



УДК 633.34-631.587 (571.1)  
DOI 10.25230/conf12-2023-304-308

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Тимохин А.Ю.  
ФГБНУ «Омский АНЦ»  
timokhin@anc55.ru

Представлены результаты исследований по изучению влияния различных условий минерального питания на продуктивность сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Установлено, что длительное экстенсивное сельскохозяйственное использование лугово-черноземной почвы приводит к снижению содержания подвижного фосфора за счет складывающегося отрицательного баланса. В таких условиях внесение фосфорсодержащих и азотных минеральных удобрений позволяет увеличить сбор семян сои до 2 т/га при содержании белка 41,78 %.

Ключевые слова: соя, урожайность семян, минеральные удобрения, лугово-черноземная почва.

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности – определяющая задача современного мира. Соя (*Glycine max* L.) является ведущей культурой мирового сельского хозяйства. Это важный и дешевый источник белка, масла и энергии, что имеет большое значение в решении проблемы обеспечения продовольствием населения мира, которое по численности может достигнуть девяти миллиардов человек к 2050 г. [1, 2].

В последнее время семена сои находят многостороннее применение, в частности, их используют в производстве мяса растительного происхождения благодаря высокому качеству белка [3, 4]. В 2020 и 2021 гг. производство сои в мире достигло 356,7 млн т, полученных с площади около 127,8 млн га при средней урожайности 27,9 ц/га [5, 6]. Несмотря на повышение урожайности сои, достигнутой благодаря созданию сортов, адаптированных к сложным условиям произрастания, и более эффективных методов ведения сельского хозяйства, ее продуктивность и стабилизация производства соевых бобов определяются комплексным взаимодействием фиксации азота корневыми клубеньками и использованием минеральных удобрений [7, 8]. Достижение высокого генетического потенциала новых сортов сельскохозяйственных культур остается сложной задачей при выращивании их в условиях дефицита влаги и ненадлежащего удовлетворения потребностей растений в питательных веществах [9].

Материалы и методы. Работу проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в южной лесостепи Западной Сибири (рис. 1). Цель исследований – определить продуктивность и качество семян сои при различных условиях минерального питания.

Объект исследований – соя сорта Черемшанка (скороспелый с показателем СНУ (Crop Heat Units) от 1800–1850) селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» (включен в Госреестр РФ в 2017 г.).

В схему опыта входили следующие варианты: фосфорное минеральное удобрение (фактор А) – P<sub>0</sub>, P<sub>60</sub>; азотное минеральное удобрение (фактор В) – N<sub>0</sub>, N<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>; обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор С) – средняя, 50–100 мг/кг по Чирикову (0); повышенная, 100–120 мг/кг (I) и 140–150 мг/кг (II); высокая, 150–200 мг/кг (фон III). Таким



образом, различные варианты внесения минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}$ ,  $N_{30}P_{60}$ ,  $N_0P_{60}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{30}$ ,  $N_0$ ) накладывались поперек фонов с различной обеспеченностью подвижным фосфором.



Рисунок 1 – Стационарный опыт лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ»

Площадь делянки – 360 м<sup>2</sup>, учетная – 36 м<sup>2</sup>. Повторность – трехкратная. Почва – лугово-черноземная, среднemocная, среднегумусная, тяжелосуглинистая.

Погодные условия вегетационных периодов были контрастными и в целом засушливые. Период вегетации (май–август) в годы исследований был теплее обычного на 1,1 °С (17,8 °С), в том числе май – на 3,1 °С и август – на 1,9 °С, наиболее прохладным был июнь (16,1 °С). Количество осадков за вегетацию в период исследований было меньше среднemocлетних значений – в среднем 152 мм или 74 % от нормы при ГТК 0,77. Более благоприятные погодные условия складывались в 2019 г., когда количество осадков за вегетацию было близким к норме – 193 мм (94 %), а в июне превышало норму на 34–85 мм при ГТК 0,96.

Результаты и обсуждение. Запас общей влаги в почве перед посевом культуры на различных фонах обеспеченности подвижным фосфором составлял 160–185 мм (87–100 % НВ) в первом полуметре и 252–291 мм (85–98 % НВ) в метровом слое, что способствовало формированию полноценных всходов сои (табл. 1).

Таблица 1. Исходный запас общей влаги в почве в зависимости от фона обеспеченности фосфором

Год	Слой почвы, м	Фоны по обеспеченности P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
		0		I		II		III	
		мм	% НВ*	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ
2019	0–0,6	185	101	223	121	180	98	172	93
	0–1,0	292	98	336	113	283	95	272	92
2020	0–0,6	161	88	154	84	158	86	167	91
	0–1,0	258	87	253	85	262	88	269	91
2021	0–0,6	177	96	177	96	170	92	142	77
	0–1,0	275	93	283	95	271	91	216	73
Среднее	0–0,6	174	95	185	100	169	92	160	87
	0–1,0	275	93	291	98	272	92	252	85

Примечание: \*НВ – наименьшая влагемкость почвы для слоя 0–0,6 м – 184 мм, для слоя 0–1,0 м – 297 мм.



Содержание нитратного азота в лугово-черноземной почве (слой 0–0,4 м) перед посевом сои незначительно зависело от фона обеспеченности подвижным фосфором и было, согласно шкале обеспеченности почвы нитратным азотом для слоя 0–0,4 м А.Е. Кочергина, низким (5,6–10,0 мг/кг почвы). Следует отметить, что фоны с различной обеспеченностью почвы подвижным фосфором были созданы в 1980-х годах за счет внесения фосфорсодержащих удобрений: 0 – среднее (<100 мг/кг), I – повышенное (100–150 мг/кг), II – высокое (150–200 мг/кг), III – очень высокое (>200 мг/кг). Дальнейшее экстенсивное использование почвы (без применения фосфорсодержащих минеральных удобрений) и сложившийся отрицательный баланс этого элемента привели к снижению его содержания до среднего на фоне I (96,7 мг/кг), повышенного на фонах II и III (119,2 и 131,7 мг/кг). При этом на фоне 0 содержание фосфора стабилизировалось на уровне среднего несмотря на его перманентный вынос в течение последних 40 лет (табл. 2). Содержание обменного калия стабильно высокое (130,1–161,7 мг/кг) независимо от агрофона.

Таблица 2. Содержание элементов минерального питания в лугово-черноземной почве перед посевом сои, мг/кг почвы, 2019–2021 гг.

Фон обеспеченности P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N–NO <sub>3</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	0–0,2 м	0,2–0,4 м	0–0,4 м	0–0,2 м	0,2–0,4 м	0–0,2 м	0,2–0,4 м
0	6,9	4,2	5,6	82,5	63,3	161,7	111,2
I	10,9	5,8	8,4	96,7	77,5	130,1	94,0
II	9,2	7,5	8,3	119,2	96,7	137,1	90,5
III	12,3	7,6	10,0	131,7	98,3	150,8	95,9
Среднее	9,8	6,3	8,1	107,5	84,0	144,9	97,9

Уровень урожайности сои в годы исследований определялся изучаемыми факторами. Так достоверное увеличение сбора семян сои происходило за счет допосевого внесения минеральных удобрений: фосфорсодержащих – с 1,61 до 1,81 т/га или на 12 % (в среднем по фактору А), азотных – с 1,61 до 1,77 т/га или на 10 % (в среднем по фактору В) (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность семян сои в зависимости от уровня удобренности, т/га, 2019–2021 гг.

Фосфорное удобрение (фактор А)	Азотное удобрение (фактор В)	Обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор С)				Среднее
		0	I	II	III	
0	0	1,21	1,33	1,57	1,71	1,46
	N <sub>30</sub>	1,43	1,69	1,72	1,96	1,70
	N <sub>60</sub>	1,46	1,57	1,78	1,92	1,68
	среднее	1,37	1,53	1,69	1,86	1,61
P <sub>60</sub>	0	1,57	1,62	1,87	1,99	1,76
	N <sub>30</sub>	1,60	1,76	1,91	2,03	1,83
	N <sub>60</sub>	1,69	1,81	1,89	2,03	1,86
	среднее	1,62	1,73	1,89	2,02	1,81
Среднее	0	1,39	1,48	1,72	1,85	1,61
	N <sub>30</sub>	1,52	1,73	1,82	2,00	1,76
	N <sub>60</sub>	1,58	1,69	1,84	1,98	1,77
	среднее	1,49	1,63	1,79	1,94	1,71

НСР<sub>05</sub>: А – 0,11; В – 0,13; В – 0,15; для частных средних различий – 0,38

Фоны с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором способствовали повышению урожайности с 1,49 до 1,63–1,94 т/га или на 9–30 %. Сочетание изучаемых факторов обеспечивало сбор 2,03 т/га семян сои при уровне на контроле 1,21 т/га, что выше на 68 %.



Содержание белка в семенах сои варьировало от 38,41 до 41,78 % и увеличивалось за счёт внесения азотных удобрений ( $N_{60}$ ) с 39,17 до 41,37 % в среднем по опыту (рис. 2). Сочетание азотных удобрений и последствий фона с повышенным содержанием фосфора увеличивало содержание жира с 15,20 до 16,19 %.

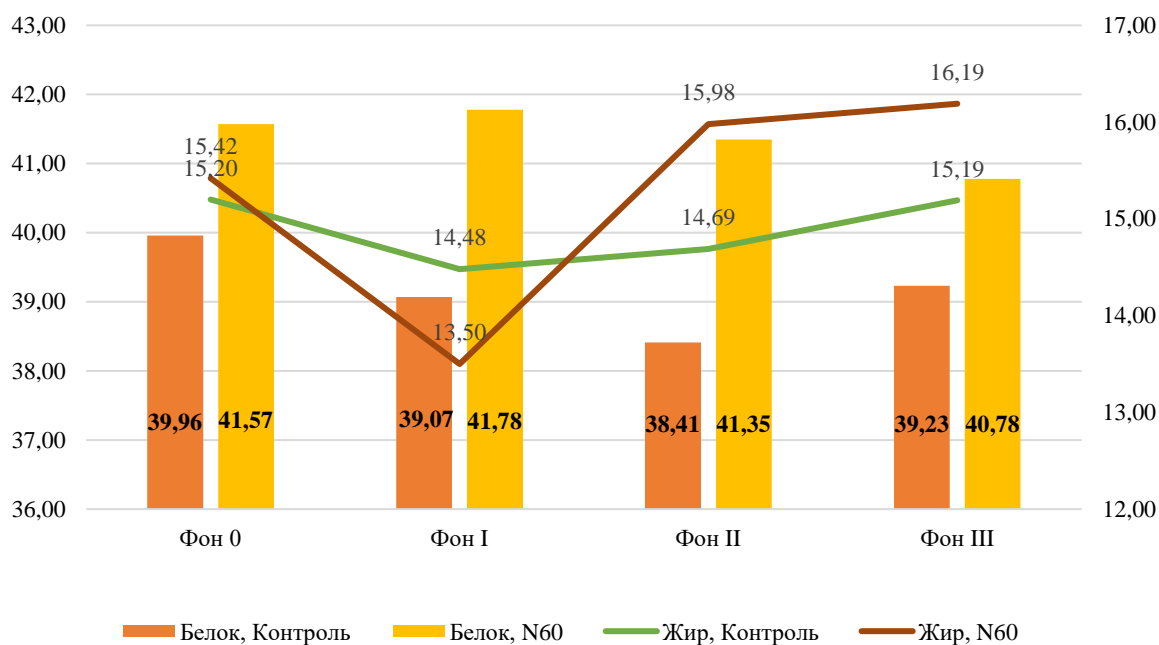


Рисунок 2 – Содержание белка и жира в семенах сои в зависимости от применения азотных минеральных удобрений ( $N_{60}$ ), %, 2019–2020 гг.

В вариантах допосевного внесения фосфорсодержащих минеральных удобрений отмечалась тенденция снижения белковости с 39,16 до 37,67 % в среднем по опыту при слабом влиянии на содержание жира в семенах сои (рис. 3).

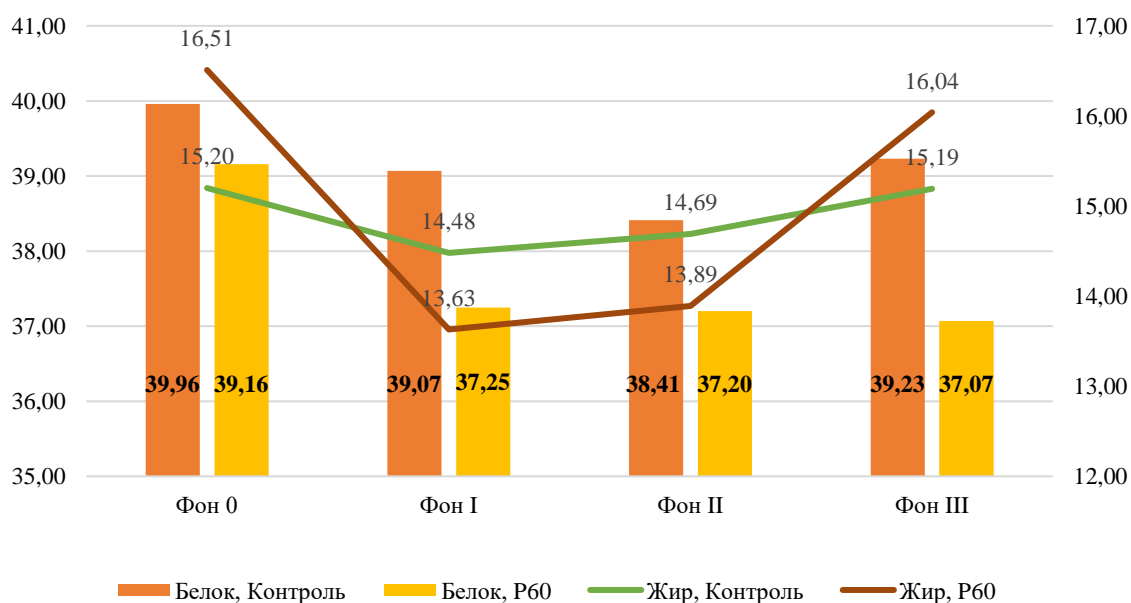


Рисунок 3 – Содержание белка и жира в семенах сои в зависимости от применения фосфорсодержащих минеральных удобрений ( $P_{60}$ ), %, 2019–2020 гг.



**Заключение.** В условиях южной лесостепи Западной Сибири длительное экстенсивное сельскохозяйственное использование лугово-черноземной почвы приводит к снижению содержания подвижного фосфора за счет складывающегося отрицательного баланса. В таких условиях внесение фосфорсодержащих и азотных минеральных удобрений позволяет увеличить сбор семян сои до 2 т/га при содержании белка 41,78 %.

#### Литература

1. Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Омелянюк Л.В., Асанов А.М. Продуктивность сои в различных условиях выращивания на юге Западной Сибири // *Земледелие*. 2022. № 6. С. 26–30.
2. Tavares C.J., Ribeiro Junior W.Q., Ramos M.L.G. et al. Water Stress Alters Morphophysiological, Grain Quality and Vegetation Indices of Soybean Cultivars // *Plants*. 2022. 11 (4). 559 p.
3. Тимохин А.Ю., Омелянюк Л.В., Бойко В.С. Влияние ризоторфина на развитие сортов сои селекции СИБНИИСХ при орошении в Южной лесостепи Западной Сибири // *Масличные культуры*. НТБ ВНИИМК. 2016. № 3 (167). С. 53–58.
4. Литвиненко О.В., Стаценко Е.С., Корнева Н.Ю., Кубанкова Г.В., Кодирова Г.А. Оценка биохимического состава соевого зерна в сравнительно-сортовом аспекте // *Вестник ГрасГАУ*. 2020. № 10. С. 51–59.
5. Бойко В.С., Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Тимохин А.Ю. Усовершенствованная технология возделывания и подбора сортов сои на орошаемых и богарных землях Омской области. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 20 с.
6. Iqbal M.A., Raza R.Z., Zafar M. et al. Integrated fertilizers synergistically bolster temperate soybean growth, yield and oil content // *Sustainability*. 2022. 14 (2433). Pp. 1–17.
7. Присяжная И.М., Синеговский М.О., Присяжная С.П., Синеговская В.Т. Использование незерновой части урожая сои в качестве органического удобрения // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022. № 1. С. 62–66.
8. Наумченко Е.Т., Банецкая Е.В. Влияние длительного применения удобрений на плодородие луговой черноземовидной почвы и урожайность сои // *Агрехимия*. 2022. № 2. С. 28–33.
9. Shuliko N.N., Khamova O.F., Timokhin A.Yu. et al. Influence of long-term intensive use of irrigated meadow-chernozem soil on the biological activity and productivity of the arable layer // *Sci Rep*. 2022. 12, 14672.

### SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE DIFFERENT MINERAL NUTRITION

**Timokhin A.Yu.**

Omsk Agricultural Scientific Center

The influence of various mineral nutrition on soybean productivity in the southern forest-steppe of Western Siberia was studied. It has been established that long-term extensive agricultural use of meadow-black soil leads to a decrease in the content of mobile phosphorus due to the emerging negative balance. Under such conditions, the introduction of phosphorus-containing and nitrogen mineral fertilizers allows increasing the yield of soybean seeds up to 2 t/ha with a protein content of 41.78 %.

Key words: soybean, seed yield, mineral fertilizers, meadow-black soil.