	среднее	± к контролю
ИС – контроль	24,0	34,3	29,2	0	67,0	57,3	62,2	0
ИС + НП	24,8	34,0	29,4	0,2	71,0	58,7	64,9	2,7
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	24,0	34,7	29,4	0,2	76,8	59,7	68,3	6,1
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	24,0	34,0	29,0	-0,2	78,5	58,0	68,3	6,1
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	24,5	35,0	29,8	0,6	78,5	58,3	68,4	6,2
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	25,0	33,7	29,4	0,2	81,0	58,3	69,7	7,5
НСР ₀₅	F ₀₅ <F ₀₅	F ₀₅ <F ₀₅	F ₀₅ <F ₀₅		4,4	F ₀₅ <F ₀₅	5,1	

Вносимые удобрения положительно влияли на число бобов на 1,0 м² и в пересчёте на 1 растение (табл. 8). От их применения число бобов на 1,0 м² относительно контроля увеличивалось в 2016 г. на 83–211 шт., в 2018 г. – на 50–130 шт., а в среднем за 2 года – на 93–136 шт. Среднее число бобов на одном растении сои резко различалось по годам исследований, составив в 2016 г. 47,1–54,6 шт., а в 2018 г. – всего 17,4–21,4 шт. В среднем за два

года от применения некорневой подкормки в начале цветения растений сорта Лира число бобов на одном растении возрастало незначительно, а от внесения при посеве азотно-фосфорного и полного минерального удобрения их количество достоверно увеличивалось – на 3,4–4,9 шт., или на 10,5–15,2 %.

Таблица 8

Число бобов на растениях сои в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Число бобов на растениях по годам, шт./м ²				Среднее число бобов по годам, шт./раст.			
	2016	2018	среднее	± к контролю	2016	2018	среднее	± к контролю
ИС – контроль	1130	597	864	0	47,1	17,4	32,3	0
ИС + НП	1213	727	970	106	48,9	21,4	35,2	2,9
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	1259	655	957	93	52,4	18,9	35,7	3,4
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	1311	672	992	128	54,6	19,8	37,2	4,9
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	1297	703	1000	136	52,9	20,1	36,5	4,2
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	1341	647	994	130	53,6	19,2	36,4	4,1
НСР ₀₅	72,4	49,8	59,7		3,8	2,9	3,2	

Применение удобрений положительно влияло на число семян на единице площади и в расчёте на 1 растение (табл. 9).

Таблица 9

Число семян на растениях сои в зависимости от внесения удобрений

Удобрение	Число семян на растениях по годам, шт./м ²				Среднее число семян по годам, шт./раст.			
	2016	2018	среднее	± к контролю	2016	2018	среднее	± к контролю
ИС – контроль	2438	1267	1853	0	101,6	36,9	69,3	0
ИС + НП	2445	1367	1906	53	98,6	40,2	69,4	0,1
ИС + N ₆ P ₂₆ при посеве + НП	2595	1377	1986	133	108,1	39,7	73,9	4,6
ИС + N ₆ P ₂₆ K ₁₈ при посеве + НП	2671	1392	2032	179	111,3	40,9	76,1	6,8
ИС + N ₁₂ P ₅₂ при посеве + НП	2672	1369	2021	168	109,1	39,1	74,1	4,8
ИС + N ₁₂ P ₅₂ K ₁₈ при посеве + НП	2672	1368	2020	167	106,9	40,6	73,8	4,5
НСР ₀₅	126,9	77,1	88,8		13,9	7,2	4,4	

Максимальное число семян с 1,0 м² и с одного растения получено при внесении при посеве N₆P₂₆K₁₈ в сочетании с некорневой подкормкой – соответственно 2032 шт./м² и 76,1 шт./раст. Наименее эффективной была некорневая подкормка в начале цветения растений (ИС + НП) – 1906 шт./м² и 69,4 шт./раст.

Заключение. Внесение в 2016 и 2018 гг. на фоне инокуляции семян очень раннего сорта Лира при посеве азотно-фосфорного (N₆P₂₆, N₁₂P₅₂), полного минерального удобрения (N₆P₂₆K₁₈, N₁₂P₅₂K₁₈) и в подкормку в начале цветения растений сои комплексного удобрения марки 18-18-18 с микроэлементами в дозе 1,05 кг/га способствовало достоверному увеличению урожайности на 0,17–0,32 т/га (8,9–16,7 %).

Удобрения не оказывали существенного влияния на содержание протеина в семенах сои, количество которого в большей степени зависело от погодных условий вегетационного периода и урожайности: в благоприятном 2016 г. при урожайности 2,47–2,88 т/га – 38,9–39,6 %, в засушливом 2018 г. при урожайности 1,36–1,60 т/га – 40,3–40,7 %. Выявлена отрицательная зависимость содержания протеина в семенах от урожайности сорта Лира в среднем за 2016, 2018 гг.: $y = -0,86x + 42,2$ ($r = -0,625$). С увеличением урожайности на 0,1 т/га содержание протеина снижается на 0,86 %.

Внесение удобрений не оказывало существенного влияния на содержание масла в семенах сои: в 2016 г. – 23,5–23,9 %, в 2018 г. – 21,5–22,0 %, в среднем за 2 года в контроле – 22,5 %, при внесении удобрений – 22,7–22,9 %. По полученным в условиях 2016, 2018 гг. экспериментальным данным выявлена отрицательная зависимость содержания протеина от масличности семян сорта Лира: $y = -1,28x + 69,5$ ($r = -0,953$). С увеличением масличности на 1,0 % содержание протеина в семенах снижается на 1,28 %.

На фоне инокуляции семян возрастали достоверно сбор белка (на 64–115 кг/га) и сбор масла (на 36–80 кг/га). Максимальные сборы достигнуты при внесении при посеве N₆P₂₆K₁₈ в сочетании с некорневой

подкормкой: 115 кг/га протеина и 70 кг/га масла, что выше в сравнении с одной некорневой подкормкой (ИС + НП) на 51 и 34 кг/га соответственно.

Масса 1000 семян незначительно увеличивалась при внесении удобрений: на 1,9 % от некорневой подкормки и на 2,8–3,7 % от припосевного удобрения в разных дозах и составах.

Удобрения не влияли на число растений на единице площади и способствовали достоверному увеличению высоты растений при внесении азотно-фосфорного и полного минерального удобрения в сочетании с некорневой подкормкой растений – на 6,1–7,5 см в сравнении с контролем.

Внесённые удобрения положительно влияли на число бобов с растений, способствуя увеличению их количества с 1,0 м² на 93–136 шт., с 1 растения – на 2,9–4,9 шт. по сравнению с контролем. Число семян под влиянием внесённых удобрений возрастало к контролю на 53–179 шт./м², а в среднем на 1 растении на 4,5–6,8 шт.

Список литературы

1. РОССТАТ. – 2018 [Электронный ресурс]. – URL: www.gks.ru.
2. Онищенко Л.М. Агрохимические основы воспроизводства плодородия чернозёма выщелоченного Западного Предкавказья и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур: дис. ... д-ра с.-х. наук / Людмила Михайловна Онищенко. – Краснодар, 2015. – 668 с.
3. Гужвин С.А. Система удобрения сои на обыкновенном чернозёме Ростовской области: дис. ... канд. с.-х. наук / Сергей Александрович Гужвин. – п. Персиановский, 2003. – 200 с.
4. 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.
5. Тишков Н.М., Дряхлов А.А. Отзывчивость сои на некорневую подкормку микроудобрениями на чернозёме выщелоченном Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2016. – Вып. 1 (165). – С. 81–87.
6. Тишков Н.М., Тильба В.А., Дряхлов А.А. Эффективность некорневой подкормки сои микроэлементами на чернозёме выщелоченном Краснодарского края при многолетнем учёте динамики изменения температурного режима и условий увлажнения // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2017. – Вып. 2 (170). – С. 37–54.

7. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца; 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – 327 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Альянс, 2014. – 352 с.

9. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

10. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар, 2015. – С. 258–278.

References

1. ROSSTAT. – 2018 [Elektronnyy resurs]. – URL: www.gks.ru.
2. Onishchenko L.M. Agrokhimicheskie osnovy vosproizvodstva plodorodiya chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya i povyshenie produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: dis. ... d-ra s.-kh. nauk / Lyudmila Mikhaylovna Onishchenko. – Krasnodar, 2015. – 668 s.
3. Guzhvin S.A. Sistema udobreniya soi na obyknovennom chernozeme Rostovskoy oblasti: dis. ... kand. s.-kh. nauk / Sergey Aleksandrovich Guzhvin. – p. Persianovskiy, 2003. – 200 s.
4. 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.
5. Tishkov N.M., Dryakhlov A.A. Otzyvchivost' soi na nekornevuyu podkormku mikroudobreniyami na chernozeme vyshchelochennom Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2016. – Vyp. 1 (165). – S. 81–87.
6. Tishkov N.M., Til'ba V.A., Dryakhlov A.A. Effektivnost' nekornevoy podkormki soi mikroelementami na chernozeme vyshchelochennom Krasnodarskogo kraya pri mnogoletnem uchete dinamiki izmeneniya temperaturnogo rezhima i usloviy uvlazhneniya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2017. – Vyp. 2 (170). – S. 37–54.
7. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa; 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar, 2010. – 327 s.
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. – M.: Al'yans, 2014. – 352 s.
9. Praktikum po agrokhimii / Pod red. V.G. Mineeva; 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Izd-vo MGU, 2001. – 689 s.
10. Sistema zemledeliya Krasnodarskogo kraya na agrolandshaftnoy osnove. – Krasnodar, 2015. – S. 258–278.

Получено: 04.09.2019

Принято: 11.11.2019

Received: 04.09.2019

Accepted: 11.11.2019