

УДК 633.853.52:631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-85-88>

Оригинальное исследование/Original research

Казарина А.В.,
Атакова Е.А.,
Абраменко И.С.

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова 446442, Россия, Самарская обл., п. Усть-Кинельский, ул. Шосейная д. 76,
E-mail: Kazarinaav@bk.ru

Ключевые слова: соя, осадки, температура, продуктивность, селекция

Для цитирования: Казарина А.В., Атакова Е.А., Абраменко И.С. Взаимосвязь продуктивности и гидротермических условий выращивания сои на неорошаемых землях Среднего Поволжья. Аграрная наука. 2020; 343 (11): 85–88.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-85-88>

Конфликт интересов отсутствует

Aleksandra V. Kazarina,
Elena A. Atakova,
Irina S. Abramenko

Samara Federal Research Scientific Center RAS, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov 446442, Russia, Samara Region, poselok Ust-Kinelsky Village, Shosseynaya str., 76

Key words: soybeans, precipitation, temperature, productivity, selection

For citation: Kazarina A.V., Atakova E.A., Abramenko I.S. The relationship between productivity and hydrothermal conditions for growing soybeans on rainfed lands in the Middle Volga region. Agrarian Science. 2020; 343 (11): 85–88. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-85-88>

There is no conflict of interests

Взаимосвязь продуктивности и гидротермических условий выращивания сои на неорошаемых землях Среднего Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из важнейших факторов, обуславливающих эффективное выращивание сои в Среднем Поволжье, является использование современных высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям выращивания. Для создания конкурентоспособного сорта важно подобрать источники, адаптированные к экологическим факторам конкретного региона.

Методы. Полевые опыты закладывались согласно общепринятым методикам. Все учеты и наблюдения проводили согласно Методическим указаниям по изучению коллекции зернобобовых культур. В 2016–2019 годах в селекционном питомнике изучалось 36 скороспелых и среднескороспелых сортообразцов сои различного эколого-географического происхождения, а также селекционный материал, созданный в местных условиях.

Результаты. Установлено, что продолжительность вегетационного периода за годы изучения в большей степени определялась длительностью периода цветения — созревание ($r = 0,96$). Корреляционный анализ показал, что значительную роль в формировании урожайности сои играют гидротермические условия, складывающиеся в генеративную фазу развития растений. Отмечена высокая сопряженность уровня урожайности от среднесуточной температуры и суммы активных температур ($r = 0,79–0,82$) в период цветения — созревание. В селекционном питомнике выделены сортообразцы наиболее полно реализующие генетический потенциал и достоверно превышающие стандарт по продуктивности на 12,0–22,0%: к-177, к-445/2 и IHAR-NK 88/2.

The relationship between productivity and hydrothermal conditions for growing soybeans on rainfed lands in the Middle Volga region

ABSTRACT

Relevance. One of the most important factors that determine the effective cultivation of soybeans in the Middle Volga region is the use of modern highly productive varieties adapted to growing conditions. To create a competitive variety, it is important to select sources that are adapted to the environmental factors of a particular region.

Methods. Field experiments were carried out according to generally accepted methods. All counts and observations were carried out according to the Methodological Guidelines for Studying the Collection of Legumes. In 2016–2019, 36 early maturing and medium early maturing varieties of soybeans of various ecological and geographical origin, as well as breeding material created in local conditions, were studied in the breeding nursery.

Results. It was found that the duration of the growing season over the years of study was largely determined by the duration of the flowering — ripening period ($r = 0,96$). Correlation analysis showed that a significant role in the formation of the yield of soybeans is played by hydrothermal conditions that develop during the generative phase of plant development. There is a high correlation between the level of yield and the average daily temperature and the sum of active temperatures ($r = 0,79–0,82$) during the flowering — ripening period. In the breeding nursery, the cultivars that most fully realize the genetic potential and reliably exceed the standard in productivity by 12,0–22,0% were identified: k-177, k-445/2 and IHAR-NK 88/2.

Поступила: 6 октября
После доработки: 17 ноября
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 6 October
Revised: 17 November
Accepted: 10 september

Введение

В последнее время Среднее Поволжье становится заметным регионом по производству соевых бобов. Площади посева имеют тенденцию к устойчивому росту. Одним из важнейших факторов, обуславливающих эффективное выращивание сои, является использование современных высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям выращивания [1, 2]. Для создания конкурентоспособного сорта важно подобрать источники, адаптированные к экологическим факторам конкретного региона, иметь представление о варьировании величины признака и корреляции между урожайностью и почвенно-климатическими особенностями территории, для которой создают сорт [3, 4].

Цель исследований заключалась в оценке взаимосвязи продуктивности и условий, складывающихся в критические периоды роста и развития растений сои для повышения надежности отбора высокопродуктивных генотипов, наиболее приспособленных к природно-климатическим условиям Среднего Поволжья.

Методика исследований

Исследования проводили в 2016–2019 годах на базе Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН. В селекционном питомнике изучалось 36 скороспелых и среднескороспелых сортообразцов сои различного эколого-географического происхождения, а также селекционный материал, созданный в местных условиях. За стандарт принят районированный сорта Южанка. Агротехнические мероприятия проводились в соответствии с рекомендациями для данной зоны.

Почвенный покров региона проведения исследований представлен черноземом типичным, содержание гумуса в верхнем горизонте — 5–6%, легкогидролизуемого азота — низкое и среднее, подвижного фосфора — среднее, обеспеченность калием — очень высокая.

Полевые опыты закладывались согласно общепринятым методикам [5, 6]. Все учеты и наблюдения проводили согласно Методическим указаниям по изучению коллекции зернобобовых культур [7].

Результаты исследований

Продолжительность вегетационного периода сои в контрастных условиях Среднего Поволжья является лимитирующим фактором для возделывания и одним из главных критериев при селекции новых сортов.

Продолжительность периода посев-всходы в годы изучения отличался значительным уровнем варьирования ($V = 33,8\%$) и составлял 6–14 суток (табл. 1).

Наиболее благоприятные условия для быстрого прорастания семян и дружных всходов сложились в 2018, 2019 годах. От посева до

всходов среднесуточная температура воздуха находилась на уровне 22,9–23,7 °С, количество осадков — 4,1–7,9 мм. Избыточное увлажнение и пониженные среднесуточные температуры в данный период (2016 год) способствовали увеличению периода прорастания до 14 суток.

Период вегетации сои условно можно разделить на две основные фазы — вегетативная (всходы-цветение) и генеративная (цветение-созревание). Вегетативная фаза характеризуется активным ростом растений, накоплением вегетативной массы, закладкой репродуктивных органов. В наших исследованиях средняя продолжительность данной фазы составляла 39,4–43,9 суток, слабо варьировалась по годам ($V = 4,9\%$) и зависела от влагообеспеченности.

В наших опытах продолжительность вегетационного периода в большей степени определялась длительностью периода цветения-озревание ($r = 0,96$) и в меньшей степени зависела от периода всходы-цветение ($r = 0,16$).

В генеративную фазу развития сои происходит формирование бобов, числа семян в бобе, налив се-

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов и метеорологические условия вегетационного периода сои, 2016–2019 годы

Table 1. Duration of interphase periods and meteorological conditions of the growing season for soybeans, 2016–2019

Год	Период посев — всходы	Межфазный период вегетации		
		всходы — цветение	цветение — созревание	всходы — созревание
Продолжительность периода, сутки				
2016	14	40,0±3,1	53,6±3,4	93,5±4,1
2017	10	39,4±3,6	64,8±10,8	104,2±9,2
2018	9	43,9±3,1	59,4±3,8	103,5±4,3
2019	6	40,8±3,4	70,7±4,4	111,5±5,9
Среднее	9,8	41,0±3,2	62,1±11,6	103,2±11,8
Коэффициент вариации (V), %	33,8	4,9	11,8	7,2
Среднесуточная температура, °C				
2016	15,9	21,3	24,3	22,6
2017	15,2	19,8	19,0	19,2
2018	22,9	19,1	21,6	20,4
2019	23,7	18,4	20,0	18,8
Среднее	19,4	19,7	21,2	20,3
Сумма активных температур, °C				
2016	230,9	862,3	1249,1	2111,6
2017	152,0	781,7	1218,2	1999,8
2018	274,9	844,2	1272,3	2116,4
2019	142,4	753,8	1330,4	2084,2
Среднее	200,1	810,5	1267,5	2078,0
Сумма осадков, мм				
2016	23,1	16,6	61,2	80,1
2017	17,7	175,7	35,0	210,7
2018	7,9	31,3	73,1	107,8
2019	4,1	15,3	58,2	73,5
Среднее	13,2	59,7	56,9	118,0

мян. В 2016–2019 годах продолжительность этой фазы в среднем составляла 53,6–70,7 суток и в значительной степени зависела от метеорологических условий ($V = 11,7\%$). Недостаток увлажнения (2017 год) и пониженные среднесуточные температуры (2019 год) увеличивали продолжительность генеративной фазы развития сои, высокие среднесуточные температуры, сумма активных температур за период свыше 1249,1 °C и достаточное количество осадков 61,2–73,1 мм способствовали сокращению этого периода до 53,6–59,4 суток.

Для выращивания в зоне Среднего Поволжья особый интерес представляют сорта, созревающие за 91–110 суток, быстро формирующие вегетативные и генеративные органы, обладающие пониженной реакцией на длинные фотопериоды, что обеспечивает своевременное зацветание растений в условиях максимальной длины дня (III декада июня — I декада июля).

В селекционном питомнике средняя продолжительность периода вегетации изучаемых сортов в 2016–2019 годах составляла 93,5–111,5 суток, что по классификации относит изучаемые сорта к группе скороспелых и среднескороспелых. Изменчивость периода всходы-созревание по годам была незначительной и составляла 7,2%, что свидетельствует о слабом влиянии складывающихся климатических условий на общую продолжительность периода вегетации и характеризует изучаемые образцы как слабо реагирующие на продолжительность светового дня, что считается положительным признаком селекционных образцов для засушливых условий Среднего Поволжья. В условиях 2016–2019 годов решающим климатическим фактором, определяющим продолжительность вегетационного периода сои, является температурный режим ($r = -0,95$).

Корреляционный анализ показал, что значительную роль в формировании урожайности сои играют гидро-термические условия, складывающиеся в генеративную фазу развития растений сои (табл. 2).

В период посев-всходы наиболее благоприятные условия для растений складываются при достаточной теплообеспеченности ($r = 0,48$), избыточное увлажнение в этот период оказывает негативное влияние на формирование урожайности семян ($r = -0,32$).

В фазу формирования вегетативных органов потребность растений сои во влаге снижается ($r = -0,83$), за счет активного развития корневой системы. Установлена средняя степень зависимости продуктивности от суммы активных температур в данный период — $r = 0,31$. Высокие среднесуточные температуры в период всходы-цветение в большей

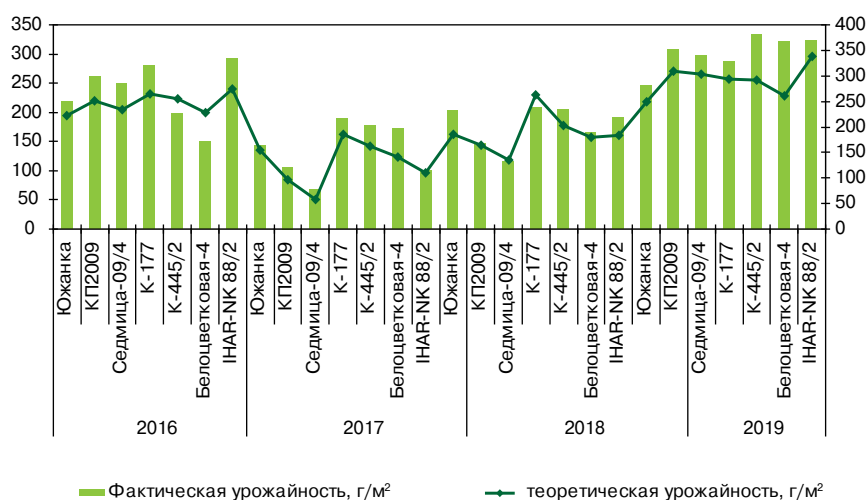
Таблица 2. Показатели корреляционной зависимости урожайности сои от гидро-термических условий периода вегетации, 2016–2019 годы

Table 2. Indicators of the correlation dependence of the yield of soybeans on the hydrothermal conditions of the growing season, 2016–2019

Год	Период посев — всходы	Межфазный период вегетации		
		всходы — цветение	цветение — созревание	всходы — созревание
Среднесуточная температура, °C	0,48	-0,16	0,79	0,33
Сумма активных температур, °C	0,14	0,31	0,82	0,60
Сумма осадков, мм	-0,32	-0,83	0,56	-0,90

Рис. Теоретическая и фактическая урожайность выделенных сортов сои, г/м²

Fig. Theoretical and actual yield of allocated varieties of soybeans, g / m²



степени негативно влияют на уровень урожайности ($r = -0,16$). При средних температурах свыше 25 °C происходит быстрое увядание и стерилизация завязей у бобовых культур.

В течение генеративного периода формируется уровень показателей основных элементов продуктивности (количество бобов на растении, количество зерен в бобе, масса 1000 семян). Отмечена высокая сопряженность уровня урожайности от среднесуточной температуры, суммы активных температур ($r = 0,79-0,82$). Достаточное количество влаги в этот период приводит к более быстрому наливу зерна ($r = 0,56$). При наступлении фазы созревания бобов потребность растений во влаге значительно снижается, увеличение влагообеспеченности в этот период приводит к снижению урожайности.

Полученные данные свидетельствуют, что для формирования максимального урожая семян в неорошаемых условиях необходимо оптимальное сочетание количества тепла и влаги в период цветение-созревание.

Свойство сохранять генетический потенциал продуктивности в широком диапазоне агроэкологических условий возделывания определяет селекционную ценность образца.

За годы изучения урожайность семян изучаемых селекционных образцов по годам находилась в пределах 26,3–415,7 г/м² и отличалась высоким уровнем варьирования ($V = 53,8\%$). В 2016–2019 годах в селекционном питомнике были выделены образцы, фенотипическое

проявление урожайности которых варьировало в пределах 184,2–333 г/м², при средней продуктивности сорта Южанка — 202,7 г/м² взятого за стандарт.

Регрессионный анализ позволяет выявить зависимость уровня урожайности исследуемых сортообразцов от конкретных гидротермических условий периода вегетации. Расчетные математические модели дают возможность спрогнозировать отзывчивость сорта на изменение условий выращивания.

В селекционном питомнике выделены сортообразцы у которых фактические показатели продуктивности были выше или незначительно уступали расчетным за все годы изучения (рис.), что свидетельствует о наибольшей реализации ими потенциала продуктивности.

Из выделенных сортообразцов в среднем за годы изучения статистически доказуемо превысили стандартный сорт по продуктивности 3 образца: к-177, к-445/2 и IHAR-NK 88/2 с превышением 12,0–22,0%. Выделенные образцы вовлечены в селекционный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казарина А.В., Атакова Е.А., Абраменко И.С. Изучение исходного материала для селекции сои в условиях лесостепи Самарского Заволжья. *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук*. 2019;21(6):43–47.
2. Казарина А.В., Казарин В.Ф., Атакова Е.А. Оценка урожайности и параметров адаптивности новых сортов сои в неорошаемых условиях лесостепи Самарского Заволжья. *Успехи современного естествознания*. 2018;(12):57–62.
3. Кадоркина В.Ф., Шевцова М.С. Особенности биологии и семенная продуктивность биотипов исходного материала ломкоколосника ситникового на Юге Средней Сибири. *Аграрная наука*. 2020;(6):70–73.
4. Гуреева Е.В. Изучение и подбор исходного материала сои для создания новых сортов. *Аграрная наука*. 2018;(4):38–40.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. *Изд-во Колос*. М., 1971. 248 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. *Агропромиздат* – 5-е изд. перераб. и доп. М., 1985. 351 с.
7. Методические указания по изучению коллекции зернобобовых культур. *Ленинград*, 1975. 60 с.

ОБ АВТОРАХ:

Александра Владимировна Казарина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией «Интродукции, селекции кормовых и масличных культур»

Елена Александровна Атакова, младший научный сотрудник лаборатории «Интродукции, селекции кормовых и масличных культур»

Ирина Степановна Абраменко, научный сотрудник лаборатории «Интродукции, селекции кормовых и масличных культур»

Заключение

В результате проведенных исследований установлена высокая степень сопряженности уровня урожайности и режима тепло- и влагообеспеченности посевов.

Продолжительность вегетационного периода в большей степени определялась длительностью генеративной фазы ($r = 0,96$). Наибольшее влияние на формирование урожайности сортообразцов сои в 2016–2019 годах оказывали климатические факторы, складывавшиеся в период цветения-созревание.

В результате изучения сои в селекционном питомнике выделены высокопродуктивные сортообразцы, сочетающие оптимальную продолжительность вегетационного периода, межфазных периодов, максимально реализующие свой потенциал в неорошаемых условиях Среднего Поволжья, что позволяет рассматривать эти образцы как перспективный материал для селекции на высокую урожайность и адаптивность в условиях недостаточного увлажнения.

REFERENCES

1. Kazarina A.V., Atakova E.A., Abramenko I.S. Study of the source material for breeding soybeans in the forest-steppe conditions of the Samara Trans-Volga region. *Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2019;21(6):43–47. In Russ.)
2. Kazarina A.V., Kazarin V.F., Atakova E.A. Assessment of productivity and parameters of adaptability of new varieties of soybeans in non-irrigated conditions of the forest-steppe of the Samara Trans-Volga region. *The successes of modern natural science*. 2018;(12):57–62. In Russ.)
3. Kadorkina V.F., Shevtsova M.S. Features of biology and seed productivity of biotypes of the initial material of Sitnikovaya gravel in the South of Central Siberia. *Agriarian science*. 2020;(6):70–73. In Russ.)
4. Gureeva E.V. Study and selection of initial soybean material to create new varieties. *Agrarian science*. 2018;(4):38–40. In Russ.)
5. Methodology for state variety testing of agricultural crops. *Kolos Publishing House*. M., 1971. 248 p. In Russ.)
6. Dospekhov B.A. Field experiment technique with the basics of statistical processing of research results. *Agropromizdat* - 5th ed. revised and add. M., 1985. 351 p. In Russ.)
7. Guidelines for studying the collection of leguminous crops. *Leningrad*, 1975. 60 p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Alexandra V. Kazarina, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Head of the Laboratory "Introduction, Selection of Forage and Oilseeds"

Elena A. Atakova, junior researcher of the laboratory "Introduction, selection of forage and oilseeds"

Irina S. Abramenko, researcher of the laboratory "Introduction, selection of forage and oilseeds"