

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОПРОДУКЦИИ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН

CROP YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN PRODUCTS DEPENDING ON FERTILIZERS AND SEEDING RATE

Федотов В.А. – доктор с.-х. наук, профессор
Макарова Н.А. – кандидат с.-х. наук, доцент
Некрасова Т.П. – кандидат с.-х. наук, доцент
Подлесных Н.В. – кандидат с.-х. наук, доцент

Федеральное государственное
 бюджетное учреждение высшего образования
 Воронежский государственный аграрный университет
 имени императора Петра I
 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1
 E-mail: env.05@mail.ru

В статье обобщены результаты нескольких опытов, проведенных в разное время сотрудниками и аспирантами кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий. Показана предпочтительность оптимальной нормы высева семян в широкоярдном (45 см) сои 550-600 тыс. шт./га. Выявлена высокая эффективность (синергизм) фосфорно-калийного (P90K60) удобрения в комплексе с допосевной обработкой семян раствором молибдата аммония (150 г/га). Прибавка урожая зерна к абсолютному контролю составила 7,2 ц/га или 48,3%, его белковость при этом увеличилась на 6,2 абс. %, а масличность уменьшилась на 0,3 абс. %. Высокоэффективной оказалась некорневая подкормка вегетирующих растений сои микроудобрениями В (1 кг/га) + Мо (250 г/га) + эпин (50 мл/га), прибавка урожайности составила 4 ц/га (20%). Сеникация созревающей сои 10 %-ным раствором аммиачной селитры (25 кг/га) не только ускорила созревания растений, но и повысила урожайность на 3,6 ц/га (18%). Некорневая подкормка растений в фазе 3-4 листа удобрением Molytrac увеличила урожайность на 1,5 ц/га (6,5%), а при сочетании ее второй подкормкой удобрением Folicare (N18P18K18) урожайность возросла на 3,2 ц/га (13,8%).

Ключевые слова: соя, нормы высева, некорневая подкормка, урожайность, белковость, масличность, макро- и микроудобрения.

Наука и практика последних десятилетий показала, что в условиях умеренно континентального климата и плодородных черноземов Центрального Черноземья возможно устойчивое высокорентабельное производство сои средне- и, особенно, скороспелых сортов. Соя в ЦЧР начали возделывать сравнительно недавно (около 25 лет), но она уже широко распространилась как в России, так и в Центральном Черноземье, в том числе в Воронежской области. Площади ее посева в РФ увеличились с 675,15 тыс. га в 1990 году до 2228,48 тыс. га в 2016 году, в Воронежской области – с 90 га в 1996 году до 77,8 тыс. га в 2016 году. Постепенно увеличивается и ее урожайность: по РФ с 8,8 ц/га в 1991 году до 15,8 ц/га в 2016 году, по Воронежской области – с 3,6 ц/га в 1996 году до 15,8 ц/га в 2016 году, во многом благодаря совершенствованию ее сортов и агротехнологии возделывания как в целом так и по отдельным элементам.

Fedotov V.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Makarova N.A. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Nekrasova T.P. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Podlesnyh N.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
 «Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I»
 1, Michurina str., Voronezh 394087, Russia
 E-mail: env.05@mail.ru

The results of several experiments conducted at different times by employees and graduate students of the Department of Crop Production, Feed Production and Agrotechnologies are generalized in the article. The preference of optimum seeding rate of soybean in wide-row (45 cm) - 550-600 thousand pieces/ha is shown. The high efficiency (synergism) of phosphorus-potassium (P90K60) fertilizer in a complex with pre-sowing treatment of seeds with ammonium molybdate solution (150 g/hectare) is revealed. An increase in the grain yield to the absolute control was 7.2 t/ha or 48.3 %, its protein content increased by 6.2 abs. %, and the oil content decreased by 0.3 abs. %. The foliar fertilization of vegetative plants of soybean with microfertilizers В (1 kg. hectare) + Мо (250 g/hectare) + ipin (50 ml. hectare) was highly effective, the yield increase was 4 c/ha (20%). Spraying of the ripen soybean with a 10% ammonium nitrate solution (25 kg/hectare) not only accelerated maturation of plants, but also increased productivity by 3,6 c/hectare (18%). The foliar fertilization of plants at a phase of 3-4 leaves with fertilizer Molytrac increased its productivity by 1.5 c/hectare (6,5%), and its combination with the second fertilizer Folicare (N18P18K18) increased the productivity by 3.2 c/hectare (13,8%).

Key words: soybean, seeding rate, foliar fertilization, crop yield, protein content, oil content, macro - and microfertilizers.

Соя как высокобелковая и масличная культура стала довольно широко возделываться в ЦЧР с конца 90-х – начала 2000-х годов. У истоков внедрения этой культуры в Воронежской области стояли многие сотрудники и аспиранты кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий Воронежского госагроуниверситета. Результаты многолетней научно-исследовательской работы с соей послужили основой для двух докторских и пяти кандидатских диссертаций. Они опубликованы в трех монографиях и большом количестве научных статей [3-13]. Вместе с тем научные исследования по совершенствованию агротехнологий сои продолжаются.

В настоящей статье обобщены многолетние результаты за разные годы полевых опытов по изучению влияния норм высева семян, макро- и микроудобрений на величину и качество зерновой продукции сои.

Опыты проводили на полях опытной станции ВГАУ. Почвы опытных участков – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, содержание гумуса от 4,5 до 5,5 %; pH солевой вытяжки – от 5,1 до 5,7.

В наших опытах в 1997-2001 годах нормы высева семян при широкорядном способе посева сои существенно (на 2,1 ц/га) повышали ее урожайность по мере увеличения высева с 250 тыс.шт./га до 550 тыс.шт./га всхожих семян (табл. 1). Дальнейшее же загущение посева до 700-850 тыс.шт./га лишь незначительно (на 0,3-0,6 ц/га) повышало ее урожайность, а за вычетом высеянных семян прибавка урожайности уменьшилась до 0,1-0,2 ц/га. В широкорядном посеве сою целесообразно высевать с нормой 550 тыс.шт./га всхожих семян. При этом растения значительно лучше

ветвились, формировали в 1,5-1,8 раза больше бобов и семян на растении, чем в более загущенных посевах, заметно уменьшавших индивидуальную продуктивность растений.

В исследованиях Т.П. Некрасовой (Пичугиной [7]) лучшее развитие растений сои и большее количество клубеньков на их корнях было отмечено при норме высева семян 600 тыс.шт./га на фоне удобрений $P_{90}K_{60}$ и $N_{30}P_{90}K_{60}$ совместно с допосевной обработкой семян раствором молибдата аммония в дозе 150 г/га. Число клубеньков в этих вариантах в фазе плодообразования составило 39,5 и 36,4 шт., а их масса – 1,21 и 1,16 г, то есть значительно больше, чем в сравнении с другими вариантами, особенно с контролем. Это положительно отразилось на урожайности и качестве семян сои (табл. 2).

Эффективным приемом повышения урожайности широкорядного (45 см) посева сои оказалось увеличение нормы высева семян с 0,4 до 0,6 млн шт./га. Урожайность при этом возросла в контрольном варианте на 2,3 ц/га (18%). При внесении в почву P_{90} , $P_{90}K_{60}$ и $N_{30}P_{90}K_{60}$ – соответственно на 3,7; 3,2 и 3,1 ц/га.

Фосфорное удобрение (двойной суперфосфат) увеличило урожайность разреженного и оптимально загущенного посева сои на 2,7 и 4,1 ц/га (21,4 и 27,5%); фосфорно-калийное – на 4,4 и 5,3 ц/га (34,9 и 35,6%), а полное – на 4,5 и 5,3 ц/га (35,7 и 35,6%). Допосевное внесение азотного (ам. селитра) удобрения (N_{30} в дополнение к $P_{90}K_{60}$) оказалось неэффективным. Внесение же хлористого калия (K_{60} в дополнение к P_{90}) увеличило урожайность разреженного и загущенного посевов сои на 1,7 и 1,2 ц/га (11,1 и 6,3%).

Таблица 1. Урожайность сои в зависимости от нормы высева семян

250	20,4	20,0
400	21,3	20,7
550	22,5	21,6
700	22,8	21,7
850	23,1	21,8

Таблица 2. Урожай и качество зернопродукции сои в зависимости от удобрения разнозагущенных посевов в среднем за 3 года (2001-2003 годы) [7, 13]

Фон удобрений	Доза молибдата аммония, г/га	Урожайность, ц/га		Содержание белка в семенах, %		Содержание масла в семенах, %	
		0,4 млн/га	0,6 млн/га	0,4 млн/га	0,6 млн/га	0,4 млн/га	0,6 млн/га
$N_{30}P_{90}K_{60}$	0	17,1	20,2	31,3	30,4	21,3	20,3
	150	18,4	21,6	31,9	31,4	20,3	20,0
	250	17,6	20,5	32,3	31,5	20,1	20,8
$P_{90}K_{60}$	0	17,0	20,2	32,9	32,4	19,9	20,0
	150	18,6	22,1	33,8	32,8	20,4	20,0
	250	17,3	20,7	32,8	31,7	20,8	20,2
P_{90}	0	15,3	19,0	29,4	29,3	21,0	20,9
	150	16,9	20,9	30,7	30,5	20,5	20,5
	250	15,8	19,4	31,7	31,1	20,8	20,2
Без удобрений	0	12,6	14,9	27,9	26,6	20,6	20,3
	150	14,2	16,4	29,7	30,5	20,3	19,9
	250	13,3	15,0	30,9	29,5	20,5	20,3

Примечания:

1. Удобрения $P_{90}K_{60}$ и P_{90} в соответствующих вариантах вносили под вспашку зяби, N_{30} – весной, под предпосевную культивацию.
2. Семена сои Белгородская 48 перед посевом обрабатывали соевым ризоторфином и раствором молибдата аммония согласно схеме опыта.
3. Высевали семена сои широкорядно с междурядьями 45 см.
4. Урожай убирали однофазным способом комбайном "Сампо 500".
5. Размер учетной делянки 20 м², повторность 4-кратная.

Таблица 3. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от некорневых подкормок

Вариант	Урожайность по годам, ц/га			Содержание, %	
	2016	2017	средняя	белка	масла
Контроль	24,7	21,7	23,2	31,21	26,2
Molytrac	26,9	22,5	24,7	32,51	24,7
Molytrac+Folicare	28,9	24,0	26,4	33,86	25,0
НСР05	2,19	1,59	-	-	-

Примечания:

1. Molytrac содержит водорастворимую форму фосфора (250 г/л) и молибдена (250 г/л).
2. Folicare – комплексное удобрение – N18P18K18.
3. Растения сои удобрением Molytrac подкармливали дозой 250 мл/га в фазе 3-4-го листа.
4. Двойную подкормку проводили в два срока: Molytrac (250 мл/га) применяли в фазе 3-4-го листа, а Folicare – в фазе плодообразования (2 кг/га).

Нужно отметить, что в результате оптимального загущения посева сои и внесения фосфорно-калийного удобрения проявился синергизм, то есть прибавка урожайности от совместного действия этих агроприемов составила 7,6 ц/га, а от раздельного применения $-2,3 + 4,4 = 6,7$. Это важно использовать в практическом производстве.

Доза молибдена 150 г/га при допосевной обработке семян сои оказалась лучшей в сравнении с дозой 250 г/га. Прибавка урожайности сои от обработки семян молибдатом аммония составила на неудобренном фоне в разреженном и оптимально загущенном посевах соответственно 1,6 и 1,5 ц/га (12,7 и 10,1 %), на фоне P90 – 1,6 и 1,9 ц/га (10,5 и 10,0 %); P₉₀K₆₀ – 1,6 и 1,9 ц/га (9,4 и 9,4 %), а на фоне 1,3 и 1,4 ц/га (7,6 и 6,9 %).

Наибольшей (22,1 ц/га) урожайность сои оказалась при комплексном применении допосевной обработки семян молибденом (150 г/га), повышенной нормы высева семян (0,6 млн шт./га) на фоне фосфорно-калийного (P₉₀K₆₀) удобрения.

Фосфорно-калийное и молибденовое удобрение наряду с увеличением урожайности сои повышало и белковость семян. Это напрямую коррелирует с увеличением числа и массы активных азотфиксирующих клубеньков на корнях.

Белковость семян сои варьировала от 26,6 до 33,8% в зависимости от загущенности посева и фона удобрений. Несколько больше белка (на 0,1-1,1 абс. %) содержали семена, полученные в разреженных посевах. На фоне P₉₀ содержание белка в семенах сои разреженных и загущенных посевов увеличилось соответственно на 1,5 и 2,7 абс. %; P₉₀K₆₀ – на 5,0 и 5,8 абс. %; N₃₀P₉₀K₆₀ – на 3,4 и 3,8 абс. %. Обработка семян молибденом (Mo 150 г/мг) тоже способствовало некоторому увеличению белковости семян.

Масличность семян слабо варьировала по вариантам опыта.

Большой сбор белка и масла обеспечивали варианты лучшие по уровню урожайности.

Некорневые (листовые) подкормки вегетирующих растений сои макро- и микроудобрениями, позволяющими усилить питание растений в определенные периоды вегетации, быстро и эффективно регулировать жизнедеятельность растений и формирование элементов продуктивности. Они обретают все большее значение.

В наших опытах совместно с бывшим аспирантом М.В. Тищенко [8] листовая подкормка сои бором (1 кг/га) + молибденом (250 г/га) + эпином (50 мг/га), проведенная в начале плодообразования, увеличила урожайность в среднем за 3 года (1999-2001) на 4 ц/га или 20 % (с 20,0 ц/га в контроле до 24,0 ц/га). Такая же подкормка B + Mo с участием препарата Плацентин (250 мл/га) увеличила урожайность в меньшей степени – на 2,8 ц/га (14 %).

Обработка растений 10% раствором аммиачной селитры (25 кг/га) при влажности семян 45-40% с целью ускорения их созревания (сеникация) повысила урожайность сои на 3,6 ц/га (18%), тогда как обработка растений десикантом Баста (10 кг/га) быстрее подсушила растения без изменения урожайности.

Исследования, проведенные Н.А. Макаровой в 2016-2017 годах по изучению влияния некорневых подкормок сои комплексными удобрениями Molytrac и Folicare (фирмы Yara), выявили, что они заметно увеличивают урожайность и белковость сои (табл.3).

При подкормке сои Molytrac урожайность в среднем была больше на 1,5 ц/га (на 6,5%), а при двукратной подкормке (Molytrac – в фазе 3-4-го листа и Folicare – в фазе плодообразования) – на 3,2 ц/га (13,8%) по сравнению с контролем и на 1,7 ц/га (6,7 %) по сравнению с однократной подкормкой Molytrac.

Содержание белка в семенах от некорневых подкормок увеличивалось по сравнению с контролем: на 1,3 абс. % – при подкормке Molytrac, на 2,65 абс. % – при подкормках Molytrac+Folicare.

Таким образом, предпосевная обработка семян молибдатом аммония из расчета 150 г/га (наряду с инокуляцией семян соевым ризоторфином), применение оптимальной нормы высева (550-600 тыс./га), использование фосфорно-калийных удобрений (P₉₀K₆₀), некоторых подкормок макро- и микроудобрениями (B-1 кг/га + Mo – 250 г/га + эпин – 50 мл/га) или Molytrac в фазе 3-4 листа (250 мл/га) + Folicare (2 кг/га) – в фазе плодообразования способствует увеличению урожайности и качеству масла семян.

Целесообразна также предуборочная сеникация созревающей сои 10 %-ным раствором аммиачной селитры (25 кг/га).

Комплексное применение этих агроприемов обусловливает получение высокой прибавки урожайности и улучшение качества зернопродукции сои.

Выводы

1. Оптимальная норма высева семян сои при широкорядном посеве – 550-600 тыс.шт./га.
2. Лучшая норма расхода молибдата аммония при допосевной обработке семян сои (наряду с их инокуляцией соевым ризоторфином) – 150 г/га.
3. Целесообразно для листовых подкормок сои использовать растворы удобрений Molytrac – 250 мл/га в фазе 3-4 листа + Folicare – 2 кг/га в фазе плодообразования.
4. Возможно и целесообразно применение нового агроприема – сеникации сои 10%-ным раствором аммиачной селитры, ускоряющей созревание и повышающей ее урожайность сои.

● ЛИТЕРАТУРА

1. Багрянцев Ю. И. Влияние предпосевной обработки семян на посевные качества сои в условиях лесостепи ЦЧР / Ю.И. Багрянцев, Н.В. Подлесных, В.А. Задорожная, Н.А. Макарова // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й научной студенческой конференции. – Часть IV. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 5-9.
2. Ермакова Н.В. Влияние способов посева и норм высева нута на азотфиксирующую деятельность урожайность и сбор белка с гектара в центральной лесостепи ЦЧР / Н.В. Ермакова, О.В. Столяров // Творчество молодых и аграрная наука XXI века: материалы 56-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ВГАУ, 2005. – Часть I. – С. 132-134.
3. Кадыров С.В. Соя в Центральном Черноземье / С.В. Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж: ВГАУ, 1998. – 151 с.
4. Кадыров С.В. Технология возделывания сои в ЦЧР (Рекомендации) / С.В. Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж: изд-во «Истоки». 2004. – 51 с.
5. Кадыров С.В. Структура и величина урожайности сои в зависимости от нормы высева / С.В. Кадыров, Н.А. Шаталова, Т.П. Пичугина // Соя и другие бобовые культуры Центрального Черноземья: Сб. науч. тр. – Воронеж: ВГАУ, 2001. – С. 144-147.
6. Кадыров С.В. Урожайность сортов сои в зависимости от удобрений и инокуляции семян / С.В. Кадыров // Соя и другие бобовые культуры Центрального Черноземья: Сб. науч. тр. – Воронеж: ВГАУ, 2001. – С. 107-109.
7. Пичугина Т.П. Урожайность, качество кормовых бобов и сои в зависимости от норм высева и обработки семян молибденом на разнородных фонах / Т.П. Пичугина (Некрасова): Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2004. – 21 с.
8. Тищенко М.В. Обоснование сроков посева и уборки сои в лесостепи ЦЧР / М.В. Тищенко: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2002. – 23 с.
9. Федотов В.А. Соя в Воронежской области / В.А. Федотов, С.В. Кадыров, О.В. Столяров // Зерновые культуры. – 1999. – №1. – С.16-18.
10. Федотов В.А. Основные элементы технологии возделывания сои в ЦЧР / В.А. Федотов, С.В. Кадыров, О.В. Столяров, В.И. Гончаров, М.В. Тищенко // Вестник Воронежского ГАУ, 2000. – С.117-140.
11. Федотов В.А. Успешный опыт возделывания сои в лесостепи ЦЧР / В.А. Федотов, О.В. Столяров, С.В. Кадыров // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2001. – № 2. – С. 62-63.
12. Федотов В.А. Микроэлементы и регуляторы роста повышает урожай сои / В.А. Федотов, О.В. Столяров, С.В. Кадыров // Сельские зори. 1999. – № 3-4. – С. 9-10.
13. Федотов В.А. Соя в России (монография) / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров, Т.Г. Ващенко, Н.С. Шевченко. – М.: Агролига России, 2013. – 432 с.

● REFERENCES

1. Bagryancev YU. I. Vliyaniye predposevnoy obrabotki semyan na posevnye kachestva soi v usloviyakh lesostepi CCHR / YU.I. Bagryancev, N.V. Podlesnyh, V.A. Zadorozhnaya, N.A. Makarova // Molodezhnyy vektor razvitiya agrarnoy nauki: materialy 68-j nauchnoj studencheskoj konferencii. – CHast' IV. – Voronezh: FGBOU VO Voronezhskij GAU, 2017. – S. 5-9.
2. Ermakova N.V. Vliyaniye sposobov poseva i norm vyseva nuta na azotfiksiruyushchuyu deyatel'nost' urozhajnost' i sbor belka s gektara v central'noj lesostepi CCHR / N.V. Ermakova, O.V. Stolyarov // Tvorchestvo molodyh i agrarnaya nauka XXI veka: materialy 56-j studencheskoj nauchnoj konferencii. – Voronezh: VGAU, 2005. – CHast' I. – S.132-134.
3. Kadyrov S.V. Soya v Central'nom CHernozem'e / S.V. Kadyrov, V.A. Fedotov. – Voronezh: VGAU, 1998. – 151 s.
4. Kadyrov S.V. Tekhnologiya vozdel'yvaniya soi v CCHR (Rekomendacii) / S.V. Kadyrov, V.A. Fedotov. – Voronezh: izd-vo «Istoki». 2004. – 51 s.
5. Kadyrov S.V. Struktura i velichina urozhajnosti soi v zavisimosti ot normy vyseva / S.V. Kadyrov, N.A. SHatalova, T.P. Pichugina // Soya i drugie bobovye kul'tury Central'nogo CHernozem'ya: Sb. nauch. tr. – Voronezh: VGAU, 2001. – S. 144-147.
6. Kadyrov S.V. Urozhajnost' sortov soi v zavisimosti ot udobrenij i inokulyacii semyan / S.V. Kadyrov // Soya i drugie bobovye kul'tury Central'nogo CHernozem'ya: Sb. nauch. tr. – Voronezh: VGAU, 2001. – S. 107-109.
7. Pichugina T.P. Urozhajnost', kachestvo kormovyh bobov i soi v zavisimosti ot norm vyseva i obrabotki semyan molibdenom na raznoudobrennyh fonah / T.P. Pichugina (Nekrasova): Avtoref. dis. kand. s.-h. nauk. – Voronezh, 2004. – 21 s.
8. Tishchenko M.V. Obosnovanie srokov poseva i uborki soi v lesostepi CCHR / M.V. Tishchenko: Avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Voronezh, 2002. – 23 s.
9. Fedotov V.A. Soya v Voronezhskoj oblasti / V.A. Fedotov, S.V. Kadyrov, O.V. Stolyarov // Zernovye kul'tury. – 1999. – №1. – S.16-18.
10. Fedotov V.A. Osnovnye ehlementy tekhnologii vozdel'yvaniya soi v CCHR / V.A. Fedotov, S.V. Kadyrov, O.V. Stolyarov, V.I. Goncharov, M.V. Tishchenko // Vestnik Voronezhskogo GAU, 2000. – S.117-140.
11. Fedotov V.A. Uspeshnyy opyt vozdel'yvaniya soi v lesostepi CCHR / V.A. Fedotov, O.V. Stolyarov, S.V. Kadyrov // Mezhdunarodnyj sel'skhozaystvennyj zhurnal. – 2001. – № 2. – S. 62-63.
12. Fedotov V.A. Mikroehlementy i regulatory rosta povyshayet urozhaj soi / V.A. Fedotov, O.V. Stolyarov, S.V. Kadyrov // Sel'skie zori. 1999. – № 3-4. – S. 9-10.
13. Fedotov V.A. Soya v Rossii (monografiya) / V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O.V. Stolyarov, T.G. Vashchenko, N.S. SHEvchenko. – M.: Agroliga Rossii, 2013. – 432 s.