



УДК 631.8:631.587:633.34(571.1)  
DOI 10.25230/conf12-2023-326-330

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНОГО РЕЖИМА  
И СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ  
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ**

**Шаповал М.С., Тимохин А.Ю.**  
ФГБНУ «Омский АНЦ»  
timokhin@anc55.ru

Исходный запас общей влаги в почве в годы исследований был высоким, слабо зависел от фона удобренности. Дальнейшая динамика влажности почвы в годы исследований определялась складывающимися погодными условиями. В период прохождения критических фаз развития уровень влагообеспеченности не опускался ниже 60 % НВ и был близок к оптимальному уровню для развития растений. Оптимизация условий минерального питания за счет применения удобрений позволяет наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы увлажнения и способствует увеличению сбора семян с 1,31 до 1,95 т/га или на 49 %.



Ключевые слова: соя, водный режим, элементы минерального питания, урожайность семян.

**Введение.** Соя (*лат. Glycine max*) – растение семейства бобовых, родиной которого является восточная Азия. Семена сои, иногда называемые соевыми бобами (от англ. soybean) – широко распространённый продукт питания, известный ещё в третьем тысячелетии до н.э. Соя – самая распространённая в мире зернобобовая культура, характеризующаяся уникальным биохимическим и минеральным составом, а также высоким содержанием растительного белка, в среднем составляющим около 40 % от массы семени, а у отдельных сортов достигающим 48–50 % [1, 2].

Соя достаточно засухоустойчива в начальный период роста (до цветения), тогда как критический период водопотребления приходится на фазы цветения, формирования бобов и налива семян [3, 4]. Оптимизация условий минерального питания за счет применения удобрений позволяет наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы увлажнения [5]. Исследования, направленные на изучение влияния применения минеральных удобрений на урожайность семян сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири, являются актуальными.

**Методика исследований.** Исследования проведены в 2021–2022 гг. в южной лесостепи Омской области на опытных полях лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ», сорт сои – Черемшанка (селекции ФГБНУ «Омский АНЦ»), включен в Госреестр с 2017 г. и допущен к использованию в 9 и 10 регионах РФ. Рекомендован к возделыванию во всех зонах Омской области с 2017 г.

Почва – лугово-черноземная, среднетяжелая, среднегумусная, тяжелосуглинистая. Реакция почвенной среды в пахотном слое нейтральная –  $pH_{\text{водн.}} = 6,9-7,2$ .

Схема опыта включала следующие градации факторов. Фактор А: допосевное внесение фосфорсодержащих удобрений –  $P_{60}$  и  $P_0$ ; фактор В: допосевное внесение азотных удобрений –  $N_{60}$ ,  $N_{30}$  и  $N_0$ ; фактор С: последствие фонов с различным содержанием фосфора – средняя обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову), 50–100 мг/кг почвы (фон 0); повышенная, 100–150 мг/кг (фон I, II); высокая, 150–200 мг/кг (фон III). То есть варианты  $N_{60}P_{60}$ ,  $N_{30}P_{60}$ ,  $P_{60}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{30}$  и  $N_0$ , наложенные поперек четырех фонов по обеспеченности фосфором, образовали 24-вариантную схему опыта. Разная обеспеченность фосфором сложилась к периоду проведения эксперимента из-за различного его баланса в соответствующих вариантах, в том числе фон II, находясь в одной градации с фоном I, более обеспечен фосфором. Такие градации позволили смоделировать разные условия азотно-фосфорного питания в сравнении с контролем (без удобрений).

Размер делянок 360 м<sup>2</sup>, учетной площади – 36 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам: содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу, подвижных форм фосфора и калия – по Чирикову в слоях 0–0,2 и 0,2–0,4 м [6]. Весной определяли азот в вариантах без удобрений, осенью – азот, фосфор и калий в наиболее контрастных вариантах ( $N_{60}P_{60}$  и без удобрений) на всех четырех фонах по обеспеченности фосфором. Статистическую обработку данных осуществляли по Б.А. Доспехову [7].

Удобрения вносили в соответствующих вариантах до посева сои сеялкой СЗП-3,6. Посев сои проводили 18–20 мая сеялкой СЗП-3,6 сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Норма высева – 0,8 млн шт./га. В период вегетации (9–12 июня) посеvy обрабатывали гербицидом Пивот (0,8 л/га). Учет и уборку урожая семян осуществляли в третьей декаде сентября комбайном «Wintersteiger Classic». В остальном агротехника возделывания сои была общепринятой [8].

**Результаты и обсуждение.** Исходный запас общей влаги в годы исследований был высоким, слабо зависел от фона удобренности и составлял в среднем 151–181 мм (82–98 % НВ) в слое 0–0,6 м и 234–287 мм (79–97 % НВ) в слое 0–1,0 м (табл. 1).



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

Год	Слой почвы, м	Фоны по обеспеченности P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
		I		II		III		IV	
		мм	% НВ*	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ
2021	0–0,6	177	96	177	96	170	92	142	77
	0–1,0	275	93	283	95	271	91	216	73
2022	0–0,6	174	95	185	100	169	92	160	87
	0–1,0	275	93	291	98	272	92	252	85
Среднее	0–0,6	176	95	181	98	170	92	151	82
	0–1,0	275	93	287	97	272	91	234	79

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

Дальнейшая динамика общей влаги в почве в годы исследований определялась складывающимися погодными условиями. В 2021 г. до середины июля (начало фазы «цветение») содержание влаги находилось в интервале от влажности разрыва капилляров до наименьшей влагоемкости (рис.). В фазы «образование бобов–созревание» уровень общей влаги не опускался ниже 63 % НВ. В 2022 г. дефицит атмосферного увлажнения в мае и июне приводил к снижению содержания влаги в почве с 89 до 62–66 % НВ. Выпавшие в конце июня и июле осадки позволили стабилизировать влажность почвы в оптимальном для растений сои интервале (75–90 % НВ).

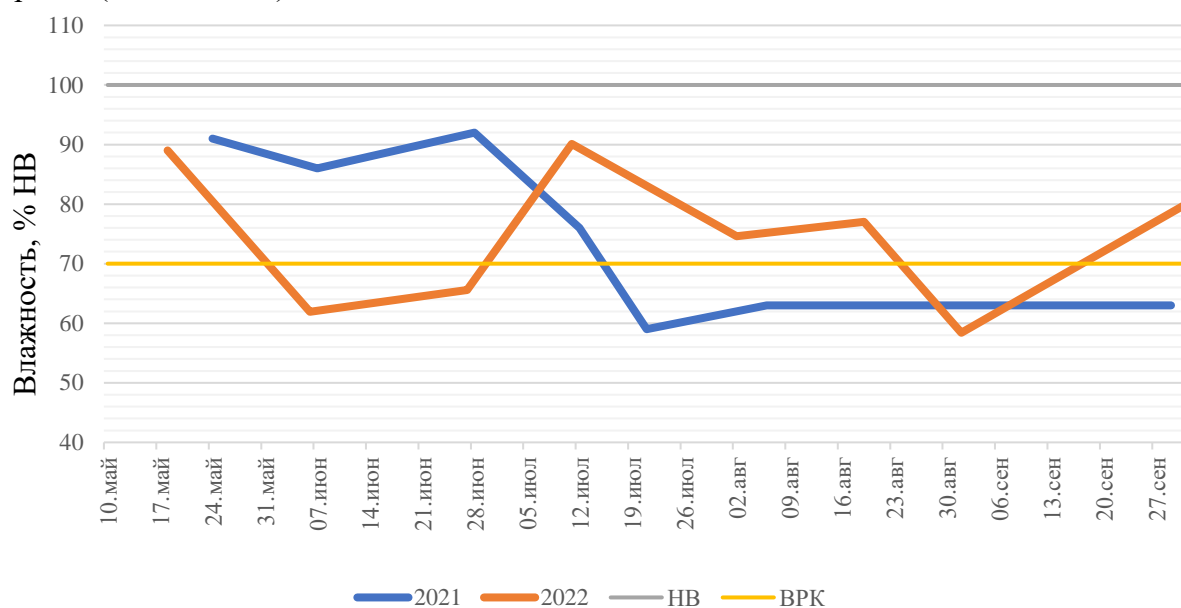


Рисунок – Динамика общей влаги в почве в метровом слое, научный стационар ФГБНУ «Омский АНЦ», 2021–2022 гг.

Общеизвестно, что содержание N–NO<sub>3</sub> в почве осенью незначительно изменяется к весне следующего года и свидетельствует об обеспеченности культур в начальный период вегетации. Перед закладкой полевого опыта содержание нитратного азота в слое почвы 0–0,4 м было преимущественно низким, согласно шкале обеспеченности почв нитратным азотом Г.П. Гамзикова, 1981 (8,4–11,0 мг/кг). Вынос азота с полученной продукцией приводил к тому, что после уборки сои в варианте без применения минеральных удобрений содержание его снизилось до 4,3–6,5 мг/кг, что соответствует очень низкой обеспеченности. В вариантах



применения минеральных удобрений в уборку содержание N–NO<sub>3</sub> варьировало с 6,3–8,6 мг/кг, что говорит об использовании внесенных минеральных удобрений растениями сои (табл. 2).

Таблица 2. Содержание элементов минерального питания в лугово-черноземной почве, мг/кг, 2021–2022 гг.

Элементы минерального питания	Фон по обеспеченности P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , слой почвы (м)											
	0			I			II			III		
	0–0,2	0,2–0,4	0–0,4	0–0,2	0,2–0,4	0–0,4	0–0,2	0,2–0,4	0–0,4	0–0,2	0,2–0,4	0–0,4
Весна												
N–NO <sub>3</sub>	10,2	6,5	8,4	10,4	7,1	8,8	13,1	8,9	11,0	11,9	9,7	10,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	78,8	71,3	–	102,5	90,0	–	103,8	96,3	–	113,8	90,0	–
K <sub>2</sub> O	186,3	132,3	–	147,0	108,2	–	145,1	101,0	–	151,9	105,3	–
Осень, вариант 1–удобренный												
N–NO <sub>3</sub>	8,9	4,2	6,5	10,5	6,7	8,6	9,9	6,4	8,1	7,4	5,2	6,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	125,0	93,8	–	203,8	155,0	–	197,5	142,5	–	192,5	150,0	–
K <sub>2</sub> O	232,9	162,3	–	221,2	129,4	–	167,6	102,7	–	120,3	92,2	–
Осень, вариант 6 – без удобрений												
N–NO <sub>3</sub>	5,2	3,3	4,3	5,0	4,0	4,5	8,2	4,7	6,5	9,5	3,2	6,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100,0	88,8	–	116,3	97,5	–	117,5	112,5	–	126,3	97,5	–
K <sub>2</sub> O	192,7	100,9	–	157,5	107,3	–	138,9	104,7	–	131,1	108,6	–

Более стабильны во времени показатели содержания в почве подвижных форм фосфора и калия. По ним можно судить о фосфатном и калийном потенциале почвы, как в целом, так и в зависимости от различных вариантов применения минеральных удобрений.

Урожайность сои определялась метеорологическими условиями в основные фазы развития культуры и изучаемыми факторами. Достоверное увеличение сбора семян происходило за счет допосевного внесения минеральных удобрений: фосфорсодержащих – с 1,56 до 1,71 т/га или на 10 %; азотных – с 1,52 до 1,64–1,75 т/га или на 8–15 % в среднем по фактору В (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность семян сои в зависимости от уровня удобренности, т/га семян, 2021–2022 г.

Вариант удобренности		Фоны по обеспеченности P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (фактор С)				Среднее по фактору	
фосфор (фактор А), кг д.в./га	азот, (фактор В), кг д.в./га	0	I	II	III	А	В
P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	1,67	1,77	1,90	1,95	1,71	1,75
	N <sub>30</sub>	1,44	1,61	1,76	1,96		
	N <sub>0</sub>	1,45	1,64	1,67	1,76		1,64
0	N <sub>60</sub>	1,50	1,54	1,78	1,76	1,56	1,52
	N <sub>30</sub>	1,46	1,61	1,68	1,80		
	N <sub>0</sub>	1,31	1,25	1,54	1,51		1,52
Среднее, С		1,47	1,57	1,72	1,79	1,63	
НСР <sub>05</sub> : А – 0,08; В – 0,09; С – 0,11; для частных средних значений – 0,26							

Последствие фосфорсодержащих удобрений на фоне с высокой обеспеченностью P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> обеспечивало рост продуктивности сои с 1,47 до 1,72–1,79 т/га или на 17–22 % в среднем по фактору С. В целом, улучшение условий минерального питания за счет сочетания изучаемых в опыте факторов способствовало увеличению сбора семян с 1,31 до 1,95 т/га или на 49 %.



**Заключение.** Исходный запас общей влаги в годы исследований был высоким, слабо зависел от фона удобрённости. Дальнейшая динамика общей влаги в почве в годы исследований определялась складывающимися погодными условиями. В период прохождения критических фаз развития уровень общей влаги не опускался ниже 60 % НВ и был близок к оптимальному уровню для развития растений. Оптимизация условий минерального питания за счет применения удобрений позволяет наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы увлажнения и способствует увеличению сбора семян с 1,31 до 1,95 т/га или на 49 %.

#### Литература

1. Головина Е.В., Леухина О.В., Леухина Т.В. Влияние погодных условий на формирование хозяйственно ценных признаков у сортов сои различной селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С. 24–32.
2. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Фокина Е.М. Исследование прочности зерна сои различных сортов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 5. С. 75–79.
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. 2016. № 3 (167). С. 53–58.
4. Попова Н.П., Бельшклина М.Е., Кобозева Т.П. Особенности белкового комплекса семян сои Северного экотипа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 104–108.
5. Shuliko N.N., Khamova O.F., Timokhin A.Yu. [et al.] Influence of long-term intensive use of irrigated meadow-chnozem soil on the biological activity and productivity of the arable layer // Sci Rep. 12, 14672 (2022).
6. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 655 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд.- М.: Колос, 1985. 351 с.
8. Усовершенствованная технология возделывания и подбора сортов сои на орошаемых и богарных землях Омской области: рекомендации. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 20 с.

#### **RESULTS OF STUDIES OF THE WATER REGIME AND THE CONTENT OF MINERAL NUTRITION ELEMENTS IN THE SOIL AT SOYBEAN CULTIVATION**

**Shapoval M.S., Timokhin A.Yu.**  
Omsk Agricultural Scientific Center

The initial water supply in the soil during the years of research was high and weakly dependent on the fertilization. The further dynamics of soil moisture during the years of research was determined by the prevailing weather conditions. During the period of the critical phases of development, the level of moisture supply did not fall below 60 % of the least water capacity and was close to the optimal level for plant development. Optimization of the conditions of mineral nutrition through the fertilizer application allows the most efficient use of available moisture resources and contributes to an increase in seed yield from 1.31 to 1.95 t/ha, or by 49 %.

Key words: soybean, water regime, elements of mineral nutrition, seed yield.