

Научная статья

УДК 633.853.52:631.432.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне

Борис Музакирович Князев^{✉1}, Хусен Мухамедович Назранов²,

Диана Борисовна Князева

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

^{✉1}konf07@mail.ru

²nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Аннотация. В работе изучено влияние уровня обеспеченности влагой растений сои в период формирования элементов продуктивности. Исследования проводились в степной зоне Кабардино-Балкарии в 2020-2022 гг. Урожайность сои зависит от количества продуктивных растений на единицу площади перед уборкой и массой семян одного растения. Независимо от способа посева, когда оптимальная густота стояния растений позволяет формировать на каждом растении не менее 8-10 г семян, это обеспечивает получение урожая в пределах 2,4-2,6 т/га с хорошими технологическими свойствами. Чем больше бобов формируется на растениях, тем больше семян, характеризующих величину будущего урожая. Когда почва обеспечена достаточным количеством влаги, начиная с момента посева, заканчивая формированием бобов и семян, следует ожидать получения высокого урожая. Особенно это проявляется в зонах с недостаточным увлажнением, когда в период цветения – формирования семян наблюдается недостаток влаги, высокая атмосферная температура, то есть засуха может существенно снизить урожайность. В благоприятном 2021 году, когда количество осадков обеспечивало потребность растений сои во влаге, основные показатели элементов продуктивности повышались. При этом величина урожайности составила не менее 2,2 т/га.

Ключевые слова: соя, элементы продуктивности, климат, урожайность, качество семян

Для цитирования. Князев Б. М., Назранов Х. М., Князева Д. Б. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 15–20.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

Original article

Symbiotic and photosynthetic activities of soybean plants depending on soil moisture in the steppe zone

Boris M. Knyazev^{✉1}, Nazranov Kh.M.², Diana B. Knyazeva

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

^{✉1}konf07@mail.ru

²nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Abstract. In the work the influence of the level of moisture supply of soybean plants during the formation of productivity elements was studied. The studies were carried out in the steppe zone of Kabardino-Balkaria in 2020-2022. The yield of soybean depends on the number of productive plants per unit area before harvesting and the weight of seeds per plant. Regardless of the sowing method, when the optimal plant density allows the formation of at least 8-10 g of seeds on each plant, this ensures a yield of 2.4-2.6 t/ha with good technological properties.

The more beans are formed on plants, the more seeds characterize the size of the future harvest. When the soil is provided with sufficient moisture, from the moment of sowing, ending with the formation of beans and seeds, high yields should be expected. This is especially evident in areas with insufficient moisture, when during the period of flowering – seed formation there is a lack of moisture, the atmospheric temperature is high, that is, drought can significantly reduce yields. In 2021, when the amount of precipitation provided the moisture needs of soybean plants, the main indicators of productivity elements increased. At the same time, the yield value was 2.2 t/ha at least.

Keywords: soybean, productivity elements, climate, productivity, seed quality

For citation. Knyazev B.M., Nazranov Kh.M., Knyazeva D.B. Symbiotic and photosynthetic activities of soybean plants depending on soil moisture in the steppe zone. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):15–20. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

Введение. Для получения высоких урожаев семян сои необходимо соблюдать выполнение всех приёмов технологии с учётом биологических особенностей этой культуры. Независимо от сортовых особенностей создание оптимальных условий на весь период вегетации растений обеспечит формирование элементов продуктивности с высокими показателями.

Так как величина урожая сои зависит от количества бобов на каждом растении, с учётом климатических условий региона следует определить оптимальную густоту стояния растений на гектаре. Зона недостаточного увлажнения характеризуется высокой атмосферной температурой в вегетационный период и недостатком влаги в почве, что негативно сказывается на продуктивности растений.

Вегетационный период сои составляет 110-130 дней. Отмечают фазы всходов, ветвления, бутонизации, цветения и созревания. Обеспеченность растений при прохождении этих фаз питательными элементами и влагой является определяющим фактором получения высоких урожаев семян [1, 2].

Период от посева семян до появления всходов очень важен для формирования будущего урожая. Хорошо подготовленная почва, наличие в почве влаги для набухания и прорастания семян способствуют появлению дружных всходов планируемой густоты стояния растений. В течение цветения и образования плодов продолжает интенсивно нарастать листовая поверхность. Одновременно снизу вверх поярусно происходят цветение и завязывание плодов. Фотосинтетическая и симбиотическая деятельность в

это время характеризуются наибольшей интенсивностью.

Все показатели элементов продуктивности растений зависят как от минерального питания, так и от климатических условий. Влажность почвы и температура атмосферы существенно влияют на величину будущего урожая, так как недостаток влаги в почве негативно влияет на весь процесс формирования корневой системы, на образование клубеньковых бактерий, от которых зависит количество фиксируемого азота воздуха в симбиозе с растениями. Снижаются показатели фотосинтетической деятельности: площадь листовой поверхности, чистая продуктивность фотосинтеза, накопление сухой массы. Всё это в комплексе определяет будущий урожай, его количество и качество [1, 3, 4].

Исходя из вышеизложенного, перед нами была поставлена цель изучить зависимость показателей элементов продуктивности и величины урожая сои от климатических условий (влажность почвы, температура) разных годов исследований в зоне недостаточного увлажнения.

Цель исследования – изучить влияние климатических условий на рост, развитие и формирование элементов продуктивности сои в степной зоне Кабардино-Балкарии.

В задачи исследований входило:

1. Определить состояние всходов в разные годы, отличающиеся климатическими условиями.
2. Сравнить элементы продуктивности растений сои в зависимости от обеспеченности влагой в период вегетации.

3. Изучить особенности формирования и деятельность фотосинтетического и симбиотического аппаратов в разные годы исследований.

4. Сравнить величину урожая семян сои, выращенной в разных климатических условиях.

5. Дать экономическую оценку выращиванию сои в зоне недостаточного увлажнения.

Материалы и методика. Сорты сои с ограниченным вегетативным ростом, а это чаще наблюдается в зоне недостаточного увлажнения, формируют меньшее число узлов на растении. Однако они могут быть урожайными, если цветки и плоды не попадут в условия недостаточного количества влаги, плохого развития клубеньков или других лимитирующих факторов. Следовательно, период цветения и образования плодов является критическим в формировании урожая семян сои. Технологические приёмы должны в это время поддерживать фотосинтетическую деятельность растений на высоком уровне.

Рост бобов у сои продолжается 15-18 дней. Интенсивно растут створки бобов, масса которых становится максимальной к концу периода. Семена к этому времени по сухой массе составляют около 50%, прироста вегетативных органов не отмечается, все продукты фотосинтеза оттекают в плоды. Однако следует учесть, что при дефиците влаги в почве все показатели по формированию бобов и семян будут значительно ниже [5, 6].

Налив семян продолжается в среднем 15-20 дней. Из всех органов растений только семена увеличиваются в размерах, особенно при оптимальной влажности почвы, что является проблемой для зоны недостаточного увлажнения.

Для изучения влияния климатических условий на формирование элементов продуктивности и урожая семян сои нами были определены следующие варианты опыта:

1-й вариант – сравнение физиологических процессов прорастания семян в разные годы исследований.

2-й вариант – зависимость показателей фотосинтетической и симбиотической деятельности растений от климатических условий года.

3-й вариант – влияние климатических условий на формирование элементов продуктивности и величину урожая сои.

Климатические условия в 2020 и 2021 годах исследований:

- количество осадков 340-356 мм в период вегетации;

- сумма активных температур – 2215-2254°C;

2022 год:

- количество осадков в период вегетации – 263 мм;

- сумма активных температур – 3437°C.

Исследования проводились в фирме ООО «Отбор» Прохладненского района в 2020-2022 годах. Почва опытного участка обыкновенный чернозём, содержание фосфора низкое, калия – высокое, рН около 7. Посев проводили из расчёта 350 тыс. семян на гектар, способ посева широкорядный, срок посева конец апреля. Объектом исследований был сорт Вилана.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и анализы. Определяли состояние всходов, формирование элементов продуктивности, фотосинтетическую деятельность, фиксированный атмосферный азот, высоту прикрепления нижнего боба, число бобов и семян одного растения, урожайность и качество семян.

Фотосинтетическую деятельность растений определяли по методу А. А. Ничипоровича, симбиотическую – Г. С. Посыпанова. Полученные данные подвергли математической обработке по Б. Доспехову [7, 8].

Результаты и обсуждение. В период формирования и созревания семян определяющую роль играет, кроме обеспеченности растений элементами питания и соблюдения приёмов технологий, обеспеченность растений влагой, когда периодически наблюдаются засухи и суховеи. Соя, хотя относительно засухоустойчивая культура, в период цветения и налива семян нуждается в наличии в почве влаги, притом достаточного количества. Кроме всего влага непосредственно является одним из основных факторов, определяющих формирование симбиотического аппарата.

К воздушной засухе, под влиянием которой цветки и плоды опадают, растения сои очень чувствительны. Для получения высоких урожаев семян особое внимание следует уделить созданию и регулированию требуемого теплового, водного, воздушного и пищевого режимов по периодам вегетации. Начиная с момента прохождения межфазного

периода налив семян – созревание, растения не очень нуждаются в обильном обеспечении влагой и элементами питания, хотя без этих факторов невозможно получить полноценные семена с высокими показателями физических и химических свойств [1, 6, 9].

В период проведения исследований (2020-2022 гг.) климатические условия в степной зоне Кабардино-Балкарии были разными. 2020 и 2021 годы были более благоприятными и оптимальными, чем 2022 год, когда пе-

риодически наблюдались засухи, количество осадков было ниже среднеголетних. Естественно, что в таких условиях растения сои были более угнетённые, показатели элементов продуктивности ниже, чем в 2020 и 2021 годы.

Отсутствие осадков в период цветения-формирования бобов и семян негативно повлияло на общую продуктивность сои. В таблице 1 приводятся данные, полученные в результате наших наблюдений и анализов.

Таблица 1. Формирование элементов продуктивности сои в зависимости от климатических условий года

Table 1. Formation of soybean productivity elements depending on the climatic conditions

Показатели	Полевая всхожесть, %	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Количество фиксированного азота воздуха, кг/га	Масса активных клубеньков, кг/га	Число семян, шт/раст.	Масса семян, г/раст.	Урожайность, т/га
2020 год – климатические условия близки к многолетним	87,2	30,74	3,0	42,3	40,5	50,4	7,6	2,0
2021 год – климатические условия лучше многолетних	90,3	31,9	3,3	45,6	44,8	53,8	8,2	2,2
2022 год – климатические условия ниже среднеголетних	78,6	28,4	2,6	36,7	35,9	42,7	5,6	1,6
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	-	0,19

При проведении анализов было обнаружено, что растения, выращенные в разных климатических условиях, характеризовались разным уровнем продуктивности.

Величина полевой всхожести семян показывает, насколько почва соответствует набуханию и прорастанию семян. С учётом климатических условий в 2020 и 2021 годах, когда полевая всхожесть была в пределах 90%, влажность почвы способствовала появлению дружных всходов, а в 2022 году период появления всходов был на 2 дня дольше, и полевая всхожесть составила всего 78,6%.

Влияние количества осадков на фотосинтетическую и симбиотическую деятельность растений сои, в зависимости от климатических

условий года, чётко показывает, что наиболее благоприятными годами были 2020 и 2021. Площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза в эти годы находились в пределах, соответственно, 31-32 тыс. м²/га и 3,0-3,3 г/м² в сутки. Что касается более засушливого 2022 года, то эти показатели составили 28,4 тыс. м²/га и 2,6 г/м² в сутки [3, 4].

Аналогичные данные получены по симбиотической деятельности растений. В более благоприятные годы (2020 и 2021 гг.) количество фиксированного азота составило 42,3-45,6 кг/га, масса активных клубеньков – 40,5 и 44,8 кг/га. В 2022 году при недостатке влаги в почве фиксированной азот воздуха составил 36,7 кг/га, а активных клубеньков – 35,9 кг/га.

Климатические условия в разные годы исследований повлияли и на формирование структуры урожая. Число и масса семян одного растения в 2020 и 2021 годах составили, соответственно, 50,4-50,8 штук и 7,6-8,2 г на растение. В 2022 году эти показатели были равны 42,7 штук и 5,6 г на растение. Соответственно и величина урожая семян в 2020 и 2021 годы была больше на 0,4-0,6 т/га.

Следует также отметить, что высота прикрепления нижнего боба по всем вариантам находилась в пределах 11-14 см, что очень важно при уборке, чтобы на поле не оставались после среза растений нижние бобы, так как это потери части урожая [1, 3].

Таким образом, результаты исследований показали, что для получения урожая семян сои не менее 2,0-2,5 т/га необходимо обеспечить растения достаточным количеством влаги, чтобы появились дружные всходы, нарастали надземные массы и формировали

высокий урожай. Особенно это необходимо в межфазный период цветения – формирование и налив семян. Кроме того, хорошая увлажненность почвы способствует образованию симбиотического аппарата для фиксации азота атмосферы, чтобы растения перешли на симбиотрофный тип питания азотом, сэкономив минеральный азот. Соблюдение приемов технологии возделывания сои и проведение их своевременно и качественно дает экономический эффект в пределах 25-30 тыс. руб. с гектара.

Выводы. Благоприятные климатические условия в период вегетации растений обеспечивают формирование высоких урожаев сои без дополнительных затрат. В условиях степной зоны (зона недостаточного увлажнения) желательно проводить посев семян из расчёта 350 тыс. штук на гектар, чтобы избежать недостатка влаги растениями при неблагоприятных климатических условиях.

Список литературы

1. Калмыков А. В., Князев Б. М. Совершенствование технологии возделывания сои для повышения продуктивности и качества семян // *Зерновое хозяйство*. 2008. № 3. С. 17–18.
2. Назарова А. А., Князев Б. М. Физиологические процессы прорастания семян зернобобовых культур и их влияние на продуктивность растений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2018. № 75. С. 81–85.
3. Князева Д. Б., Князев Б. М. Эффективность применения регуляторов роста растений на посевах сои в зоне недостаточного увлажнения // *Труды Кубанского ГАУ*. 2020. № 86. С. 59–63.
4. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений. Москва: АН СССР, 1983. С. 50–90.
5. Князева Д. Б., Князев Б. М. Симбиотическая активность и продуктивность сои в зависимости от применения фосфорных удобрений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2021. № 93. С. 127–130.
6. Князева Д. Б., Шхагапсоева З. З., Князев Б. М. Формирование урожая семян сои в зависимости от густоты стояния растений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2021. № 88. С. 79–83.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 350 с.
8. Посыпанов Г. С. Биологический азот // *Сборник научных статей*. Москва: Высшая школа, 2006. С. 168–239.
9. Князева Д. Б., Князев Б. М. Источники азота в период формирования бобов и семян // *Труды Кубанского ГАУ*, 2021. № 90. С. 59–63.

References

1. Kalmykov A.V., Knyazev B.M. Improving the technology of soybean cultivation to improve the productivity and quality of seeds. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2008;(3):17–18. (In Russ.)
2. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Physiological processes of seeds germination of grain leguminous crops and their influence on the productivity of plants. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2018;(75):86–89. (In Russ.)
3. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Efficiency of using plant growth regulators on soybean crops in the zone of insufficient humidification of Kabardino-Balkaria. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2020;(86):63–67. (In Russ.)
4. Nichiporovich A.A. *O putyah povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenij* [On ways to increase the productivity of plant photosynthesis]. Moscow: ANSSSR, 1983. Pp. 50–90. (In Russ.)

5. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Symbiotic activity and productivity of soybeans depending on the use of phosphorus fertilizers. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(92):69–72. (In Russ.)
6. Knyazeva D.B., Shkhagapsoeva Z.Z., Knyazev B.M. Soybean seed yield formation depending on the plant standing density. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(88):79–83. (In Russ.)
7. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opy`ta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1985. 350 p.
8. Posypanov G.S. *Biologicheski jazot* [Biological nitrogen]: *sbornik nauchnykh statey*. Moscow: Vysshaya shkola, 2006. Pp. 168–239. (In Russ.)
9. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Sources of nitrogen during the formation of soybeans and seeds. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogouniversiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(90):59–63. (In Russ.)

Сведения об авторах

Князев Борис Музакирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 759117

Назранов Хусен Мухамедович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 392409

Князева Диана Борисовна – аспирант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Boris M. Knyazev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 759117

Khusen M. Nazranov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 392409

Diana B. Knyazeva – Master’s student of the Faculty of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author’s contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.11.2022;
одобрена после рецензирования 05.12.2022;
принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 15.11.2022;
approved after reviewing 05.12.2022;
accepted for publication 12.12.2022.