

УДК 633.853.52:626.84

DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97

Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ СОИ ПРИ ПОЛИВЕ ДОЖДЕВАНИЕМ И СИСТЕМАМИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель исследования – изучение продукционной способности перспективных сортов сои для условий Ростовской области на орошаемых землях, усовершенствование элементов технологии возделывания. Исследования проводились в Куйбышевском и Октябрьском районах Ростовской области в 2015–2017 гг. Почвенный покров исследуемых участков представлен черноземом обыкновенным на легких глинах и лугово-черноземной почвой среднемошной. В 2015–2016 гг. в условиях приазовской природно-сельскохозяйственной зоны были изучены при орошении дождеванием 11 сортов сои и при поливе системами капельного орошения четыре сорта. Закладка полевых опытов проведена рендомизированным методом по Доспехову, фенологические наблюдения, учеты роста и урожайности – по методике Госсортосети. Вегетационный период сортов сои варьировал от 120 до 131 дня. Наибольшая высота растений наблюдалась в фазе налива семян и варьировала от 75,5 до 104,6 см у сортов, возделываемых при орошении дождеванием, и от 108,8 до 146,7 см на участке капельного полива. На посевах сортов сои в условиях орошения капельными системами необходимый уровень влагообеспеченности почвы поддерживался проведением 26 поливов нормой 120 кубометров на гектар. Оросительная норма при этом составила 3120 кубометров на гектар, суммарное водопотребление – 5296–5332 кубометра на гектар, а коэффициент водопотребления – 1157–1426 кубометров на тонну. Сформирован урожай зерна в зависимости от сорта на уровне 3,71–4,61 т/га. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась у сортов Селекта 302 и СК 158 – 438,0 и 461,0 г соответственно. При поливе дождеванием в среднем за два года урожайность лучшего сорта Славия составила 3,22 т/га, при этом суммарное водопотребление составило 3241 кубометр на гектар, а коэффициент водопотребления – 1006,5 кубометра на тонну. Таким образом, возделывание данных перспективных сортов сои на орошаемых землях позволяет получать стабильный урожай зерна на уровне 3,5–4,5 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, возделывание, орошение, дождевание, капельный полив, урожайность, суммарное водопотребление.

G. T. Balakai, S. A. Selitskiy

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

SOYBEAN VARIETIES YIELD BY SPRINKLING AND DRIP IRRIGATION IN ROSTOV REGION

The purpose of the research is to study the production capability of promising soybean varieties on irrigated lands for the conditions of Rostov region, to improve the cultivation technology elements. The research was conducted in Kuibyshev and Oktyabrsky districts of Rostov region in 2015–2017. The soil cover of the studied plots is represented by ordinary

chernozem on light clay and medium meadow-chernozem soil. In 2015–2016 under the conditions of Priazovskaya natural-agricultural zone, 11 soybean varieties irrigated by sprinkling and 4 soybean varieties irrigated by drip irrigation were studied. The field experiments were laid using the Dospekhov randomized method, phenological observations, growth and yield records were made using the National Crop Variety Testing method. The growing season of soybean varieties varied from 120 to 131 days. The maximum plant height was observed in the seed filling phase and varied from 75.5 to 104.6 cm in varieties cultivated under sprinkling irrigation and from 108.8 to 146.7 cm on the drip irrigation site. The required level of soil moisture of soybean varieties under drip irrigation was maintained by conducting 26 waterings at a rate of 120 cubic meters per hectare. At the same time, the irrigation rate was 3120 cubic meters per hectare, the total water consumption was 5296–5332 cubic meters per hectare, and the water consumption ratio was 1157–1426 cubic meters per ton. Grain harvest was formed depending on the variety at the level of 3.71–4.61 t/ha. The largest mass of 1000 grains was observed in the Selecta 302 and the CK 158 varieties – 438.0 and 461.0 g, respectively. When irrigating by sprinkling for two years, the yield of the best variety Slavia was 3.22 t/ha on average, while the total water consumption was 3241 cubic meters per hectare, and the water consumption ratio was 1006.5 cubic meters per ton. Thus, the cultivation of these promising soybean varieties on irrigated lands makes it possible to obtain a stable grain yield of 3.5–4.5 t/ha.

Key words: soybean, variety, cultivation, irrigation, sprinkling, drip irrigation, yield, total water consumption.

Введение. Соя является одной из важнейших и самых распространенных культур растениеводства, возделываемых по всему миру. Ее популярность объясняется биологическими характеристиками, а также биохимическим составом зерна, что позволяет широко ее применять во многих отраслях, в т. ч. кулинарии, медицине, химической, пищевой промышленности, кормопроизводстве.

Уникальность семян этой культуры заключается в высоком содержании белка, жира, углеводов, витаминов и макро- и микроэлементов. Содержание белка в семенах сои составляет 35–40 %, а в некоторых сортах до 50 %, что значительно выше показателей бобовых культур. В состав белка входят незаменимые аминокислоты, сопоставимые с белком куриных яиц и мяса говядины по качеству, но значительно дешевле по себестоимости.

Содержание углеводов в зерне составляет 17–33 %, и представлены они в основном растворимыми сахарами и полисахаридами [1, 2].

Зерно сои ценится за содержание в нем жира до 27 %. Масло, изготавливаемое из семян сои, богато полиненасыщенными кислотами (линолевой и линоленолевой), благодаря чему хорошо усваивается.

Высокое содержание макро- и микроэлементов (калия, фосфора, кальция, магния, бора, меди, алюминия и др.) позволяет использовать сою в лечебном питании.

В переработке сои задействованы до 10 отраслей промышленности. В кормопроизводстве используются соевый жмых и шрот, экструдированная соя, молоко, силос, зеленый корм и др. В пищевой промышленности распространение получили молочные соевые продукты – молоко, творог, сыр (тофу), йогурт и др., мясные полуфабрикаты (текстураты и концентраты), хлебопекарные и кондитерские изделия [3–5].

Помимо этих качеств соя имеет большое агротехническое значение. Являясь бобовой культурой, она способна за счет симбиотической деятельности не только удовлетворять до 70 % собственных нужд в азоте, но и накапливать в почве азота до 120 кг/га, что повышает плодородие почвы и урожайность следующих за ней культур полевых севооборотов – озимых зерновых, кукурузы, овощных культур и др. Успешно соя культивируется и в рисовых севооборотах. Возделанная в широкорядных посевах, она улучшает фитосанитарное состояние посевов, позволяет более полно проводить борьбу с сорняками [6–9].

Эти и другие положительные качества сои, ее широкое применение, а также экономическая эффективность производства культуры предопределили распространение ее на пяти континентах и обеспечили лидирующую роль среди белково-масличных культур. Благодаря высокой пластичности сою возделывают в умеренном, субтропическом и тропическом поясах.

Ареал возделывания сои простирается от 48–50° ю. ш. (Австралия, Южная Америка) до 54–56° с. ш. (Дальний Восток России, Канада).

Мировое производство соевых бобов к 2018 г. достигло 350 млн т. Признанными лидерами являются США, Бразилия и Аргентина, где валовые сборы составили 119,5; 112,5 и 50,5 млн т зерна соответственно [10].

Россия занимает 8-е место в рейтинге стран – производителей сои.

За последние годы отмечается значительный рост производства этой культуры. Посевная площадь ее в 2017 г. составила 2,64 млн га, что по сравнению с 2005 г. больше в 3,67 раза. Валовой сбор за этот же период увеличился в 4,86 раза и составил в 2017 г. 3,6 млн т. Средняя урожайность сои по России составляет около 1,5 т/га. Основным сосеющим регионом продолжает оставаться Дальний Восток, за последние пять лет значительно увеличились посевы в европейской части России. На юге России посевы сои в основном располагаются в Краснодарском крае (около 160 тыс. га). В Ростовской области посевная площадь составляет около 10 тыс. га [11, 12].

Агроклиматический потенциал Ростовской области позволяет возделывать сою почти во всех природно-климатических зонах. Основным лимитирующим фактором при возделывании сои является недостаточная обеспеченность влагой. Особенности возделывания сои на орошаемых землях в Ростовской области и других регионах страны изучались многими исследователями. Ими доказано, что орошение обеспечивает получение стабильных урожаев зерна сои, превышающих в 3–4 раза урожайность сои на богарных землях [13]. Поэтому вопросам совершенствования техники и технологии орошения постоянно уделяется особое внимание [14–18]. Основным способом орошения на посевах сои является дождевание, в последнее время в хозяйствах применяют системы капельного орошения.

Важным условием получения высоких урожаев является также использование высокоурожайных сортов, адаптированных к местным агроклиматическим условиям.

В этой связи целью наших исследований было изучение продукционной способности перспективных сортов сои разных групп спелости для условий Ростовской области и усовершенствование элементов технологии возделывания сои на орошаемых землях при поливе дождеванием и системами капельного орошения.

В процессе работы проведены полевые исследования и получены ре-

зультаты изучения продуктивности перспективных высокоурожайных сортов сои селекции Компании «Соевый комплекс» и ВНИИМК, возделываемых при орошении.

Материалы и методы. Исследования, посвященные изучению роста, развития и продуктивности перспективных сортов сои при орошении дождеванием, проводились в 2015 г. (девять сортов) и в 2016 г. (11 сортов) в ОАО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района и при капельном орошении в 2017 г. в ООО «Рассвет» Куйбышевского района Ростовской области на землях, расположенных в приазовской природно-климатической зоне.

По морфологическому строению почвенный покров опытного участка в ОАО «Агропредприятие «Бессергеновское» однороден и представлен лугово-черноземными почвами среднemosными по мощности гумусового слоя и слабогумусированными по содержанию общего гумуса.

Водно-физические свойства лугово-черноземных почв, согласно классификации, хорошие и характеризуются следующими показателями: наименьшая влагоемкость почвы для слоя 0–60 см составляет 28,6 %, а для слоя 0–100 см – 27,9 %. Плотность почвы в слое 0,6 м составляет 1,29 т/м³, а в метровом слое – 1,34 т/м³.

По морфологическому строению почв почвенный покров обследуемого участка в ООО «Рассвет» Куйбышевского района представлен в основном черноземами обыкновенными среднemosными с карбонатными вкраплениями.

Черноземы обыкновенные имеют однородный гранулометрический состав по всему почвенному профилю, он представлен легкой глиной. Наименьшая влагоемкость в слое почвы 0–60 см составляет 28,5 % от массы сухой почвы, в слое 0–100 см – 26,7 %. Плотность почвы в слое 0–60 см составляет 1,31 т/м³.

Территория Октябрьского и Куйбышевского районов расположена

в зоне рискованного земледелия, поэтому произрастание сельскохозяйственных культур, а соответственно, и урожаи в значительной мере определяются агроклиматическими условиями.

По агроклиматическим данным рассматриваемая территория в достаточной мере обеспечена теплом. Переход температуры воздуха через +10 °С наблюдается в середине второй декады апреля. Продолжительность периода с температурой выше +10 °С в среднем составляет 167–173 дня. Сумма положительных температур воздуха за период с $t > 10$ °С в среднем составляет 3000–3200 °С [19].

По данным о теплообеспеченности, соя полностью обеспечена теплом, начиная с ультраскороспелых (1700 °С за вегетацию) и заканчивая позднеспелыми (2601–3000 °С) сортами.

Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 0,7–0,8, характеризует район с засушливым климатом. Естественная влагообеспеченность сои составляет всего около 40 % от оптимальной [20].

Таким образом, при данных природно-климатических характеристиках района условием получения высоких и стабильных урожаев сои является ее возделывание на орошаемых землях при поддержании научно обоснованных норм влагообеспеченности.

Метеорологические показатели за периоды исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метеорологические данные за 2015–2016 гг., метеостанция г. Ростов-на-Дону

Период	2015 г.					2016 г.					Среднегого-летнее		
	ΣP , мм	t , °С	$\Sigma t > 10$ °С, °С	U , %	ГТК	ΣP , мм	t , °С	$\Sigma t > 10$ °С, °С	U , %	ГТК	ΣP , мм	t , °С	U , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Май	30	16,5	500	63	0,60	158	16,4	509,3	73	3,10	52	16,6	60
Июнь	74	22,5	676,4	58	1,09	25	22,3	675,9	61	0,37	65	21,1	56
Июль	19	24,4	755,5	58	0,25	55	24,6	763,2	56	0,72	50	23,4	57
Август	0	24,5	759,2	61	0,00	21	25,9	802,6	52	0,26	44	22,6	63
Сентябрь	0	21,6	648,4	69	0,00	49	16,2	466,7	61	1,05	43	16,7	74

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Итого: май – сентябрь	123	21,9	3339,5	62	0,37	–	–	–	–	–	254	20,1	62
июнь – сентябрь	–	–	–	–	–	150	22,3	2708,4	58	0,55	202	21,0	63
Примечание – ΣP – сумма атмосферных осадков, мм; t – среднесуточная температура воздуха, °С; Σt – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С; U – относительная влажность воздуха, %.													

Таблица 2 – Метеорологические данные 2017 г.

Год	Месяц					Среднее	Сумма	ГТК
	V	VI	VII	VIII	IX			
Температура воздуха, °С								
2017 г.	16,0	21,1	23,7	25,7	20,2	21,3	3266,4	0,64
Средне многолетние	16,6	21,1	23,4	22,6	16,7	20,1	3074,6	0,83
Сумма атмосферных осадков, мм								
2017 г.	45,0	38,0	18,0	73,0	34,0	–	208,0	–
Средне многолетние	52,0	65,0	50,0	44,0	43,0	–	254,0	–
Относительная влажность воздуха, %								
2017 г.	58	59	54	40	54	53	–	–
Средне многолетние	60	56	57	63	74	62	–	–

В целом годы исследования в Октябрьском районе можно охарактеризовать как сухой и очень засушливый: в 2015 г. ГТК = 0,37, в 2016 г. ГТК = 0,55.

Климатические условия в Куйбышевском районе характеризовались по метеостанции п. Матвеев Курган и представлены в таблице 2.

Количество осадков за вегетационный период составило 82 % от средне многолетних значений. Наименьшее их количество наблюдалось в июле – 36 % от нормы. В августе за счет ливневых осадков месячное количество составило 165 % от нормы.

Температура воздуха за вегетационный период была близка к средне многолетним значениям.

ГТК за вегетационный период составил 0,64, что характеризует его как засушливый.

Полевые опыты закладывались рендомизированным методом в соот-

ветствии с общепринятыми методиками опытного дела по Б. А. Доспехову [21]. Фенологические наблюдения проводили методом учетных площадок в соответствии с методикой государственного сортоиспытания по М. А. Федину, В. Н. Плешакову и др. [22–24]. Густоту стояния растений подсчитывали в фазе полных всходов и перед уборкой. Учет биологического урожая сои осуществлялся в фазе полного созревания семян методом отбора пробных снопов с метровок [24, 25].

Программой исследований был предусмотрен опыт по подбору перспективных сортов сои разного срока созревания селекции ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК им. В. С. Пустовойта» и Компании «Соевый комплекс» (г. Краснодар) для возделывания в условиях орошения. Схема опыта в 2015 г. включала изучение девяти сортов, в 2016 г. – 11 сортов сои (таблица 3).

Таблица 3 – Варианты посева сортов сои в годы исследований

Вариант	Сорт	
	2015 г.	2016 г.
1	Амиго	Амиго
2	Арлета	Арлета
3	Бара	Бара
4	Л-10-0082	Аванта
5	Л-09-0077	СК 69
6	Вилана	Вилана
7	Лира	Лира
8	Чара	Чара
9	Славия	Славия
10	–	СК 82
11	–	Селекта 101

Схема опыта в 2017 г. включала изучение четырех сортов: Селекта 201, СК 158, Селекта 302 и Селекта 301.

Общий вид посевов сои представлен на рисунке 1.

Агротехника сои заключалась в проведении следующих технологических операций. Предшественником сои являлась озимая пшеница. Основная обработка почвы заключалась в лущении стерни на глубину 6–8 см, вспашке зяби на глубину 23–25 см. Предпосевная обработка почвы включала ранневесеннее боронование и предпосевную культивацию. Посев сои

проводили широкорядным способом с междурядьем 70 см сеялкой МС-8 (СПБ-8). Норма высева семян сои составила 600 тыс. шт./га. Под посевы сои вносились минеральные удобрения: осенью под вспашку – фосфорно-калийные и весной под культивацию и подкормки – азотосодержащие расчетной нормой [23]. Перед посевом семена обрабатывались азотфиксирующими клубеньковыми бактериями в форме Нитрофикс Ж. Для борьбы с сорной растительностью на посевах сои применялся довсходовый гербицид Фронтьер Оптима, КЭ, дозой 1 кг/га и Базагран дозой 2,2 кг/га по всходам.



Рисунок 1 – Общий вид посевов сои в фазе начала цветения при капельном орошении в ООО «Рассвет» (автор фото С. А. Селицкий)

Поливы проводились дождевальную машиной «Фрегат», при этом влажность почвы поддерживалась на уровне 80–100 % НВ в слое почвы 0,6 м.

При поливах системой капельного орошения обеспечивалось поддержание уровня увлажнения в пределах 80–100 % НВ в слое почвы 0,6 м. Капельные ленты располагались в междурядьях через ряд посева сои, т. е. 1,4 м между капельными линиями.

Результаты и обсуждение. Технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур должны соответствовать требованиям сорта к факторам жизни растений по фенологическим фазам роста и развития. Поэтому знание биологических особенностей сорта, его свойств и отношения к условиям произрастания является необходимым для достижения потенциального, заложенного генотипом сорта продукционного результата.

Наблюдения за ростом и развитием изучаемых сортов сои на участке с капельным поливом в 2017 г. позволили установить, что выживаемость растений к концу вегетации составила 85,4–91,0 % (таблица 4).

Таблица 4 – Выживаемость растений у сортов сои

Сорт	Количество растений, шт./м ²		Выживаемость растений, %
	во время всходов	к моменту уборки	
1 Селекта 201	50,2	44	87,7
2 СК 158	47,3	43	91,0
3 Селекта 302	29,3	25	85,4
4 Селекта 301	35,7	32	89,6

Наименьший показатель был отмечен на посевах сорта Селекта 302. На всхожесть семян сои повлияли низкие температуры в первой декаде мая, которые также отразились и на продолжительности появления всходов.

Наблюдения за наступлением и продолжительностью фенофаз, длинной вегетационного периода показали, что разница между изучаемыми сортами сои до 10 дней (таблица 5).

Таблица 5 – Продолжительность фаз вегетации растений сои

В сут

Сорт	Фаза вегетации				Вегетационный период
	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – плодообразование	плодообразование – созревание	
1 Селекта 201	38	37	26	19	120
2 СК 158	38	40	28	19	125
3 Селекта 302	40	42	28	20	130
4 Селекта 301	40	41	29	21	131

Возделывание сои в условиях орошения увеличило продолжительность фаз вегетации, в результате чего вегетационный период варьировал от 120 до 131 дня. Быстрее всех созрел сорт Селекта 201, позже – сорт Селекта 301.

Условия произрастания и генетические особенности сои повлияли на рост и развитие растений. Проведенные биометрические наблюдения позволили установить динамику линейного роста (таблицы 6 и 7). В сравнении с сортами сои, выращенными при дождевании в ОАО «Агропредприятие «Бессергеновское», при капельном орошении высота растений в фазы ветвления и цветения была больше на 10 см и более.

Таблица 6 – Линейный рост сои в зависимости от сорта, 2017 г.

В см

Сорт	Высота растений		
	Ветвление	Цветение	Созревание
1 Селекта 201	33,1	60,1	128,9
2 СК 158	33,4	58,4	108,8
3 Селекта 302	43,7	68,7	146,7
4 Селекта 301	42,4	67,4	143,1

Таблица 7 – Линейный рост сои в зависимости от сорта, 2015–2016 гг.

В см

Сорт	Высота растений								
	Ветвление			Цветение			Налив семян		
	2015 г.	2016 г.	Среднее	2015 г.	2016 г.	Среднее	2015 г.	2016 г.	Среднее
1 Амиго	22,0	24,1	23,1	59,5	59,3	59,4	72,1	92,5	82,3
2 Арлета	22,4	26,1	24,2	55	61,2	58,1	69,7	105,2	87,5
3 Бара	19,6	24	21,8	50,8	57,1	53,9	74,1	98,7	86,4
4 Л-10-0082	20,8	–	20,8	54,9	–	54,9	75,5	–	75,5
5 Л-09-0077 (СК 69)	23,3	21,7	22,5	59,6	53,3	56,5	73,2	95,1	84,2
6 Вилана	21,7	21,3	21,5	58,4	56,6	57,5	78,9	97,3	88,1
7 Лира	23,5	19,8	21,6	58,7	50,2	54,5	75,9	89,1	82,5
8 Чара	20,1	22,3	21,2	57,4	56,5	56,9	86,2	96,3	91,3
9 Славия	23,7	27,6	25,6	63,8	66,4	65,1	93	110,6	101,8
10 СК 82	–	20,7	20,7	–	48,6	48,6	–	85,8	85,8
11 Селекта 101	–	23,8	23,8	–	54,6	54,6	–	104,6	104,6
12 Аванта	–	21,6	21,6	–	53,7	53,7	–	94,4	94,4

В 2017 г. к концу вегетации наименьшая высота растений отмечена у сорта СК 158 – 108,8 см, а наибольшая у сорта Селекта 302 – 146,7 см.

Анализ динамики линейного роста сортов сои в среднем за 2015–2016 гг. показывает, что наибольшая высота растений наблюдалась в фазе налива семян и варьировала от 75,5 до 104,6 см.

Условия произрастания сои, такие как влагообеспеченность, пище-

вой режим, способ посева и норма высева, в значительной степени обуславливают продуктивность растений. Как показывает анализ структуры урожая сои, наибольшая продуктивность зерна на 1 м² наблюдалась у сортов Селекта 302 и СК 158 – 438,0 и 461,0 г соответственно (таблица 8).

Таблица 8 – Структура урожая сортов сои

Сорт	Количество бобов, шт.	Масса бобов, г	Масса зерна, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Высота прикрепления нижнего боба, см
1 Селекта 201	927	810,3	452,0	159,2	13,8
2 СК 158	879	688,9	461,0	145,4	14,5
3 Селекта 302	684	788,8	438,0	165,8	14,1
4 Селекта 301	711	486,6	371,0	178,8	14,3

Наиболее крупные семена сформировались на посевах сои сортов Селекта 301 и Селекта 302, у которых масса 1000 зерен составила 178,8 и 165,8 г соответственно. Прикрепление нижнего боба у всех сортов изменялось незначительно и варьировалось от 13,8 до 14,5 см.

Так как на посевах сои применялась единая агротехнология, сформированный к концу вегетации урожай отражает биологические особенности каждого сорта (таблица 9). Наибольшая урожайность сои при поливе дождеванием получена при возделывании одного из перспективных сортов Славия (3,22 т/га), наименьшая (2,74 т/га) – у Л-10-0082.

Таблица 9 – Урожайность сортов сои, 2015–2016 гг.

В т/га

Сорт	Урожайность		
	2015 г.	2016 г.	Среднее
1 Амиго	2,98	3,14	3,06
2 Арлета	2,81	3,51	3,16
3 Бара	2,87	3,02	2,95
4 Л-10-0082	2,74	–	2,74
5 Л-09-0077 (СК 69)	2,91	3,04	2,98
6 Вилана	3,15	2,97	3,06
7 Лира	3,03	2,83	2,93
8 Чара	3,43	2,94	3,19
9 Славия	3,21	3,22	3,22
10 СК 82	–	2,93	2,93
11 Селекта 101	–	2,9	2,90
12 Аванта	–	2,88	2,88
НСР _{0,05}	0,16	0,21	–

Возделывание перспективных сортов сои на обыкновенных черноземах в условиях орошения позволяет получать стабильные урожаи более 4,5 т/га, что выше среднестатистических показателей урожайности по Ростовской области более чем в 3 раза. Результаты оценки биологической урожайности сои, полученные в 2017 г. на участке капельного орошения, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Биологическая урожайность сои в 2017 г.

Сорт	Урожайность
1 Селекта 201	4,52
2 СК 158	4,61
3 Селекта 302	4,38
4 Селекта 301	3,71
НСР ₀₅	0,18

На посевах сортов сои Селекта 201, СК 158 и Селекта 302 сформирован урожай зерна от 4,38 до 4,61 т/га, сорта Селекта 301 – 3,71 т/га. Анализ биологического урожая четырех испытуемых сортов сои показал, что все они являются перспективными для возделывания на семена при орошении в засушливой зоне Ростовской области.

Соя очень требовательна к влаге, особенно в так называемые критические периоды развития растений – плодообразование – созревание, когда отмечается наибольшая потребность во влаге [26–28]. В наших исследованиях во всех вариантах опыта поддерживались одинаковые условия увлажнения корнеобитаемого слоя почвы (не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м) системой капельного орошения. Поливной режим сои сформировался из 26 поливов нормой 120 м³/га, оросительная норма составила 3120 м³/га. Показатели суммарного водопотребления сои приведены в таблице 11.

За вегетационный период сои суммарный расход воды на участке с капельным орошением составил 5296–5332 м³/га, а на формирование 1 т зерна израсходовалось от 1157 до 1426 м³/т воды в зависимости от урожайности сорта. Более экономно влага использовалась сортами СК 158 и Селекта 201, у которых коэффициент водопотребления составил соответственно 1157 и 1177 т/м³.

Таблица 11 – Суммарное водопотребление сои

Сорт	Поступление влаги, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	из почвы	оросительная вода	осадки			
Капельное орошение						
1 Селекта 201	124	3120	2080	5324	4,52	1177
2 СК 158	132	3120	2080	5332	4,61	1157
3 Селекта 302	117	3120	2080	5317	4,38	1214
4 Селекта 301	96	3120	2080	5296	3,71	1426
Дождевание						
5 Славия	246	1600	1395	3241	3,22	1006,5

Поливной режим сои при орошении дождеванием в среднем за 2015–2016 гг. сложился из проведения четырех поливов нормой 400 м³/га при поддержании уровня увлажнения в пределах 80–100 % НВ в слое почвы 0,6 м. В среднем за два года суммарное водопотребление составило 3241 м³/га. Количество воды на создание 1 т зерна сои составило 1006,5 м³/т.

Выводы

1 Необходимым условием высокой продуктивности сои в Ростовской области является применение перспективных сортов, возделываемых в условиях орошения. В приазовской зоне Ростовской области на черноземах обыкновенных среднemocных сорта сои Селекта 201, СК 158, Селекта 302, Селекта 301 при поливе системами капельного орошения обеспечили получение урожайности зерна сои на уровне 3,71–4,61 т/га.

2 Установлено, что на посевах сои при поддержании уровня увлажнения в пределах 80–100 % НВ в слое почвы 0,6 м системами капельного орошения суммарное водопотребление составило 5296–5332 м³/га в зависимости от сорта, а коэффициент водопотребления – 1157–1426 м³/т.

3 На орошаемом участке при поливе дождеванием в среднем за два года урожайность лучшего сорта Славия составила 3,22 т/га, при этом суммарное водопотребление составило 3241 м³/га, а коэффициент водопотребления – 1006,5 м³/т.

Список использованных источников

1 Соя в России – действительность и возможность / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин. – Краснодар: ВНИИМК, 2013. – 99 с.

2 Кочегура, А. В. Потенциал современных сортов сои для юга европейской части России / А. В. Кочегура, М. В. Трунова // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 42–44.

3 Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование / В. С. Петибская. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2012. – 432 с.

4 Соя в России: монография / В. А. Федотов [и др.]. – М.: Агролига России, 2013. – 429 с.

5 Балакай, Г. Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г. Т. Балакай, О. С. Безуглова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 160 с.

6 Лукомец, В. М. Возделывание сои в рисовых севооборотах Кубани – крупный резерв пополнения кормового белка / В. М. Лукомец, В. Л. Махонин // Кормопроизводство. – 2014. – № 3. – С. 32–34.

7 Емельянов, А. Н. Соя как источник белка в смешанных посевах кормовых культур / А. Н. Емельянов, Т. В. Наумова, О. И. Хасбиуллина // Кормопроизводство. – 2013. – № 1. – С. 11–12.

8 Баранов, В. Ф. Агромероприятия как основа биологизации технологии возделывания сои / В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2013. – Вып. 1(153–154). – С. 141–150.

9 Махонин, В. Л. Агротехнические аспекты возделывания сои в рисовых севооборотах Краснодарского края / В. Л. Махонин // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 31–33.

10 Производство сои: прогноз на сезон 2017/18 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mniai.pf/analytics/Proizvodstvo-soi-prognoz-na-sezon-2017-18/>, 2019.

11 Тильба, В. А. Биология сои: возможности оптимизации отдельных производственных процессов / В. А. Тильба, Н. М. Тишков // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 3(167). – С. 78–87.

12 Дробин, Г. В. Соя: значение и место в АПК России / Г. В. Дробин // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 5. – С. 24–26.

13 Щедрин, В. Н. Проблемы эффективного использования орошаемых земель ЮФО (на примере Ростовской области) / В. Н. Щедрин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. семинара «Опыт и перспективы возделывания сои на орошаемых землях Юга России», 15–16 дек. 2005 г. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 8–17.

14 Балакай, Г. Т. Концепция дождевальной машины нового поколения для технологии прецизионного орошения / Г. Т. Балакай, С. М. Васильев, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 2(26). – С. 1–18. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec477-field6.pdf.

15 Васильев, С. М. Технические средства капельного орошения: учеб. пособие / С. М. Васильев, Т. В. Коржова, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. – 200 с.

16 Соя при дождевании и капельном орошении / В. В. Бородычев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 48–49.

17 Данилов, А. Н. Соя в орошаемых агрофитоценозах Поволжья / А. Н. Данилов, Г. И. Караваева, С. И. Калмыков. – Саратов: Изд-во Саратовского ГАУ, 2005. – 260 с.

18 Morel, F. La vitrine haute-technologie du soja / F. Morel // Progress. – 2000. – № 1157. – P. 18–20.

19 Агроклиматические ресурсы Ростовской области: справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 251 с.

20 Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Ю. П. Хрусталева [и др.]. – Ростов н/Д.: Батайское кн. изд-во, 2002. – 184 с.

21 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 315 с.

22 Плешаков, В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации / сост. В. Н. Плешаков; ВНИИОЗ. – Волгоград, 1983. – 150 с.

23 Программирование технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Северного Кавказа: монография / Н. А. Кан [и др.]. – Ростов н/Д.: Рост. кн. изд-во, 1985. – 120 с.

24 Федин, М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин. – М., 1989. – 194 с.

25 Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец [и др.]. – Краснодар, 2010. – 327 с.

26 Бородычев, В. В. Эффективность орошения сои в условиях Нижнего Поволжья / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов, М. Ю. Моисеев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 36–38.

27 Бородычев, В. В. Орошение и удобрение перспективных сортов сои / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов // Плодородие. – 2004. – № 6. – С. 30–31.

28 Шевченко, П. Д. Кормопроизводство степной зоны России: монография / П. Д. Шевченко, Г. Т. Балакай. – Новочеркасск: Оникс+, 2007. – 421 с.

References

1 Lukomets V.M., Kochegura A.V., Baranov V.F., Makhonin V.L., 2013. *Soya v Rossii – deystvitel'nost' i vozmozhnost'* [Soybean in Russia – Reality and Possibility]. Krasnodar, VNIIMK Publ., 99 p. (In Russian).

2 Kochegura A.V., Trunova M.V., 2010. *Potentsial sovremennykh sortov soi dlya yuga evropeyskoy chasti Rossii* [Potential of modern soybean varieties for the south of the European part of Russia]. *Zemledelie* [Farming], no. 3, pp. 42-44. (In Russian).

3 Petibskaya V.S., 2012. *Soya: khimicheskii sostav i ispol'zovanie* [Soya: Chemical Composition and Application]. Maikop, Polygraph-South Publ., 432 p. (In Russian).

4 Fedotov V.A. [et al.], 2013. *Soya v Rossii: monografiya* [Soybeans in Russia: monograph]. Moscow, Agroliga of Russia Publ., 429 p. (In Russian).

5 Balakay G.T., Bezuglova O.S., 2003. *Soya: ekologiya, agrotehnika, pererabotka* [Soya: Ecology, Agricultural Technology, Processing]. Rostov-on-Don, Phoenix Publ., 160 p. (In Russian).

6 Lukomets V.M., Makhonin V.L., 2014. *Vozdelyvanie soi v risovykh sevooborotakh Kubani – krupnyy rezerv popolneniya kormovogo belka* [Soybean cultivation in rice crop rotations of the Kuban as a large reserve of fodder protein supply]. *Kormoproizvodstvo* [Forage Production], no. 3, pp. 32-34. (In Russian).

7 Emel'yanov A.N., Naumova T.V., Khasbiullina O.I., 2013. *Soya kak istochnik belka v smeshannykh posevakh kormovykh kul'tur* [Soybean as a protein resource in mixed fodder crops]. *Kormoproizvodstvo* [Forage Production], no. 1, pp. 11-12. (In Russian).

8 Baranov V.F., Makhonin V.L., 2013. *Agromeropriyatiya kak osnova biologizatsii tekhnologii vozdelyvaniya soi* [The agrotechnological measures as the basis of biologization of technology of soybean cultivation]. *Maslichnye kul'tury: nauchno-tekhnicheskii byulleten' VNIIMK* [Oil Crops: Scientific and Technical Bull. of VNIIMK]. Krasnodar, vol. 1(153-154), pp. 141-150. (In Russian).

9 Makhonin V.L., 2011. *Agrotekhnicheskie aspekty vozdelyvaniya soi v risovykh sevooborotakh Krasnodarskogo kraya* [Agrotechnical aspects of soybean cultivation in rice crop rotation of Krasnodar Territory]. *Zemledelie* [Farming], no. 7, pp. 31-33. (In Russian).

10 *Proizvodstvo soi: prognoz na sezon 2017/18* [Soybean Production: Forecast for the Season 2017/18], available: <http://mniap.pf/analytics/Proizvodstvo-soi-prognoz-na-sezon-2017-18/>, 2019. (In Russian).

11 Til'ba V.A., Tishkov N.M., 2016. *Biologiya soi: vozmozhnosti optimizatsii otdel'nykh produktsionnykh protsessov* [Soybean biology: the possibility of optimizing indi-

vidual production processes]. *Maslichnyye kul'tury: nauchno-tekhnicheskii byulleten' VNIIMK* [Oil Crops: Scientific and Technical Bull. of VNIIMK], vol. 3(167), pp. 78-87. (In Russian).

12 Drobin G.V., 2012. *Soya: znachenie i mesto v APK Rossii* [Soybeans: Importance and place in the Russian agro-industrial complex]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and Equipment for the Village], no. 5, pp. 24-26. (In Russian).

13 Shchedrin V.N., 2005. *Problemy effektivnogo ispol'zovaniya oroshaemykh zemel' YUFO (na primere Rostovskoy oblasti)* [Issues of efficient use of irrigated lands in the Southern Federal District (by example of Rostov region)]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sbornik statey FGBNU «RosNIIPM»* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: coll. of sc. articles of Proceed. of the International scientific-practical seminar "Experience and Prospects of Soy Cultivation on the Irrigated Lands of the South of Russia"]. FGNU «RosNIIPM», Novocherkassk, pp. 8-17. (In Russian).

14 Balakay G.T., Vasil'ev S.M., Babichev A.N., 2017. [The concept of a new generation sprinkler for precision irrigation technology]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(26), pp. 1-18, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec477-field6.pdf. (In Russian).

15 Vasil'ev S.M., Korzhova T.V., Shkura V.N., 2017. *Tekhnicheskie sredstva kapel'nogo orosheniya: ucheb. posobie* [Technical Means of Drip Irrigation: study guide]. Novocherkassk, RosNIIPM Publ., 200 p. (In Russian).

16 Borodychev V.V. [et al.], 2008. *Soya pri dozhdvani i kapel'nom oroshenii* [Soybeans during sprinkling and drip irrigation]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 2, pp. 48-49. (In Russian).

17 Danilov A.N., Karavaeva G.I., Kalmykov S.I., 2005. *Soya v oroshaemykh agrofittotsenozakh Povolzh'ya* [Soya in Irrigated Agrophytocenoses of the Volga Region]. Saratov, Saratov State Agrarian University Publ., 260 p. (In Russian).

18 Morel F., 2000. *La vitrine haute-technologie du soja*. Progress, no. 1157, pp. 18-20. (In French).

19 *Agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti: spravochnik* [Agroclimatic Resources of Rostov Region: a handbook]. 1972. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 251 p. (In Russian).

20 Khrustalev Yu.P. [et al.], 2002. *Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Climate and Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Rostov-on-Don, Bataysk Publ., 184 p. (In Russian).

21 Dospekhov B.A., 1985. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of Field Experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. 5th ed., rev., Moscow, Agropromizdat Publ., 315 p. (In Russian).

22 Pleshakov V.N., 1983. *Metodika polevogo opyta v usloviyakh orosheniya: rekomendatsii* [Methodology of Field Experiment under Irrigation: recommendations]. VNIIOZ, Volgograd, 150 p. (In Russian).

23 Kan N.A. [et al.], 1985. *Programmirovaniye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na oroshaemykh zemlyakh Severnogo Kavkaza: monografiya* [Programming of Agricultural Crop Cultivation Technology on the Irrigated Lands of the North Caucasus: monograph]. Rostov-on-Don, Rostov Publ., 120 p. (In Russian).

24 Fedin M.A., 1989. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of State Agricultural Crop Variety Testing]. Moscow, 194 p. (In Russian).

25 Lukomets V.M. [et al.], 2010. *Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methods of Conducting Field Agrotechnical Experiments with Oil Crops]. Krasnodar, 327 p. (In Russian).

26 Borodychev V.V., Lytov M.N., Moiseev M.Yu., 2004. *Effektivnost' orosheniya soi v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Efficiency of soybean irrigation under the conditions of the Lower Volga region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 6, pp. 36-38. (In Russian).

27 Borodychev V.V., Lytov M.N., 2004. *Oroshenie i udobrenie perspektivnykh sortov soi* [Irrigation and fertilizing of promising soybean varieties]. *Plodorodie* [Fertility], no. 6, pp. 30-31. (In Russian).

28 Shevchenko P.D., Balakai G.T., 2007. *Kormoproizvodstvo stepnoy zony Rossii: monografiya* [Fodder Production of the Steppe Zone of Russia: monograph]. Novochoerkassk, Oniks Publ., 421 p. (In Russian).

Балакай Георгий Трифионович

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Balakai Georgiy Trifonovich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novochoerkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Селицкий Сергей Артурович

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Selitskiy Sergey Arturovich

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novochoerkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru