

Научная статья

УДК 633.34(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

## **Продуктивность, показатели структуры урожая и эффективность работы симбиотического аппарата растений сои в условиях разных климатических районов Кабардино-Балкарии**

**Хажсет Аскерханович Хамоков**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030, simbioz7591q@yandex.ru

***Аннотация.*** В статье проведен анализ опытов по изучению симбиотической деятельности зернобобовых культур. Исследования проводились в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарии, различающихся по климатическим условиям и уровню обеспеченности почвы влагой. Изучались раннеспелые и позднеспелые сорта сои. Ранний срок посева был осуществлен в третьей декаде апреля, средний – в первой декаде мая, поздний – во второй декаде мая. Норма высева составляла от 300 до 500 тысяч штук семян на 1 гектар. В результате исследования установлено, что условия предгорной зоны более благоприятны для фотосинтетической деятельности растений сои, чем условия степной зоны, следствием чего являются и более высокие показатели урожая. В предгорной зоне позднеспелый сорт сои формировал листовую поверхность 45-50 тыс. м<sup>2</sup>/га, что больше показателей раннеспелых сортов. Показатели чистой продуктивности фотосинтеза у раннеспелых сортов выше и находятся в пределах 2,2-3,2 г/м<sup>2</sup>. В работе использовались агротехнические приемы, оказавшие влияние на высоту крепления бобов, число бобов, высоту растения, ветвистость, массу семян, что показывает степень адаптивности возделываемых сортов к климатическим условиям района. Результаты исследования показали, что деятельность симбиотической системы растений сои оказалась более эффективной в те периоды, когда влагообеспеченность почвы была наилучшей. Наименьшее количество клубеньков на корнях растений и их «недоразвитость» отмечались в засушливых районах, в сравнении с благоприятными условиями предгорного района. При этом наблюдается увеличение количества азотфиксирующих клубеньков на 20-22%, а увеличение их массы – на 30-32%.

***Ключевые слова:*** район возделывания, условия возделывания, соя, симбиотическая деятельность, активность фотосинтеза, продуктивность, урожайность, влагообеспеченность

***Для цитирования.*** Хамоков Х. А. Продуктивность, показатели структуры урожая и эффективность работы симбиотического аппарата растений сои в условиях разных климатических районов Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 15–20. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

Original article

## **Productivity, indicators of the structure of the crop and the efficiency of the symbiotic apparatus of soybean plants in different climatic regions of Kabardino-Balkaria**

**Khazhset A. Khamokov**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030, simbioz7591q@yandex.ru

**Abstract.** The article analyzes experiments on the study of the symbiotic activity of leguminous crops. The studies were carried out in the foothill and steppe zones of Kabardino-Balkaria, which differ in climatic conditions and the level of soil moisture supply. Early-ripening and late-ripening soybean varieties were studied. The early sowing date was carried out in the third decade of April, the middle one – in the first decade of May, and the late one – in the second decade of May. The sowing rate ranged from 300 to 500 thousand seeds per 1 hectare. As a result of the study, it was found that the conditions of the foothill zone are more favorable for the photosynthetic activity of soybean plants than the conditions of the steppe zone, which results in higher yields. In the foothill zone, a late-ripening soybean variety formed a leaf area of 45-50 thousand m<sup>2</sup>/ha, which is more than that of early-ripening varieties. The indicators of net productivity of photosynthesis in early ripe varieties are higher and are in the range of 2.2-3.2 g/m<sup>2</sup>. In the work, agrotechnical practices were used that influenced the height of the attachment of beans, the number of beans, plant height, branching, seed weight, which shows the degree of adaptation of cultivated varieties to the climatic conditions of the region. The results of the study showed that the activity of the symbiotic system of soybean plants turned out to be more effective in those periods when the moisture supply of the soil was the best. The smallest number of nodules on the roots of plants and their "underdevelopment" were noted in arid regions, in comparison with the favorable conditions of the foothill region. At the same time, there is an increase in the number of nitrogen-fixing nodules by 20-22%, and an increase in their mass by 30-32%.

**Keywords:** cultivation area, cultivation conditions, soybean, symbiotic activity, photosynthesis activity, productivity, yield, moisture supply

**For citation.** Khamokov Kh.A. Productivity, indicators of the structure of the crop and the efficiency of the symbiotic apparatus of soybean plants in different climatic regions of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):15–20. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

**Введение.** Соя является одной из ведущих зернобобовых культур в России. Семена сои содержат порядка 20-22% углеводов, от 18 до 28% жира, около 31-53% белка, и именно эти свойства напрямую связаны с разнообразием ее использования. Белок, содержащийся в семенах сои, хорошо растворяется в воде и хорошо усваивается. Содержание незаменимых аминокислот в семенах сои гораздо выше, чем содержание белка других бобовых. Глицинин, который содержится в семенах сои, обладает свойством створаживаться при закисании.

Одно время сою применяли в качестве зеленого корма или же для силосования вместе с растениями кукурузы. В настоящее время, в основном, растения сои высаживают для сбора урожая семян. Возделывая растения сои, сельхозпроизводители решают два вопроса – это получение растительного масла и получение белка.

Выбор и применение правильных и оптимальных агроприемов, особенности возделываемых сортов, климатические факторы, а также районы возделывания, напрямую оказывают достаточно значимое влияние на величину урожая и показатели продуктивности растений сои.

На Кавказе, довольно долгое время, возделывание растений сои не было распространено. Это объяснялось отсутствием сортов, приспособленных к условиям региона и недостаточной механизации ее возделывания. Применяемые сорта лишь способствовали «отчуждению» этой культуры, поскольку не были адаптированы к местным условиям. Величина урожайности культуры составляла примерно от 8 до 22 ц/га и имела довольно длинный период вегетации.

**Цель исследования.** При проведении опытов ставилась задача изучения зависимости продуктивности и показателей элементов структуры урожайности от условий возделывания растений сои в разных климатических районах республики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В степном и предгорном районах Кабардино-Балкарской Республики, отличающихся различными климатическими условиями, в период с 2016 по 2020 годы, были проведены исследования по установлению агроприемов, влияющих на активность симбиотического процесса посевов растений сои.

Опыты проводились на черноземах обыкновенных (степной район) и черноземах вы-

щелоченных (предгорный район). Показатели химического анализа почв находились в пределах: кислотность почвы в пределах рН сол. – 6,6-7,0; наличие фосфора в пределах от 14 до 19 мг на 1 кг почвы; содержание калия в пределах 230-260 мг/кг почвы; количество молибдена около 0,3-0,32 мг на 1 кг почвы; содержание гумусового слоя около 3,2-4,2%; содержание бора было в пределах 0,4-0,5 мг на 1 кг почвы.

Количество активных температур было от 3200 до 3400°C. Во время проведения опытов, в годы с лучшей обеспеченностью влагой (2017 г., 2018 г. и 2019 г.), влажность почвы была от 65 до 85% НВ, а в годы, где чаще наблюдался дефицит влаги (2016 г., 2020 г.), влажность почвы находилась в пределах от 45 до 65% НВ.

Посев производился по схеме: ранний срок посева был осуществлен в 3 декаде апреля; в период 1 декады мая был осуществлен посев в средний срок; а в период 2 декады мая был осуществлен поздний посев. Норма высева составляла от 300 до 500 тысяч штук семян на 1 гектар; широкорядный способ посева был выбран в качестве основного.

В процессе проведения исследований рассчитывались: удельная активность симбиоза (УАС) и симбиотический потенциал посевов (по методикам Посыпанова Г. С.), показатели биологической урожайности и структуры урожая рассчитывали по методике А. С. Митрофанова; определялись также количество протеина в семенах сои (метод Къельдаля);

результаты проводимых опытов подвергались статистической обработке.

Объектами исследования были разные по биологическим особенностям и скороспелости сорта растений сои.

**Результаты исследования.** В различных климатических районах республики температура хорошо соответствует биологическим требованиям растений сои. Но в условиях степных районов дефицит влаги повторяется чаще.

В промежуток времени второй – третьей декады июля для республики характерно снижение величины выпадающих осадков. Среднераннеспелые сорта сои в таких климатических условиях показывают более устойчивые и высокие урожаи семян; причиной этого факта является то, что период образования бобов и налива семян проходит тогда, когда выпавшие в начале лета осадки, и влага в почве, накопленная в зимне-весенний период, расходуется растениями более эффективно и экономно.

В годы исследований опыты проводились по схемам, которые учитывали особенности и требования применяемых сортов, а также климатические условия района возделывания, включая влагообеспеченность и величину активных температур.

Полученные в ходе проведенных опытов результаты указывают на взаимосвязь величины урожая растений от особенностей отдельного сорта, величины обеспеченности влагой, а также условий района возделывания (табл. 1).

**Таблица 1.** Урожай семян растений сои в разные годы и разных районах исследования, ц/га  
**Table 1.** Seed yield of soybean plants in different years and different areas of the study, c/ha

Сорта	Периоды проведения опытов					Урожайность средняя
	2016	2017	2018	2019	2020	
Степной район						
Аванта (раннеспелый)	16,4	18,1	17,3	18,6	16,7	17,5
Ходсон (среднераннеспелый)	17,4	18,7	18,4	20,1	18,6	18,6
Вилана (позднеспелый)	15,6	18,1	14,1	16,9	13,6	15,7
Предгорный район						
Аванта (раннеспелый)	18,9	20,7	20,0	20,6	18,3	19,7
Ходсон (среднераннеспелый)	19,7	20,9	20,7	22,5	20,6	20,9
Вилана (позднеспелый)	16,7	20,3	15,3	19,9	14,9	17,5
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,5	1,7	1,9	1,6	1,5	

В ходе опытов установлено, что в климатических условиях степного района растения сои показывали меньшие результаты урожая посевов в сравнении с показателями, полученными в предгорном районе проведения опытов.

О степени приспособляемости сортов растений сои к районам и условиям возделывания можно судить по показателям активности работы симбиотического аппарата посевов. В ходе опытов установлено, что скороспелость сорта влияет на показатели формирования листовой поверхности и показатели фотосинтетического потенциала. Наибольшая площадь листьев, около 20-21 тыс. м<sup>2</sup>/га, раннеспелые сорта формировали (сорт Аванта) в первой декаде июля; к середине июля – начале августа наибольшую листовую поверхность формировали среднераннеспелые сорта, типа Ходсон – около 24 тыс. м<sup>2</sup>/га, а вот показатели урожая семян и результаты фотосинтетического потенциала растений оказались невысокими (данные табл. 1).

В период образования бобов среднеспелые сорта растений сои переставали формирование фотосинтетической поверхности; величина

на площади листьев была около 45-50 тыс. м<sup>2</sup>/га и длительный период не менялась.

Наибольшую площадь листьев, порядка от 48 до 51 тыс. м<sup>2</sup>/га, позднеспелые сорта формировали в период от первой и до третьей декады октября.

Более высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), около 2,2-3,1 г/м<sup>2</sup> в сутки были у раннеспелых сортов за период роста и развития.

Но, как показали опыты, более высокие показатели ЧПФ фиксировались в начале вегетации растений и в этот период они не особо зависят от особенностей сортов. Показатели наименьшего значения по фотосинтетической активности листовой поверхности фиксировались в период цветения – начала образования бобов.

В межфазный период «образование бобов – налив семян» происходило наибольшее накопление сухого вещества, а показатели листовой поверхности посевов начинают уменьшаться. Этим можно объяснить повторное повышение показателей ЧПФ среднеспелых и среднепозднеспелых сортов растений сои [1–3] (табл. 2).

**Таблица 2.** Показатели элементов структуры продуктивности посевов сои  
**Table 2.** Indicators of elements of the structure of productivity of soybean crops

Сорта сои	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФСР, млн м <sup>2</sup> дней	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки	Число семян 1 раст.	Масса семян 1 раст.	Урожайность, ц/га
Степная зона						
Аванта	47,0	2,0	2,5	67	5,4	18,6
Ходсон	40,2	2,3	2,2	73	5,9	19,9
Вилана	48,7	2,1	2,0	53	4,2	15,6
Предгорная зона						
Аванта	49,9	2,7	3,2	74	6,0	20,6
Ходсон	43,0	3,0	3,0	80	6,5	22,5
Вилана	51,4	2,9	2,9	60	4,9	16,7

По результатам исследований, уменьшение показателей ЧПФ происходило чаще, в период увеличения площади листовой поверхности и потенциала фотосинтеза.

Среди сортов наилучшие показатели по урожайности у среднераннеспелого сорта Ходсон, который имел лучшие показатели по высоте растений и лучшую облиственность.

Проводимые агротехнические приемы возделывания и генетические особенности растений влияют на изменение внешних признаков растений сои [1, 3]. Например, такие показатели, как высота крепления бобов, число бобов, высота самого растения, ветвистость, масса семян, формируются в большей степени проводимыми агротехническими приемами и показывают степень адаптиро-

ванности возделываемых сортов климатическим условиям района возделывания.

Как показывают результаты анализа, деятельность симбиотической системы растений в те годы, когда имела место лучшая обеспеченность почвы влагой, оказались наиболее эффективными. Наименьшее количество клубеньков на корнях растений и их «недоразви-

тость» отмечались в засушливых условиях (степные районы), в сравнении с более благоприятной по влагообеспеченности предгорном районе (табл. 3) [4].

В условиях достатка влаги наблюдается увеличение количества азотфиксирующих клубеньков на 20-22%, а увеличение их массы на 30-32%.

**Таблица 3.** Показатели урожайности и его элементов у растений сои в зависимости от особенностей сорта

**Table 3.** Indicators of yield and its elements in soybean plants depending on the characteristics of the variety

Сорт сои	Степной район				Предгорный район			
	число клубеньков, шт. на 1 раст.	масса клубеньков, г на 1 раст.	бобов на раст., шт.	масса 1000 семян, г	число клубеньков, шт. на 1 раст.	масса клубеньков, г на 1 раст.	бобов на раст., шт.	масса 1000 семян, г
Аванта	17,6	0,29	15,5	155	19,8	0,36	18,4	165
Ходсон	14,0	0,16	22,5	165	16,0	0,25	25,0	173
Вилана	11,7	0,10	24,1	166	12,9	0,17	27,0	177

Дефицит влаги приводит к снижению интенсивности прохождения фотосинтетической деятельности, следствием чего является недостаточное развитие клубеньковых бактерий, что также влияет на формирование продуктивности посевов [2, 5–9].

**Выводы.** Анализируя результаты проведенных опытов, можно констатировать, что в условиях достаточного обеспечения почвы влагой (условия предгорных районов), растения сои показывают высокую симбиотическую активность.

Содержание белка в семенах растений является важным показателем, который влияет на характеристику сорта. Условия предгор-

ных районов способствуют тому, что в семенах растений показатели по содержанию жира, протеина и белка были высокими.

Раннеспелые сорта показывают лучшую продуктивность в сравнении с позднеспелыми видами сортов.

Анализ результатов проведенных опытов показывает, что семенная продуктивность растений, формирование симбиотического аппарата и его активность зависят как от климатических условий, так и особенностями самого растения.

Климатические условия предгорных районов способствуют наилучшей эффективности возделывания растений сои.

### Список литературы

1. Хамоков Х. А. Зависимость продуктивности сои от различных агроприемов // Межвузовский сборник научных трудов «Актуальные проблемы региона». Нальчик, 2005. № 12. С. 37–39.
2. Хамоков Х. А. Потребление азота растениями сои и его влияние на структуру урожая // Зерновое хозяйство. 2005. № 7. С. 18–20.
3. Хамоков Х. А. Симбиотическая активность и фотосинтетическая деятельность зернобобовых в зависимости от микроэлементов // Зерновое хозяйство. 2007. № 3-4. С. 35–37.
4. Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. Влияние свободно живущих азотфиксирующих бактерий на формирование бобово-ризобиального симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур // Физиология и биохимия культурных растений. 2000. Т 33. № 4. С. 355–362.
5. Хамоков Х. А. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания // Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 30–31.

6. Хамоков Х. А. Экономическая эффективность возделывания зернобобовых культур в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарской Республики // Межвузовский сборник научных трудов «Проблемы современного управления в АПК». Нальчик – Владикавказ. 2007. С. 28–30.
7. Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П., Посыпанова В. Н. и др. Сорты сои северного экотипа (возможные районы возделывания) // Зерновое хозяйство. 2006. № 10. С. 10–14.
8. Хамоков Х. А. Влияние минеральных удобрений на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №1 (159). С. 30–35.
9. Хамоков Х. А. Динамика потребления азота, фосфора и калия посевами зернобобовых культур при использовании азотных удобрений // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №2 (160). С. 11–16.

### References

1. Khamokov Kh.A. The dependence of soybean productivity on various agricultural practices. *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Aktual'nye problemy regiona»* [International collection of scientific papers "Actual problems of the region"]. Nal'chik, 2005;(12):37–39. (In Russ.)
2. Khamokov Kh.A. Nitrogen Consumption by Soybean Plants and Its Effect on Yield Structure. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2005;(7):18–20. (In Russ.)
3. Khamokov Kh.A. Symbiotic activity and photosynthetic activity of legumes depending on trace elements. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2007;(3-4):35–37. (In Russ.)
4. Nadkernichnaya E.V., Kovalevskaya T.M. Influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation of legume-rhizobium symbiosis in some agricultural crops. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnyh rastenij* [Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants]. 2000;33(4):355–362. (In Russ.)
5. Khamokov Kh.A. Yield and quality of leguminous seeds depending on varietal characteristics and cultivation conditions, *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2006;(6): 30–31. (In Russ.)
6. Khamokov Kh.A. Economic efficiency of cultivation of leguminous crops in the foothill and steppe zones of the Kabardino-Balkarian Republic. *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Problemy sovremenno-go upravleniya v APK»* [International collection of scientific papers "Problems of modern management in the agro-industrial complex"]. Nal'chik – Vladikavkaz. 2007. P. 28–30. (In Russ.)
7. Posypanov G.S., Kobozeva T.P., Posypanova V.N. [et al.] Northern ecotype soybean varieties (possible areas of cultivation). *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2006;(10):10–14. (In Russ.)
8. Khamokov Kh.A. Effect of mineral fertilizers on the indices of photosynthetic and symbiotic activity of soybean, pea and vetch crops. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;1(159):30–35. (In Russ.)
9. Khamokov Kh.A. The dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium consumption when applying nitrogen fertilizers. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;2(160):11–16. (In Russ.)

### Сведения об авторе

**Хамоков Хажсет Аскерханович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий специалист, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8228-5620, Author ID: 464660.

### Information about the author

**Khazhset A. Khamokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8228-5620, Author ID: 464660.

Статья поступила в редакцию 20.05.2022;  
одобрена после рецензирования 07.06.2022;  
принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 20.05.2022;  
approved after reviewing 07.06.2022;  
accepted for publication 09.06.2022.