

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.67:635.655

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-15-28

Особенности развития раннеспелых сортов сои на орошении в условиях Ростовской области

Рита Евгеньевна Юркова¹, Лидия Михайловна Докучаева²

^{1, 2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

¹rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

²dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-7640>

Аннотация. Цель: выявить степень адаптации раннеспелых сортов сои селекции отечественных учреждений-оригинаторов к условиям Ростовской области при орошении. **Материалы и методы.** Исследования проводились в Октябрьском районе Ростовской области. Объект исследований – сорта сои Селекта 201, ВНИИОЗ 31, Олимпия и Дончанка. Проведены наблюдения за морфологическими и биологическими особенностями развития сортов сои в условиях орошения. Исследования проведены согласно общепринятым методикам. **Результаты.** Выделен наиболее продуктивный сорт Селекта 201 с урожайностью 4,3 т/га. Наименьшая урожайность зафиксирована на сорте ВНИИОЗ 31 – 3,6 т/га, что ниже стандарта Дончанка на 0,2 т/га. Однако по содержанию белка этот сорт является лучшим, оно превышает стандарт на 2,6 %, а сорт Селекта 201 – на 5,8 %. Сорт Олимпия селекции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК) показал урожайность за 3 года исследований в среднем 4,1 т/га, что на 0,3 т/га выше урожайности стандарта. Сравнительный анализ основных характеристик сортов сои, представленных селекционерами и полученных в ходе исследований, показал значительное увеличение урожайности сои в условиях орошения – в 1,6 раза на сорте Селекта 201, более чем в 3,0 раза – на сорте ВНИИОЗ 31, в 2,9 раза – на сорте Олимпия и в 1,9 раза – на сорте Дончанка. Качественные показатели зерна по содержанию белка при апробировании раннеспелых сортов были выше селекционных в 1,07–1,16 раза, кроме сорта Селекта 201, по содержанию жира значительной разницы не установлено. **Выводы.** Исследуемые сорта показали высокую степень адаптированности к агроклиматическим условиям Ростовской области при орошении и тем самым доказали целесообразность возделывания раннеспелых сортов сои представленных селекций.

Ключевые слова: соя, сорт, селекция, орошение, урожайность, структура

Для цитирования: Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Особенности развития раннеспелых сортов сои на орошении в условиях Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 15–28. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-15-28>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Development features of early ripening soybeans cultivars under irrigation under Rostov region conditions

Rita Ye. Yurkova¹, Lidiya M. Dokuchayeva²

^{1, 2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

¹rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

²dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-7640>

Abstract. Purpose: to find out the degree of adaptation of early-ripening soybean cultivars selected by domestic originating institutions to Rostov region conditions during irrigation. **Materials and methods.** The research was carried out in Oktyabrsky district Rostov region. The object of research is the soybean cultivars Selecta 201, VNIIOZ 31, Olympia and Donchanka. Observations on morphological and biological features of the soybean varieties development under irrigation were made. The studies were carried out according to generally accepted methods. **Results.** The most productive cultivar Selecta 201 with a yield of 4.3 t/ha was selected. The lowest yield was recorded on the cultivar VNIIOZ 31 – 3.6 t/ha, which is lower than the standard Donchanka by 0.2 t/ha. However, this cultivar is the best in terms of protein content, it exceeds the standard by 2.6 %, and the Selecta 201 variety by 5.8 %. Olympia cultivar selected by the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds showed an average yield of 4.1 t/ha which is 0.3 t/ha higher than the yield of the standard for 3 years of research. A comparative analysis of the main characteristics of soybean cultivars presented by breeders and obtained in the course of research showed a significant increase in soybean yield under irrigation – by 1.6 times on the Selecta 201 cultivar, more than 3.0 times – on the VNIIOZ 31 cultivar, 2.9 times – on the Olympia cultivar and 1.9 times – on the Donchanka cultivar. Qualitative indicators of grain in terms of protein content when testing early-ripening varieties were 1.07–1.16 times higher than the selected ones, except for the Selecta 201 cultivar, there was no significant difference in fat content. **Conclusions.** The studied cultivars showed a high degree of adaptation to the agro-climatic conditions of Rostov region by irrigation, and thus proved the feasibility of cultivating early-ripening soybean cultivars of the presented selections.

Keywords: soybean, cultivar, selection, irrigation, yield, structure

For citation: Yurkova R. Ye., Dokuchayeva L. M. Development features of early ripening soybeans cultivars under irrigation under Rostov region conditions. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(3):15–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-15-28>.

Введение. Соя как высокорентабельная белковая культура способна решать многие проблемы современности – обеспечение продовольствием, фуражом, использование в изготовлении лекарств и т. д. Потребность России в сое растет и требует расширения ареала ее возделывания. Тем более что соя обладает высокой степенью адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям. Для успешного возделывания сои необходимо правильно выбрать сорт, приспособленный для местных условий выращивания, ориентироваться на тепловлагообеспеченность территории данного хозяйства [1].

Сорт является биологической основой технологии возделывания сои. Именно на его долю приходится половина прироста урожайности культу-

ры. Востребованность сортов сои со стороны сельскохозяйственного производства во многом определяет возможность ее выращивания по различным технологиям [2]. Одним из элементов технологии является орошение. Установлено, что урожайность сои на орошаемых полях более чем в 3 раза выше, чем на богаре, и, как следствие, существует перспектива снижения стоимости сырья для животноводства РФ. Орошение земель создает условия для стабильно высокого производства сои в засушливом климате [3–7].

Земли юга России вполне пригодны для выращивания сои. Вместе с тем необходимо в технологическом аспекте достигать приемами возделывания наиболее полного соответствия сорта их требованиям, факторам жизни растений по фенологическим фазам роста и развития. Это основное условие активизации продукционного процесса агроценозов. Поэтому при возделывании определенного сорта надо хорошо знать и учитывать его биологические особенности, свойства и агротребования к условиям жизнеобеспечения.

Возделывание перспективных сортов сои различных селекций требует изучения их сортовой агротехники, что позволит выявить степень их приспособленности к агроклиматическим условиям южного региона с недостаточным увлажнением.

Цель исследования – выявить степень адаптированности раннеспелых сортов сои разных селекций к условиям Ростовской области на орошении.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2019–2021 гг. на опытном участке в Октябрьском районе Ростовской области, который расположен на правобережной пойменной террасе р. Аксай. Характерные климатические условия: среднемноголетняя сумма осадков в вегетативный период – 270–300 мм, сумма активных температур выше 10 °С – 3252 °С, испаряемость за год – 840 мм [8]. По свойствам лугово-черноземные почвы участка благоприятны для возделывания сои [9, 10]. Годы исследова-

ний 2019 и 2020 гг. были засушливыми. ГТК (гидротермический коэффициент) соответственно 0,40 и 0,41, а 2021 г. характеризовался достаточным увлажнением ($\text{ГТК} > 1$).

В опыте изучали влияние орошения на рост, развитие и урожайность раннеспелых сортов сои разных селекций^{1, 2, 3, 4}, представленных в таблице 1, и их основные селекционные характеристики (таблица 2).

Таблица 1 – Раннеспелые сорта сои и рекомендуемые регионы возделывания

Table 1 – Early ripening soybean cultivars and recommended regions for cultivation

Сорт	Селекция	Рекомендуемый регион возделывания согласно Госреестру [11]
Селекта 201	Компания «Соевый комплекс» («СОКО»), г. Краснодар	Северо-Кавказский
ВНИИОЗ 31	ВНИИОЗ, г. Волгоград	Нижеволжский
Олимпия	ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК имени В. С. Пустовойта», г. Краснодар	Северо-Кавказский (Ставропольский край)
Дончанка (st)	ДОС им. Л. А. Жданова – филиал ФГБНУ ВНИИМК, п. Опорный	Центрально-Черноземный

Таблица 2 – Основные селекционные характеристики сортов сои

Table 2 – Main selection characteristics of soybean cultivars

Сорт	Вегетационный период, сут	Средняя урожайность, т/га	Содержание, %		Масса 1000 семян, г	Высота прикрепления нижних бобов, см
			белка	жира		
Селекта 201	108–112	2,64	39–41	21–23	180–200	12–15
ВНИИОЗ 31	105	1,05	41	19	116–128	10,5
Олимпия	104	1,41	34	24,8	145,2	10,3
Дончанка (st)	124 (106)	1,99	32	20,7	151,0	16,1

Сорта индетерминантного и полудетерминантного типа развития. Устойчивы к полеганию и растрескиванию бобов.

¹Селекта 201 – сорт растения соя [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/soya/selekta-201> (дата обращения: 02.04.2022).

²ВНИИОЗ 31 – сорт растения соя [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/soya/vniioz-31> (дата обращения: 02.04.2022).

³Олимпия – сорт растения соя [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/soya/olimpiya> (дата обращения: 02.04.2022).

⁴Дончанка – сорт растения соя [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/soya/donchanka> (дата обращения: 02.04.2022).

Размещение делянок выполнено рендомизированным способом в четыре яруса [12]. Размер делянок – 84 м² (30,0 × 2,8 м). Учетная площадь делянок – 72,8 м². Повторность в опытах четырехкратная. В опыте выполнялись одни и те же агротехнические мероприятия на одном минеральном фоне. Делянки опыта располагались на орошаемом участке, на котором осуществляется поливной режим с поддержанием уровня увлажнения в пределах 80–100 % НВ в слое почвы 0,6 м. Оросительные нормы составили от 2250 до 3000 м³/га.

Посев семян сортов сои производился широкорядным способом с междурядьем 70 см нормой высева 500 тыс. всхожих семян на 1 га 21, 19 и 27 мая соответственно по годам в соответствии с метеорологическими условиями. Перед посевом семена обрабатывались штаммами бактериальных удобрений Нитрофорс Ж. Для подавления однолетних двудольных и злаковых сорняков вносился почвенный гербицид Гезагард, КС нормой внесения 2,5–3,5 л/га до появления всходов сои.

Исследования проводились согласно общепринятым методикам, статистическая обработка результатов – по Б. А. Доспехову [12].

Результаты и обсуждение. В ходе исследований проведен сравнительный анализ раннеспелых сортов сои различных селекций при их возделывании в условиях орошения. За контроль принят сорт Дончанка, как наиболее адаптированный к условиям Ростовской области.

Проведенные наблюдения показали, что изучаемые сорта имеют хорошие показатели энергии прорастания и всхожести. В среднем за 3 года лучшими по всхожести показали себя сорта Селекта 201 (95 %) и Олимпия (93 %). Наименьшая всхожесть выявлена на сорте Дончанка (82 %).

Тепло- и влагообеспеченность, а также генетические особенности сортов повлияли на продолжительность каждой фазы и вегетационного периода в целом. Так, у сорта ВНИИОЗ 31 Волгоградской селекции в засушливом 2019 г. вегетационный период длился 102 дня, а во влажном 2021 г.

с затяжной весной удлинился до 115 дней (рисунок 1). Эта закономерность по годам проявилась на всех сортах.

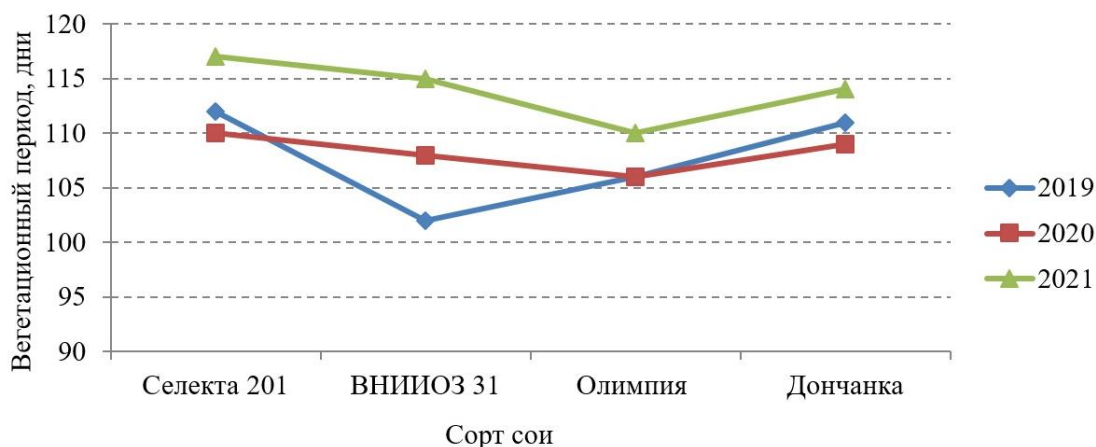


Рисунок 1 – Продолжительность вегетационного периода раннеспелых сортов разных селекций

Figure 1 – The duration of the growing season of early ripening cultivars of different selections

Анализ структуры урожая раннеспелых сортов сои показал, что по количеству и массе семян лучшим является сорт Селекта 201 (селекции «СОКО») (таблица 3). По сравнению с контролем разница в количестве семян составляет 39,9 шт., а по массе семян – 7,7 г. По этим показателям выделяется и сорт Олимпия (селекции ВНИИМК). Так, относительно сорта Дончанка, принятого за контроль, превышение соответственно составляет 33,7 шт. и 3,8 г.

Таблица 3 – Структура урожая раннеспелых сортов сои в условиях орошения (в среднем за 2019–2021 гг.)

Table 3 – Yield structure of early-ripening soybean cultivars under irrigation (average for 2019–2021)

Сорт	Высота при- крепления нижних бобов, см	Количество бобов, шт.	Масса бобов, г	Количество семян, шт.	Масса семян, г	Масса стеблей, г	Масса 1000 семян, г	Масса створок бобов, г
Селекта 201	14,5	62,4	27,0	112,0	17,8	19,6	158,9	9,2
ВНИИОЗ 31	11,2	55,7	17,6	82,3	10,9	10,7	132,4	6,7
Олимпия	10,5	50,8	19,7	105,8	13,9	9,1	131,3	5,8
Дончанка (контроль)	13,9	36,8	15,7	72,1	10,1	14,3	140,1	5,6

Близким к контролю по этим показателям показал себя сорт ВНИИОЗ 31 волгоградской селекции. Однако по количеству бобов в среднем за 3 года этот сорт не отстает от краснодарских сортов и превышает стандарт на 51 %, но по массе бобов все же меньше Селекты 201 на 9,4 г и Олимпии на 2,1 г (они превышают массу бобов стандарта на 11,3 и 4,0 г соответственно).

Высота прикрепления нижних бобов имеет значение для уменьшения потерь при уборке урожая. По данным таблицы 2, она варьирует от 10,5 до 14,5 см. Следует отметить хорошую пригодность к механизированной уборке всех рассматриваемых сортов, но особенно сорта Селекта 201 с наиболее высоким креплением нижнего боба (14,5 см).

Сравнительный анализ сортов сои разной селекции выявил явное превосходство по всем структурным показателям сорта сои Селекта 201 селекции «СОКО».

Самым важным показателем эффективности возделывания сельскохозяйственных культур является урожайность (таблица 4). Наиболее низкую урожайность за период исследований показал сорт ВНИИОЗ 31 – 3,6 т/га, что на 0,2 т/га меньше, чем у Дончанки. Отклонение от контроля составило 5,3 %. Наилучший результат отмечен у сорта Селекта 201 – 4,3 т/га. Практически такая же урожайность получена на сорте Олимпия, она превысила стандарт на 0,3 т/га.

При рассмотрении продолжительности вегетационного периода выявлено, что в среднем за 3 года самые короткие периоды вегетации у сорта Олимпия (107 дней) и у сорта ВНИИОЗ 31 (108 дней), самый длинный у сорта Селекта 201 (113 дней), у сорта Дончанка (111 дней). Следует отметить, что по сравнению с селекционными характеристиками за период исследований в среднем срок вегетации несколько удлинился. Например, у сорта ВНИИОЗ 31 он заявлен 105 дней, а в нашем опыте составил 108 дней, а у сорта Олимпия заявлен срок 100 дней, в опыте – 107 дней.

**Таблица 4 – Хозяйственно ценные признаки и свойства раннеспелых сортов сои в условиях орошения
(средние данные за 2019–2021 гг.)**

**Table 4 – Economically valuable traits and properties of early-ripening soybean cultivars under irrigation
(average data for 2019–2021)**

Сорт	Урожайность зерна, т/га	Отклоне- ние от st		Продолжительность вегета- ционного периода, дни	Отклоне- ние от st		Высота растений общая, см	Отклонение от st		Содержание в зерне белка, % (абсолютно сухого вещества)	Отклоне- ние от st		Выход белка в расчете на 1 га, т	Содержание в зерне жира, % (абсолютно сухого вещества)	Отклоне- ние от st		Выход жира в расчете на 1 га, т
		абсолютный показатель, т/га	%		абсолютный показатель, дни	%		абсолютный показатель, см	%		абсолютный показатель, %	%			абсолютный показатель, %	%	
Селекта 201	4,3	0,5	13,2	113	2	1,8	117,9	3,5	3,1	38,2	–3,2	7,7	1,64	21,2	1,4	7,0	0,91
ВНИИОЗ 31	3,6	–0,2	5,3	108	–3	2,7	97,0	–17,4	15,2	44,0	2,6	6,3	1,58	18,4	–1,4	7,0	0,66
Олимпия	4,1	0,3	7,9	107	–4	3,6	91,2	–23,2	20,3	39,6	–1,8	4,3	1,62	20,8	1,0	5,1	0,85
Дончанка (контроль)	3,8	–	–	111	–	–	114,4	–	–	41,4	–	–	1,57	19,8	–	–	0,75
НСР ₀₅ , т/га	–	0,15								–							

При исследовании биометрического показателя – высоты растений к фазе налива бобов сорт Дончанка достиг 114,4 см. Сорт Селекта 201 выше его на 3,5 см, а сорта ВНИИОЗ 31 и Олимпия оказались ниже стандарта на 17,4 и 23,2 см, что объясняется их генетическими особенностями.

Выявлена тесная взаимосвязь между продолжительностью вегетационного периода и высотой растений ($R^2 = 0,96$), а также высотой растений и массой 1000 зерен сои ($R^2 = 0,73$) (рисунок 2), т. е. длительность вегетации является одним из факторов влияния на высоту растений, а высота растений положительно коррелирует с массой 1000 зерен, а следовательно, и с урожайностью.

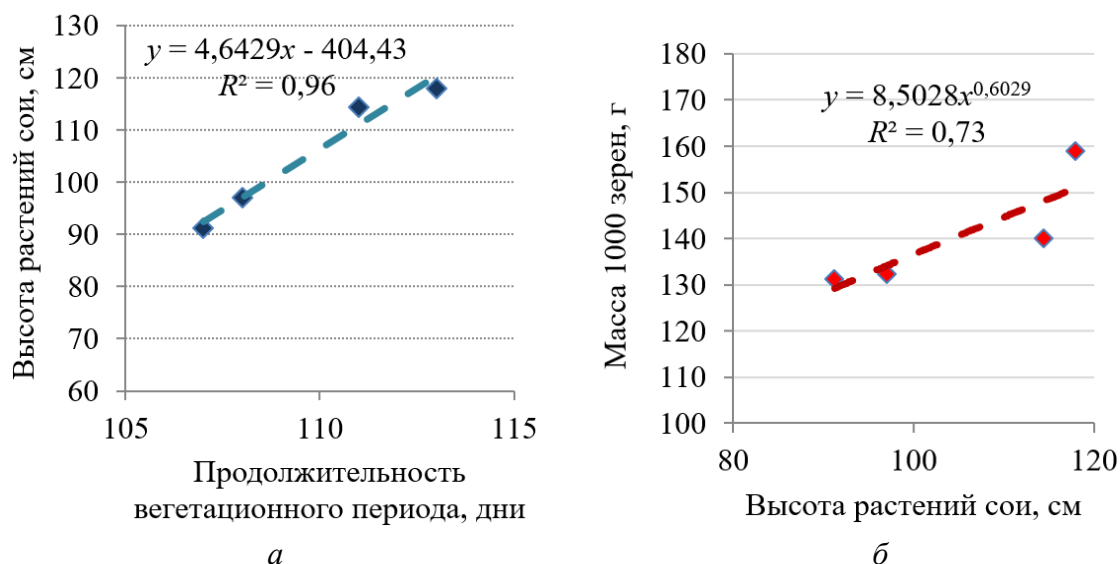


Рисунок 2 – Взаимосвязь между высотой растений, продолжительностью вегетационного периода и массой 1000 зерен сои

Figure 2 – The relationship between plant height, length of growing period and weight of 1000 soybean grains

При анализе качественных показателей урожайности определено, что при самой низкой урожайности сорта ВНИИОЗ 31 содержание в зерне белка установлено самое высокое – 44 %, что выше стандарта на 2,6 % (см. таблицу 4). У лучшего сорта из исследуемых (Селекта 201) белка было меньше на 3,2 % в сравнении со стандартом, но жира на 1,4 % больше. Сорт Олимпия по белку оказался ниже на 1,8 %, но по жиру выше стандар-

та на 1,0 %. Наибольший выход белка и жира в расчете на 1 га площади установлен на сортах Селекта 201 и Олимпия. Следует отметить, что содержание белка во всех исследуемых сортах, возделываемых на орошении в условиях Ростовской области, выше за период исследований, чем представлено оригинаторами в их селекционных характеристиках.

Важным элементом для формирования урожая является фотосинтетический потенциал (ФП) (таблица 5). При расчете использованы результаты наблюдений за динамикой нарастания площади листовой поверхности от фазы ветвления до налива бобов. Также проведен расчет чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) (см. таблицу 4) с использованием данных ФП [13]. Этот параметр в основном зависит от интенсивности фотосинтеза и определяет скорость формирования сухого вещества растения на единицу листовой поверхности в единицу времени [14].

**Таблица 5 – Показатели фотосинтетической деятельности
раннеспелых сортов сои (в среднем за 2019–2021 гг.)**

Table 5 – Indicators of photosynthetic activity of early ripening soybean cultivars (average for 2019–2021)

Сорт	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² ·дней/га	ЧПФ, г/(м ² ·сут)
Селекта 201	53,1	2,16	4,04
ВНИИОЗ 31	45,1	1,89	3,33
Олимпия	47,3	1,98	4,24
Дончанка (контроль)	36,5	1,59	3,43

Оценивая вклад ФП каждого исследуемого сорта в накопление хозяйственно полезной части урожая культуры, можно сказать, что наибольшее значение определено у сорта Селекта 201, превышение ФП контроля Дончанка составило почти 36 %. На 19 и 24 % соответственно выше стандарта значения ФП у ВНИИОЗ 31 и Олимпии. Как видно из данных рисунка 3, ФП находится в тесной взаимосвязи с площадью листовой поверхности растений, что подтверждает коэффициент детерминации, равный 0,99.

Фотосинтетическая деятельность во многом определяется и метеорологическими условиями, и активностью симбиотической деятельности

растений, и их сортовыми особенностями. Этим, возможно, можно объяснить максимальное значение ЧПФ у сорта Олимпия – 4,24 г/(м²·сут). Несколько ниже у сорта Селекта 201 – на 0,20 г/(м²·сут). Эти сорта имеют ЧПФ выше, чем у контроля. Сорт ВНИИОЗ 31 имеет самую низкую ЧПФ – 3,33 г/(м²·сут).

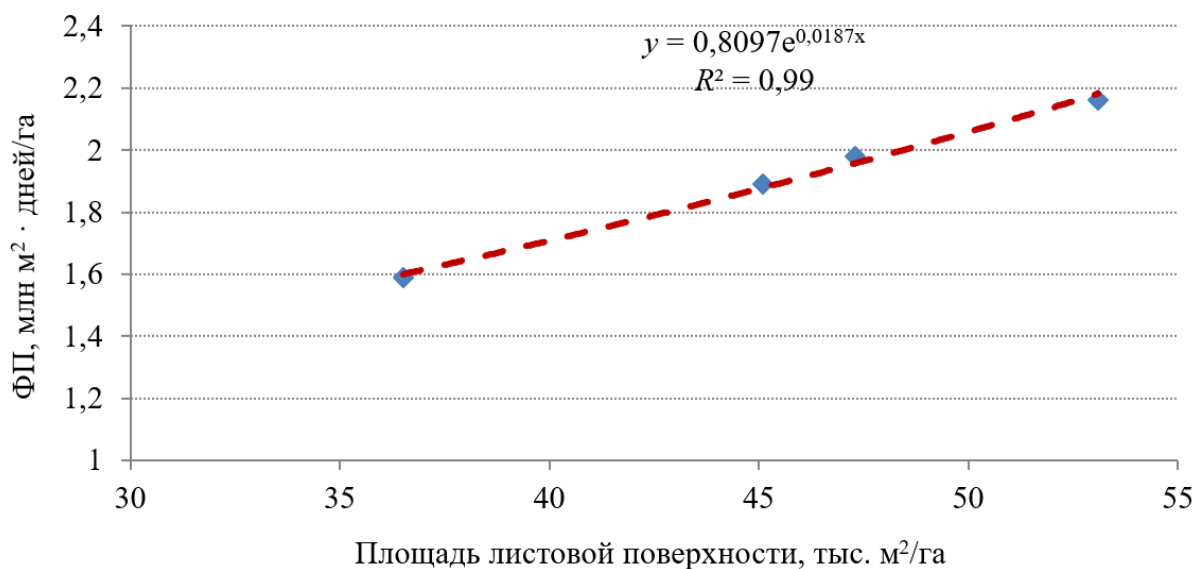


Рисунок 3 – Взаимосвязь между площадью листовой поверхности растений сои и ее фотосинтетическим потенциалом

Figure 3 – The relationship between the soybean leaf surface area and its photosynthetic potential

Выводы. В результате исследований выделен наиболее продуктивный сорт Селекта 201 селекции компании «Соевый комплекс» с урожайностью 4,3 т/га. Наименьшая урожайность зафиксирована на сорте ВНИИОЗ 31 волгоградской селекции – 3,6 т/га, что ниже контрольного сорта Дончанка на 0,2 т/га. Однако по содержанию белка этот сорт является лучшим и превышает стандарт на 2,6 %, а сорт Селекта 201 – на 5,8 %. Сорт Олимпия селекции ВНИИМК показал урожайность за 3 года исследований в среднем 4,1 т/га, что на 0,3 т/га выше урожайности стандарта.

Сравнительный анализ основных характеристик сортов сои, представленных селекционерами и полученных в ходе исследований, показал значительное увеличение урожайности сои в условиях орошения – в 1,6 раза

на сорте Селекта 201, более чем в 3,0 раза – на сорте ВНИИИЗ 31, в 2,9 раза – на сорте Олимпия и в 1,9 раза – на сорте Дончанка. Качественные показатели зерна по содержанию белка при апробировании раннеспелых сортов были выше селекционных в 1,07–1,16 раза, кроме сорта Селекта 201, по содержанию жира значительной разницы не установлено.

Исследуемые сорта показали высокую степень адаптированности к агроклиматическим условиям Ростовской области при орошении и тем самым доказали целесообразность возделывания раннеспелых сортов сои представленных селекций.

Список источников

1. Балакай Г. Т. Особенности технологии возделывания сои на орошаемых землях юга России [Электронный ресурс]. URL: http://www.infotechno.ru/ros-soya2014/dok_balaka2014.php (дата обращения: 12.04.2022).
2. Кочегура А. В., Щегольков А. В., Зима Д. Е. Селекция сортов сои разных направлений использования для регионов России // APK News [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://apknews.ru/article/213/1382/> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Фокша И. Соевые возможности: популярность сои в ближайшие годы будет увеличиваться // Агротехника и технологии [Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/28927-soevye-vozmozhnosti/> (дата обращения: 16.04.2022).
4. Влияние орошения, удобрения и фактора сорта на урожайность сои в условиях Поволжья / В. В. Толоконников, С. С. Мухаметханова, Г. П. Канцер, Л. В. Вронская // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3(63). С. 95–104. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-09.
5. Пешкова В. О., Лукашунас Ю. А., Власовец В. Н. Формирование урожайности сои на орошении в зависимости от климатических ресурсов вегетационного периода сухостепной зоны // Аграрный вестник Юго-Востока. 2019. № 2(22). С. 25–27.
6. Балакай Г. Т., Селицкий С. А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 3(35). С. 80–97. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620> (дата обращения: 15.04.2022). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97.
7. Sandhu R., Irmak S. Effects of subsurface drip-irrigated soybean seeding rates on grain yield, evapotranspiration and water productivity under limited and full irrigation and rainfed conditions // Agricultural Water Management. 2022. Vol. 267. 107614. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107614>.
8. Агроклиматические ресурсы Ростовской области / З. М. Русеева [и др.]; под ред. З. М. Русеевой. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 252 с.
9. Масный Р. С., Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Эффективность штаммов клубеньковых бактерий при возделывании сои в условиях орошения // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 1. С. 49–62. URL: <http://www.rosniipm->

sm.ru/article?n=1260 (дата обращения: 12.04.2022). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-49-62>.

10. Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Влияние минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность сои на лугово-черноземных почвах Ростовской области // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2021. Т. 11, № 3. С. 206–220. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1223> (дата обращения: 12.04.2022). DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-206-220.

11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений: офиц. изд. М.: Росинформагротех, 2021. 719 с.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

13. Способ определения продуктивности фотосинтетического потенциала сортов сои: пат. 2539634 Рос. Федерация: МПК А 01 G 7/00, А 01 Н 1/04 / Синеговская В. Т., Толмачев М. В.; заявитель Всерос. науч.-исслед. ин-т сои. № 2013129655/13; заявл. 27.06.13; опубл. 20.01.15, Бюл. № 1. 1 с.

14. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т., Кобозева Т. П. Методы исследований в полевых опытах с соей: учеб.-метод. пособие. Благовещенск: ОДЕОН, 2016. 115 с.

References

1. Balakai G.T. *Osobennosti tekhnologii vozdel'yvaniya soi na oroshaemykh zemlyakh yuga Rossii* [Features of soybean cultivation technology on irrigated lands in the south of Russia], available: http://www.infotechno.ru/ros-soya2014/dok_balakay2014.php [accessed 12.04.2022]. (In Russian).

2. Kochegura A.V., Shchegolkov A.V., Zima D.E., 2018. *Selektsiya sortov soi raznykh napravleniy ispol'zovaniya dlya regionov Rossii* [Soybean cultivars selection of different fields of use for Russian regions]. APK News, available: <https://apknews.ru/article/213/1382/> [accessed 15.04.2022]. (In Russian).

3. Foksha I., 2017. *Soevye vozmozhnosti: populyarnost' soi v blizhayshie gody budet uvelichivat'sya* [Soybean opportunities: the popularity of soy will increase in the coming years]. *Agrotekhnika i tekhnologii* [Agrotechnics and Technologies], available: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/28927-soevye-vozmozhnosti/> [accessed 16.04.2022]. (In Russian).

4. Tolokonnikov V.V., Mukhametkhanova S.S., Kantser G.P., Vronskaya L.V., 2021. *Vliyanie orosheniya, udobreniya i faktora sorta na urozhaynost' soi v usloviyakh Povolzh'ya* [The influence of irrigation, fertilization and variety factor on the soybean yield in the Lower Volga region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of the Lower Volga Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], no. 3(63), pp. 95-104, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-09. (In Russian).

5. Peshkova V.O., Lukashunas Yu.A., Vlasovets V.N., 2019. *Formirovanie urozhaynosti soi na oroshenii v zavisimosti ot klimaticheskikh resursov vegetatsionnogo perioda sukhoshepnoy zony* [Formation of soybean yield on irrigation depending on the climate of the vegetation period of dry steppe zone]. *Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka* [Agrarian Reporter of South-East], no. 2(22), pp. 25-27. (In Russian).

6. Balakai G.T., Selitsky S.A., 2019. [Yield of soybean varieties yield when irrigated by sprinkling and drip irrigation in Rostov region]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(35), pp. 80-97, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620> [accessed 15.04.2022], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97. (In Russian).

7. Sandhu R., Irmak S., 2022. Effects of subsurface drip-irrigated soybean seeding rates on grain yield, evapotranspiration and water productivity under limited and full irrigation and rainfed conditions. *Agricultural Water Management*, vol. 267, 107614, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107614>.

8. Ruseeva Z.M. [et al.], 1972. *Agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Agro-Climatic Resources of Rostov Region]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 252 p. (In Russian).
 9. Masny R.S., Yurkova R.E., Dokuchaeva L.M., 2022. [Productivity of nodule bacteria stains in soybean cultivation under irrigation]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 12, no. 1, pp. 49-62, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1260> [accessed 12.04.2022], <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-49-62>. (In Russian).
 10. Yurkova R.E., Dokuchaeva L.M., 2021. [Impact of mineral fertilizers on soybean growth, development and productivity on meadow-chernozem soils of Rostov region]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 11, no. 3, pp. 206-220, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1223> [accessed 12.04.2022], DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-206-220. (In Russian).
 11. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Sorta rasteniy [State Register of Selection Achievements Approved for Use. Varieties of Plants]. Official ed., vol. 1, Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2021, 719 p. (In Russian).
 12. Dospekhov B.A., 2012. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow, Books on Demand, 352 p. (In Russian).
 13. Sinegovskaya V.T., Tolmachev M.V., 2013. *Sposob opredeleniya produktivnosti fotosinteticheskogo potentsiala sortov soi* [Method for determining the productivity of the photosynthetic potential of soybean varieties]. Patent RF, no. 2539634. (In Russian).
 14. Sinegovskaya V.T., Naumchenko E.T., Kobozeva T.P., 2016. *Metody issledovaniy v polevykh opytakh s soey: uchebno-metodicheskoe posobie* [Research Methods in Field Experiments with Soy: textbook]. Blagoveshchensk, ODEON Publ., 115 p. (In Russian).
-

Информация об авторах

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;
Л. М. Докучаева – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;
L. M. Dokuchayeva – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата,
самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical
violations in scientific publications.*

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests

*Статья поступила в редакцию 11.05.2022; одобрена после рецензирования 01.06.2022;
принята к публикации 09.06.2022.*

*The article was submitted 11.05.2022; approved after reviewing 01.06.2022; accepted for
publication 09.06.2022.*