

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.67:633.34

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-158-175

Особенности роста и развития сортов сои при возделывании на орошаемых землях Ростовской области

Георгий Трифионович Балакай¹, Александр Николаевич Бабичев²,
Сергей Артурович Селицкий³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²babichevan2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

³ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

Аннотация. Цель: подбор сортов сои, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Ростовской области, с учетом применения технологии возделывания на орошаемых землях. **Материалы и методы.** Трехлетние исследования проводились в Октябрьском районе Ростовской области на орошаемых землях. Почвы под посевами сои лугово-черноземные тяжелосуглинистые. В опытах изучены 24 сорта сои различных групп спелости. Опыт выполнялся в четырехкратной повторности с рендомизированным расположением делянок. Наблюдения за ростом и развитием сои, учеты урожайности, статобработка данных осуществлялись согласно общепринятым методикам проведения полевых опытов. **Результаты.** Продолжительность вегетации исследуемых сортов сои составила от 100 до 125 дней. Наблюдения за ростом и развитием растений позволили установить, что в зависимости от сорта высота растений сои достигала 82,9–133,0 см в фазе налива бобов, в этот период максимальные значения площади поверхности листьев сои варьируют от 38,68 до 84,32 тыс. кв. м/га, а сухая биомасса сои изменялась от 1,31 до 2,31 т/га. Установлены показатели продуктивности исследуемых сортов сои, возделываемых на орошении. Урожайность сортов сои варьировала от 3,19 до 5,34 т/га. Максимальное значение зафиксировано у сорта СК Элана, минимальное у сорта Казачка. Анализ качественного состава зерна сои позволил установить, что содержание белка варьировало от 37,4 до 44,0 %, а сбор белка составил от 1,1 до 1,9 т/га. Содержание масла варьировало от 17,8 до 22,9 % в зависимости от сорта, а его сбор – от 0,5 до 1,0 т/га. **Выводы.** Возделывание сои на орошаемых землях позволяет получать высокую продуктивность широкого спектра сортов. Максимальная урожайность зерна сои и сбор белка получены у сорта СК Элана – 5,34 т/га и 1,9 т/га соответственно. Максимальное содержание масла в зерне получено у сорта Селекта 302 – 22,9 %, а его сбор у сорта СК Элана – 1,0 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, орошение, вегетационный период, группа спелости, срок созревания, продуктивность, сбор белка, сбор масла

Для цитирования: Балакай Г. Т., Бабичев А. Н., Селицкий С. А. Особенности роста и развития сортов сои при возделывании на орошаемых землях Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 158–175. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-158-175>.



LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Soybean varieties growth and development characteristics when cultivated on irrigated lands of Rostov region

Georgiy T. Balakay¹, Alexandr N. Babichev², Sergey A. Selitskiy³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²babichevan2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

³ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

Abstract. Purpose: selection of soybean varieties adapted to the soil and climatic conditions of Rostov region, taking into account the cultivation technology application on irrigated lands. **Materials and methods.** Three-year studies were conducted in Oktyabrsky district Rostov region on irrigated lands. Soils under soybean crops are meadow-chernozem heavy loamy. In the experiments, 24 soybean varieties of different ripeness groups were studied. The experiment was carried out in four repetitions with a randomized arrangement of plots. Observations of the soybeans growth and development, yield records, statistical processing of data were carried out according to generally accepted methods of field experiments. **Results.** The duration of vegetation of the studied soybean varieties ranged from 100 to 125 days. Observations of the growth and development of plants made it possible to determine that, depending on the variety, the height of soybean plants reached 82.9–133.0 cm in the bean-filling phase; during this period, the maximum values of the soybean leaf area duration vary from 38.68 to 84.32 thousand sq. m/ha, and the dry biomass of soybeans varied from 1.31 to 2.31 t/ha. The productivity indicators of the studied soybean varieties on irrigation have been determined. The soybean variety yield varied from 3.19 to 5.34 t/ha. The maximum value was recorded for the variety SK Elana, the minimum was for the variety Kazachka. An analysis of the qualitative composition of soybean grain made it possible to find that the protein content varied from 37.4 to 44.0 %, and the protein harvest was from 1.1 to 1.9 t/ha. The oil content varied from 17.8 to 22.9 % depending on the variety, and its harvest from 0.5 to 1.0 t/ha. **Conclusions.** Soybean cultivation on irrigated lands allows to obtain high productivity of a wide range of varieties. The maximum yield of soybean grain and protein harvest were obtained from the SK Elana variety – 5.34 t/ha and 1.9 t/ha, respectively. The maximum oil content in the grain was obtained from the Selecta 302 variety – 22.9 %, and its harvest from the SK Elana variety was 1.0 t/ha.

Keywords: soybean, variety, irrigation, vegetation period, ripeness group, ripening period, productivity, protein harvest, oil harvest

For citation: Balakay G. T., Babichev A. N., Selitskiy S. A. Soybean varieties growth and development characteristics when cultivated on irrigated lands of Rostov region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(3):158–175. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-158-175>.

Введение. Соя является одной из важнейших белково-масличных культур как в мировом, так и отечественном земледелии. Содержание в семенах сои большого количества белка и жира, незаменимых аминокислот, углеводов и др. позволяет использовать сою в различных отраслях про-

мышленности [1, 2]. Широкое практическое применение делает наращивание производства сои актуальным для всего сельского хозяйства и, что самое главное, экономически выгодным для производителей. Специалисты отмечают, что рентабельное производство сои начинается при урожайности 7–10 ц/га [3–5]. Уникальность сои заключается не только в ее качественных технологических показателях, но и в агротехническом значении посевов (является хорошим предшественником для многих культур в структуре севооборота) и накоплении биологического азота в почве, что в свою очередь влияет на плодородие земель, повышение урожайности культур и рост эффективности сельскохозяйственного производства [6, 7].

Создание новых высокоурожайных сортов сои, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, позволяет не только повысить продуктивность, но и значительно расширить ареал возделывания этой культуры [8]. Центральный федеральный округ стал лидирующим регионом по возделыванию сои, опередив Дальневосточный регион. Этому способствует создание раннеспелых сортов, у которых вегетационный период составляет 85–105 дней, отзывчивых на применение технологических приемов, направленных на повышение продуктивности культур (минеральных удобрений, орошения, мелиорантов, пестицидов и других приемов) [9–12].

Поэтому целью наших исследований является подбор сортов сои, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Ростовской области, с учетом применения технологии возделывания на орошаемых землях.

Материалы и методы. В течение 3 лет (2019–2021 гг.) были изучены 24 сорта различных групп спелости. Из них три сорта от очень ранних до ранних (СК Фарта, Альянс, Билявка), восемь сортов ранних (СК Оптима, СК Уника, Волгоградка 1, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 86, Ирбис, Пума, Селена), три сорта среднеранних (СК Риана, СК Веда, Селекта 302), восемь сортов раннеспелых (Селекта 201, ВНИИОЗ 31, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 12, Олимпия, Мавка, Аннушка, Казачка), один сорт скороспелый (СК Элана), один

сорт от средне- до позднеспелого (Донская 9) [13]. Полевые участки располагались в Октябрьском районе Ростовской области в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское». Почва на этих полях лугово-черноземная тяжелосуглинистая. Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы составляла от 28,6 до 30,5 % по годам исследований, а плотность сложения – 1,27–1,31 т/м³ для 60-сантиметрового слоя почвы. Минерализация оросительной воды 0,7–0,9 г/дм³, вода относится ко II классу. Почвы опытного участка характеризуются высокой обеспеченностью азотом 20,0–30,6 мг/кг, средней обеспеченностью подвижным фосфором в 2019 г. – 15,8 мг/кг, высоким содержанием в 2020–2021 гг. – 46,5–64,0 мг/кг и очень высоким содержанием калия – 475–615 мг/кг. Содержание гумуса низкое – 2,52–3,13 %.

Посевы сортов сои в опыте проводились в одни сроки в первую или вторую декаду мая широкорядным способом с междурядьем 0,7 м и нормой высева 500 тыс. шт./га. Опыт выполнялся в четырехкратной повторности с рендомизированным расположением делянок. Площадь делянки составляет 70 м², а учетной – 30 м².

Агротехнические мероприятия выполнялись в одни и те же сроки во всех вариантах опыта. Влажность почвы поддерживалась на уровне 80–100 % НВ в слое 0–60 см поливами, проводимыми дождевальными машинами Valley. Минеральные удобрения вносились одним фоном из расчета содержания питательных элементов в почве.

Тепло- и влагообеспеченность являются ключевыми условиями при возделывании сои, влияющими на жизненные факторы развития растений. Вегетационные периоды 2019 и 2020 гг. характеризовались как очень засушливые, а 2021 г. как влажный. В первые 2 года исследований среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней, кроме мая. Сумма среднесуточных температур воздуха, превышающих +10 °С, в 2019 г. составила 3480,9 °С, а в 2020 г. – 3320,3 °С. Гидротермический коэффициент за расчетный период вегетации в 2019 и 2020 гг. составил 0,42

и 0,41 соответственно, что характеризует расчетный период как очень засушливый. В 2021 г. гидротермический коэффициент составил 1,14, что характеризует период вегетации как влажный.

По степени обеспеченности осадками за период вегетации (май – август) год исследований можно охарактеризовать как влажный (ГТК = 1,14).

Осадки выпадали крайне неравномерно, в основном их количество было ниже нормы. В 2019 г. с мая по сентябрь суммарное количество осадков составило 58 % от средне многолетней величины, а в 2020 г. – 54 %.

В 2021 г. температурный режим был близок в основном к средне многолетним значениям, а в июле и августе температура была выше нормы на 3 и 2 °С соответственно. С мая по август наблюдалось значительное превышение количества осадков над средне многолетними значениями, а их суммарное количество с мая по октябрь превысило многолетнюю величину на 47 %.

В течение вегетации проводились фенологические наблюдения за развитием сои, отмечались фазы: всходы, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов, налив бобов, созревание. Структурный анализ зеленой массы и урожая зерна сои проводили путем отбора снопов сои с 1 м² в разные фазы развития растений. Статистическая обработка данных проводилась по методике Б. А. Доспехова [14].

Результаты и обсуждение. В ходе выполнения исследований установлена реакция сортов различных групп спелости на внешние факторы и условия произрастания, определены продолжительность вегетационного периода сортов сои, их урожайность и качественный состав семян.

Трехлетние наблюдения показали, что при посеве сои нормой 500 тыс. шт./га количество всходов растений среди сортов изменялось от 41 до 48 шт./м² и полевая всхожесть составила от 82 до 95 % (таблица 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть растений, среднее за 2019–2021 гг.

Table 1 – Field germination of plants, average for 2019–2021

Сорт	Норма высева сои, тыс. шт./га	Количество всходов растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений при уборке, шт./м ²	Выживаемость растений к уборке, %
Селекта 201	500	47	95	43	91
Селекта 302	500	48	95	43	90
СК Веда	500	46	92	41	88
СК Оптима	500	46	92	41	89
СК Риана	500	47	95	42	89
СК Элана	500	44	88	39	89
СК Фарта	500	45	90	38	84
СК Уника	500	43	86	39	91
Л-18-0233	500	45	90	40	89
Л-18-0258	500	46	92	40	87
Ирбис	500	45	90	40	89
Олимпия	500	47	93	41	88
Пума	500	45	89	40	89
Селена	500	44	88	39	87
ВНИИОЗ 86	500	44	88	37	83
ВНИИОЗ 12	500	44	89	36	80
Волгоградка 1	500	44	87	36	83
Волгоградка 2	500	44	87	37	84
ВНИИОЗ 31	500	45	89	36	81
ВНИИОЗ 76	500	42	84	36	86
Альянс	500	44	88	35	80
Билявка	500	43	86	34	80
Смуглянка	500	44	88	35	80
Мавка	500	43	86	36	83
Аннушка	500	45	90	38	84
Казачка	500	42	84	36	85
Дончанка	500	41	82	36	87
Донская 9 (контроль)	500	44	88	39	89

Худшие показатели полевой всхожести были у сортов Дончанка и Казачка – 41 и 42 шт./м² и 82 и 84 % соответственно, а наилучшие у сортов Селекта 302, Селекта 201, СК Риана и Олимпия, у которых количество всходов растений на 1 м² было 48 и 47 шт., а полевая всхожесть – 95 и 93 %. В период уборки количество растений снизилось и выживаемость составила от 80 до 91 % у исследуемых сортов.

Одной из основных биологических особенностей сои является ее отношение к теплу. Теплообеспеченность, наряду с генетическими особен-

ностями, определяет продолжительность периода вегетации, что в свою очередь характеризует скороспелость сорта. Данные о суммах среднесуточных температур воздуха по периодам развития сои и продолжительности прохождения основных фаз развития сои представлены в среднем за 3 года наблюдений в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Сумма среднесуточных температур воздуха по периодам роста и развития сортов сои, среднее за 2019–2021 гг.

В °С

Table 2 – The sum of average daily air temperatures by periods of growth and development of soybean varieties, average for 2019–2021

In °C

Сорт	Период вегетации							Сумма температур за период от всходов до полной спелости
	посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив	налив – начало созревания	созревание – полная спелость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Селекта 201	184,4	407,9	414,1	458,7	532,6	552,2	242,6	2608,2
Селекта 302	184,4	474,6	441,6	500,0	531,0	604,3	215,4	2766,9
СК Веда	184,4	442,5	416,5	473,7	529,9	595,2	180,6	2638,4
СК Оптима	184,4	458,5	424,9	476,8	518,3	599,1	191,9	2669,6
СК Риана	184,4	442,2	440,7	504,4	514,7	565,2	217,5	2684,8
СК Элана	208,3	431,0	431,6	410,3	649,8	458,6	184,4	2565,7
СК Фарта	208,3	431,0	431,6	410,3	649,8	495,0	182,4	2600,1
СК Уника	208,3	457,8	458,8	407,5	598,6	511,3	166,1	2600,1
Л-18-0233	208,3	507,8	495,8	294,0	559,3	414,3	179,6	2450,8
Л-18-0258	208,3	507,8	495,8	294,0	559,3	414,3	179,6	2450,8
Ирбис	178,6	423,9	410,1	456,5	507,7	513,8	266,6	2578,5
Олимпия	178,6	412,7	394,4	445,7	497,1	532,5	250,7	2533,0
Пума	178,6	375,8	407,4	399,4	471,9	534,6	264,7	2453,6
Селена	178,6	401,0	446,8	392,7	496,3	536,6	266,0	2539,4
ВНИИОЗ 86	184,4	391,6	409,3	403,2	474,0	545,7	269,4	2493,3
ВНИИОЗ 12	184,4	399,4	446,5	498,5	494,9	549,2	232,3	2620,7
Волгоградка 1	184,4	417,4	487,0	454,8	536,6	549,4	243,8	2689,0
Волгоградка 2	184,4	400,0	441,0	450,8	497,4	497,7	252,3	2539,2
ВНИИОЗ 31	184,4	425,3	469,6	361,8	492,7	566,8	267,7	2583,8
ВНИИОЗ 76	208,3	457,8	517,0	349,3	644,2	558,6	118,9	2645,8
Альянс	184,4	358,7	415,9	397,2	464,1	509,0	297,6	2442,6
Билявка	184,4	375,8	404,5	400,2	417,8	527,0	292,6	2417,8
Смуглянка	172,4	446,6	444,9	523,2	514,8	518,5	289,5	1824,9
Мавка	184,4	393,9	447,5	425,7	415,2	493,4	292,8	2468,5
Аннушка	172,4	349,9	368,6	410,3	421,8	491,1	323,8	1576,9
Казачка	172,4	411,0	439,2	425,0	410,8	494,7	260,2	1627,1

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дончанка	172,4	411,1	439,0	481,8	443,2	500,3	321,3	1731,0
Донская 9 (контроль)	184,4	467,1	494,1	487,9	480,9	509,7	238,1	2677,8

В начальный период развития сои (всходы – ветвление) потребовалось от 349,9 до 507,8 °С в среднем за 3 года. В дальнейшем наблюдалось увеличение суммы температур до периода налив – начало созревания, а затем ее снижение. В этот период сумма температур у исследуемых сортов изменялась от 414,3 до 604,3 °С в среднем за 3 года, а продолжительность периода изменялась от 20 до 30 дней. За весь период развития от всходов до полной спелости сои потребовалось от 2365,3 до 2766,9 °С. Наименьшая сумма температур потребовалась для созревания у сортов Аннушка, Билявка, Казачка, Альянс – 2365,3–2442,6 °С. Наибольшая сумма температур за вегетационный период наблюдалась у сортов Донская 9, СК Риана, Волгоградка 1, Смуглянка, Селекта 302 – от 2677,8 до 2766,9 °С.

Таблица 3 – Продолжительность периода вегетации сортов сои, среднее за 2019–2021 гг.

В сут

Table 3 – The duration of the growing season of soybean varieties, average for 2019–2021

In days

Сорт	Период вегетации							Всходы – полная спелость
	посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив	налив – начало созревания	созревание – полная спелость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Селекта 201	10	18	17	19	20	25	14	113
Селекта 302	10	20	17	20	24	28	16	125
СК Веда	10	19	17	19	22	26	14	116
СК Оптима	10	19	17	20	22	27	13	119
СК Риана	10	19	18	21	22	26	15	121
СК Элана	10	19	17	15	22	23	12	108
СК Фарта	10	19	17	15	22	25	13	111
СК Уника	10	20	18	15	24	26	14	117

Продолжение таблицы 3

Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л-18-0233	10	22	19	11	22	20	10	104
Л-18-0258	10	22	19	11	22	20	10	104
Ирбис	10	19	17	18	21	24	14	112
Олимпия	10	19	16	17	20	25	12	108
Пума	10	17	17	15	19	23	13	103
Селена	10	18	17	16	20	25	14	109
ВНИИОЗ 86	10	17	16	16	19	25	13	105
ВНИИОЗ 12	10	17	19	20	21	25	13	114
Волгоградка 1	10	18	19	19	22	25	16	120
Волгоградка 2	10	17	18	18	21	23	13	110
ВНИИОЗ 31	10	18	19	16	20	23	15	110
ВНИИОЗ 76	10	20	20	15	26	30	12	123
Альянс	10	15	17	16	18	22	14	103
Билявка	10	17	16	16	17	22	14	103
Смуглянка	10	18	19	20	22	24	16	120
Мавка	10	17	18	16	17	22	14	104
Аннушка	10	15	16	17	18	21	14	100
Казачка	10	17	18	18	18	21	12	103
Дончанка	10	18	18	21	18	22	17	113
Донская 9 (контроль)	10	19	20	21	20	22	16	117

Вегетационный период сортов сои от всходов до полного созревания составил от 100 до 125 дней. Наиболее короткий вегетационный период от 100 до 105 дней был у девяти сортов: Аннушка, Пума, Альянс, Билявка, Казачка, Л-18-0233, Л-18-0258, Мавка, ВНИИОЗ 86. Наиболее продолжительный вегетационный период (от 120 до 125 дней) наблюдался у сортов Волгоградка 1, Смуглянка, СК Риана, ВНИИОЗ 76, Селекта 302.

Проводимые наблюдения позволили установить линейные размеры растений сои в течение вегетации (таблица 4).

Высота растений достигала своего пика в фазе налива бобов и изменялась от 82,9 до 133,0 см в среднем за 3 года. Наибольшая высота сои зафиксирована у линии Л-18-0258 и у сортов СК Фарта, СК Элана – 128,0; 131,0; 133,0 см соответственно. В фазе ветвления высота растений изменялась от 21,0 до 55,0 см, а в фазе цветения – от 56,8 до 93,0 см. Наиболее интенсивный рост наблюдался после фазы начала цветения, и прирост составил в среднем за годы исследований от 23,9 до 55,2 см.

**Таблица 4 – Линейный рост сои в зависимости от сорта,
среднее за 2019–2021 гг.**

В см

**Table 4 – Linear growth of soybeans depending on the variety,
average for 2019–2021**

In cm

Сорт	Высота растений		
	Ветвление	Цветение	Налив бобов
Селекта 201	31,1	67,6	117,9
Селекта 302	32,9	69,8	124,1
СК Веда	33,0	65,4	115,4
СК Оптима	31,4	67,0	113,7
СК Риана	29,3	61,8	104,0
СК Элана	55,0	93,0	133,0
СК Фарта	54,0	89,0	131,0
СК Уника	48,0	77,0	116,0
Л-18-0233	48,0	83,0	122,0
Л-18-0258	50,0	87,0	128,0
Ирбис	38,8	71,1	114,3
Олимпия	34,9	62,0	95,1
Пума	35,5	67,4	105,6
Селена	38,4	68,1	111,1
ВНИИОЗ 86	29,5	63,8	97,2
ВНИИОЗ 12	32,5	64,1	105,2
Волгоградка 1	30,1	59,9	96,1
Волгоградка 2	29,5	59,3	93,8
ВНИИОЗ 31	30,0	59,7	97,0
ВНИИОЗ 76	46,0	67,0	102,0
Альянс	32,5	67,2	107,5
Билявка	31,6	62,2	88,8
Смуглянка	21,5	56,8	89,1
Мавка	30,5	65,2	110,8
Аннушка	22,4	59,0	82,9
Казачка	22,2	57,9	98,9
Дончанка	21,5	60,9	116,1
Донская 9 (контроль)	31,5	70,2	117,9

Листовая поверхность играет большую роль в фотосинтетической деятельности и формируется в зависимости не только от условий влагообеспеченности, питания и других агротехнических элементов возделывания, но и от сортовых особенностей сои. В таблице 5 приведены значения площади листовой поверхности в зависимости от сорта в основных фазах развития сои.

Таблица 5 – Площадь листовой поверхности по фазам развития сои в зависимости от сорта, среднее за 2019–2021 гг.

В тыс. м²/га

Table 5 – Leaf area duration by soybean development stages depending on variety, average for 2019–2021

In thousand m²/ha

Сорт	Площадь листовой поверхности		
	Ветвление	Цветение	Налив бобов
Селекта 201	17,68	35,85	71,24
Селекта 302	18,36	35,86	71,54
СК Веда	17,29	33,71	68,24
СК Оптима	17,37	32,24	65,27
СК Риана	18,31	32,42	69,68
СК Элана	20,21	40,42	84,32
СК Фарта	20,14	39,64	81,22
СК Уника	18,98	32,84	67,21
Л-18-0233	17,61	34,12	70,85
Л-18-0258	18,33	35,48	78,54
Ирбис	17,40	34,45	69,26
Олимпия	16,53	31,85	64,00
Пума	17,60	32,60	64,25
Селена	18,12	35,55	66,53
ВНИИОЗ 86	16,94	32,97	67,54
ВНИИОЗ 12	18,17	34,03	70,06
Волгоградка 1	17,58	33,36	64,89
Волгоградка 2	16,72	32,79	65,23
ВНИИОЗ 31	15,08	27,93	62,27
ВНИИОЗ 76	20,31	31,57	63,82
Альянс	16,41	32,29	56,59
Билявка	13,74	27,06	58,79
Смуглянка	10,77	21,59	41,52
Мавка	13,87	27,08	57,67
Аннушка	11,01	17,74	38,68
Казачка	16,37	31,11	64,12
Дончанка	11,94	22,53	50,46
Донская 9 (контроль)	13,37	26,29	52,82

Результат трехлетних наблюдений показывает, что максимальных значений площадь поверхности листьев у сои достигает в период налива бобов (варьирует от 38,68 до 84,32 тыс. м²/га). В этой фазе наилучшие показатели листовой поверхности получены у сортов Л-18-0258, СК Фарта и СК Элана – 78,54; 81,22 и 84,32 тыс. м²/га соответственно. В период между ветвлением и цветением прирост листовой поверхности составил от 6,73

до 20,21 тыс. м²/га в зависимости от сорта, а в период после цветения до налива бобов наблюдался резкий прирост листовой поверхности от 19,93 до 43,9 тыс. м²/га.

Значения осредненных трехлетних величин сухой биомассы сортов сои приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика накопления сухой биомассы растениями сои в зависимости от сорта по фазам развития, среднее за 2019–2021 гг.

В т/га

Table 6 – Dynamics of accumulating dry biomass by soybean plants depending on the variety by stages of development, average for 2019–2021

In t/ha

Сорт	Сухая надземная биомасса сои		
	Ветвление	Цветение	Налив бобов
Селекта 201	1,89	5,22	10,62
Селекта 302	1,95	5,48	10,90
СК Веда	2,09	5,88	11,39
СК Оптима	2,05	6,13	11,54
СК Риана	2,07	6,20	12,02
СК Элана	2,31	6,14	14,25
СК Фарта	2,28	5,60	13,23
СК Уника	1,89	3,84	10,94
Л-18-0233	2,07	4,96	12,63
Л-18-0258	2,15	5,48	13,06
Ирбис	1,84	5,42	11,01
Олимпия	2,02	5,01	10,44
Пума	1,80	4,83	10,46
Селена	2,08	5,15	11,20
ВНИИОЗ 86	1,69	4,34	8,51
ВНИИОЗ 12	1,31	4,06	8,75
Волгоградка 1	1,88	4,87	9,16
Волгоградка 2	2,12	4,85	9,86
ВНИИОЗ 31	1,39	3,40	7,70
ВНИИОЗ 76	1,68	3,65	9,72
Альянс	1,47	3,33	7,65
Билявка	1,70	3,88	8,00
Смуглянка	1,31	3,10	6,43
Мавка	1,81	4,48	9,50
Аннушка	1,42	3,39	6,41
Казачка	1,89	4,59	8,88
Дончанка	1,52	3,69	6,92
Донская 9 (контроль)	1,68	3,84	8,41

В фазе ветвления значения сухой массы растений сои колебались от 1,31 до 2,31 т/га, далее по мере увеличения высоты растений, листовой поверхности и образования бобов сухая масса нарастала в фазе ветвления от 3,1 до 6,2 т/га и в фазе налива бобов от 6,41 до 14,25 т/га. Наибольшая величина сухой массы была получена в фазе налива бобов у сортов Л-18-0258, СК Фарта, СК Элана – 13,06; 13,23 и 14,25 т/га соответственно. Прирост сухой массы за период от ветвления до цветения составил от 1,79 до 4,13 т/га, а в период цветения – налива бобов – от 5,40 до 4,57 т/га.

Результатирующими показателями оценки сорта при возделывании в конкретных природно-климатических условиях на фоне орошения являются урожайность сои и содержание в зерне белка и жира (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность зерна сортов сои, содержание и сбор белка и масла, среднее за 2019–2021 гг.

Table 7 – Soybean varieties grain yield, protein and oil content and harvest, average for 2019–2021

Сорт	Средняя урожайность, т/га		Содержание, %		Сбор, т/га	
	стандартная влажность (14 %)	абсолютно сухая масса	белок	масло	белок	масло
1	2	3	4	5	6	7
Селекта 201	4,33	3,72	38,21	21,15	1,4	0,8
Селекта 302	4,64	3,99	37,38	22,87	1,5	0,9
СК Веда	4,06	3,49	39,09	20,70	1,4	0,7
СК Оптима	3,96	3,41	39,05	20,92	1,3	0,7
СК Риана	4,66	4,01	39,12	20,76	1,6	0,8
СК Элана	5,34	4,59	40,53	21,57	1,9	1,0
СК Фарта	4,53	3,90	39,48	20,76	1,5	0,8
СК Уника	4,67	4,02	38,90	22,27	1,6	0,9
Л-18-0233	4,89	4,21	41,48	20,08	1,7	0,8
Л-18-0258	3,48	2,99	37,67	22,03	1,1	0,7
Ирбис	4,40	3,78	42,89	18,03	1,6	0,7
Олимпия	4,30	3,70	39,63	20,79	1,5	0,8
Пума	4,09	3,52	42,82	19,34	1,5	0,7
Селена	4,29	3,69	39,05	21,68	1,4	0,8
ВНИИОЗ 86	3,29	2,83	43,37	17,78	1,2	0,5
ВНИИОЗ 12	3,40	2,92	41,31	20,03	1,2	0,6
Волгоградка 1	3,87	3,33	41,67	19,93	1,4	0,7
Волгоградка 2	3,89	3,35	43,72	18,62	1,5	0,6
ВНИИОЗ 31	3,56	3,06	43,95	18,42	1,3	0,6
ВНИИОЗ 76	3,63	3,12	42,01	19,66	1,3	0,6
Альянс	3,41	2,93	41,14	20,54	1,2	0,6

Продолжение таблицы 7

Table 7 continued

1	2	3	4	5	6	7
Билявка	3,20	2,75	40,17	20,28	1,1	0,6
Смуглянка	3,44	2,96	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
Мавка	3,41	2,93	41,30	20,48	1,2	0,6
Аннушка	3,80	3,27	н. д.	н. д.	н. д.	н. д.
Казачка	3,19	2,74	н. д.	н. д.	н. д.	н. д.
Дончанка	3,73	3,21	н. д.	н. д.	н. д.	н. д.
Донская 9 (контроль)	3,84	3,30	41,63	19,83	1,4	0,7
НСР ₀₅ , т/га	0,13	–	1,23	0,89	–	–

Трехлетние исследования позволили установить, что урожайность сортов сои при возделывании на орошаемых землях варьировала от 3,19 до 5,34 т/га. У девяти сортов сои (СК Веда, Пума, Селена, Олимпия, Селекта 201, Ирбис, СК Фарта, Селекта 302, СК Риана, СК Уника, Л-18-0233, СК Элана) уровень урожайности превысил 4,0 т/га. Наилучшим образом свои биологические особенности проявили в условиях орошения сорта СК Риана, СК Уника, Л-18-0233, СК Элана, урожайность которых составила 4,66; 4,67; 4,89 и 5,34 т/га соответственно, а прибавка урожая в сравнении с контрольным сортом Донская 9 составила 21, 22, 27 и 39 % соответственно. Наименьшая урожайность зафиксирована у сортов Казачка, Билявка и ВНИИОЗ 86 – 3,19; 3,20 и 3,29 т/га соответственно.

Качественный состав определяли по содержанию в зерне белка и масла. Содержание белка в абсолютно сухом зерне сои (основной качественный показатель) в зависимости от генетического потенциала сорта и условий возделывания варьировало от 37,4 до 44,0 %. Наибольшее количество белка содержалось у сортов ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 – 43,4; 43,7 и 44,0 %. Менее всего белка содержалось в зерне сортов Селекта 302, Л-18-0258 и Селекта 201 – 37,4; 37,7 и 38,2 % соответственно. При этом сбор белка при абсолютно сухой массе зерна варьировал от 1,1 до 1,9 т/га.

Наибольшее количество белка обеспечивали сорта СК Уника, СК Риана, Иrbис, Л-18-0233, СК Элана.

Содержание масла в зерне сои у исследуемых сортов варьировало от 17,8 до 22,9 %. Наибольшее содержание масла было в зерне сортов Л-18-0258, СК Уника, Селекта 302 – 22,0; 22,3 и 22,9 % соответственно.

Сбор растительного масла у сортов составил 0,5 до 1,0 т/га. Больше всего сбор масла обеспечивали сорта СК Уника, Селекта 302 и СК Элана – 0,9; 0,9 и 1,0 т/га соответственно.

Выводы. Изученные сорта сои, представляющие спектр различных групп спелости – от очень раннего до раннего и до скороспелого срока созревания, по своим биологическим характеристикам подходят для районирования на юге России. Вегетационный период у сортов сои составляет от 100 до 125 дней, требуется для созревания сумма температур от 2365,5 до 2766,9 °С, что позволяет применять их для возделывания в условиях Ростовской области. Трехлетние исследования позволили установить факторы роста, развития и продуктивности сортов сои при возделывании на орошаемых землях. Урожайность сортов сои варьировала от 3,19 до 5,34 т/га. Наиболее полно использовали свой потенциал сорта СК Уника, Л-18-0233, СК Элана, урожайность на которых получена соответственно 4,67; 4,89 и 5,34 т/га. Сбор белка у всех исследуемых сортов варьировал от 1,1 до 1,9 т/га, а наибольший показатель зафиксирован у сортов СК Уника, СК Риана, Иrbис, Л-18-0233 (по 1,6 т/га) и СК Элана (1,9 т/га). Сбор растительного масла у сортов варьировал в пределах 0,5–1,0 т/га. Наибольший результат получен у сортов СК Уника, Селекта 302 и СК Элана – 0,9; 0,9 и 1,0 т/га соответственно.

Список источников

1. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики / В. В. Толоконников, Л. Н. Медведева, Т. С. Кошкарлова, Ю. Г. Оноприенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетско-

го комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4(60). С. 68–79. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06.

2. Dynamics of oil and fatty acid accumulation during seed development in historical soybean varieties / S. Tamagno, J. A. Aznar-Moreno, T. P. Durrett, P. V. V. Prasad, J. L. Rotundo, I. A. Ciampitti // *Field Crops Research*. 2020, Mar. Vol. 248. 107719. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107719>.

3. Жутяева М. Экспорт сои: каковы перспективы России // *Агрофорум* [Электронный ресурс]. 2020. № 5. С. 41–44. URL: <https://www.yumpu.com/ru/document/read/63928532/-no5-2020/41> (дата обращения: 03.06.2022).

4. Шаповалова Н. Соя завоевывает поля Поволжья [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/soja-zavoevyvaet-polja-povolzhja.html?> (дата обращения: 08.06.2022).

5. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т. Зависимость урожайности сои от эколого-агрохимических факторов // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019. № 3. С. 16–18. DOI: 10.31857/S2500-26272019316-18.

6. Котлярова Е. Г., Грицина В. Г. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от уровня удобренности // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 2. С. 25–32. DOI: 10.28983/asj.y2021i2pp25-32.

7. Пути усовершенствования элементов технологии возделывания сои / Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, С. А. Селицкий // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации* [Электронный ресурс]. 2019. № 4(36). С. 100–120. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1020> (дата обращения: 08.06.2022). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-100-120.

8. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe / K. Karges, S. D. Bellingrath-Kimura, C. A. Watson, F. L. Stoddard, M. Halwani, M. Reckling // *European Journal of Agronomy*. 2022, Feb. Vol. 133. 126415. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126415>.

9. Адаптивные высокобелковые сорта сои для возделывания в мелиорированных агроландшафтах Южной и Центральной России / В. В. Толоконников, Г. П. Канцер, Т. С. Кошкарлова, И. В. Кожухов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 4(52). С. 166–170. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-23.

10. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 6(60). С. 9–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.

11. Осин А. А., Осина Е. А. Роль микробиологических удобрений в повышении эффективности симбиотической деятельности, продуктивности и качества семян скороспелого сорта сои Мезенка // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019. № 2(30). С. 84–89. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11095.

12. Демьянова-Рой Г. Б., Панкратов Ю. В., Травкина Т. Н. Особенности накопления фитомассы посевами сои при возделывании сортов дальневосточной селекции в северо-западном регионе России // *Аграрный вестник Нечерноземья*. 2021. № 3(3). С. 6–13. DOI: 10.52025/2712-8679_2021_03_6.

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

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

References

1. Tolokonnikov V.V., Medvedeva L.N., Koshkarova T.S., Onoprienko Yu.G., 2020. *Seleksiya otzyvchivkh na oroshenie sortov soi s obosnovaniem ekonomicheskoy znachimosti*

dlya natsional'noy ekonomiki [Selection of soybean varieties responsible for irrigation with the justification of economic significance for the national economy]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(60), pp. 68-79, DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06. (In Russian).

2. Tamagno S., Aznar-Moreno J.A., Durrett T.P., Prasad P.V.V., Rotundo J.L., Ciampitti I.A., 2020. Dynamics of oil and fatty acid accumulations during seed development in historical soybean varieties. *Field Crops Research*, March, vol. 248, 107719, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107719>.

3. Zhutyayeva M., 2020. *Eksport soi: kakovy perspektivy Rossii* [Export of soybeans: what are the prospects for Russia]. *Agroforum* [Agroforum], no. 5, pp. 41-44, available: <https://www.yumpu.com/ru/document/read/63928532/-no5-2020/41> [accessed 03.06.2022]. (In Russian).

4. Shapovalova N. *Soya zavoeyvaet polya Povolzh'ya* [Soya conquers the fields of the Volga region], available: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/soja-zavoeyvaet-polja-povolzhja.html?> [accessed 08.06.2022]. (In Russian).

5. Sinegovskaya V.T., Naumchenko E.T., 2019. *Zavisimost' urozhaynosti soi ot ekologo-agrokhimicheskikh faktorov* [Influence of ecological and agrochemical factors on the level of soybean yield]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], no. 3, pp. 16-18, DOI: 10.31857/S2500-26272019316-18. (In Russian).

6. Kotlyarova E.G., Gritsina V.G., 2021. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi v zavisimosti ot urovnya udobrennosti* [Photosynthetic activity of soybean varieties depending on the level of fertilization]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 2, pp. 25-32, DOI: 10.28983/asj.y2021i2pp25-32. (In Russian).

7. Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Selitsky S.A., 2019. [Ways of improving the elements of soybean cultivation technology]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 4(36), pp. 100-120, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1020> [accessed 08.06.2022], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-100-120. (In Russian).

8. Karges K., Bellingrath-Kimura S.D., Watson C.A., Stoddard F.L., Halwani M., Reckling M., 2022. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*, vol. 133, 126415, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126415>.

9. Tolokonnikov V.V., Kantser G.P., Koshkarova T.S., Kozhukhov I.V., 2018. *Adaptivnye vysokobelkovye sorta soi dlya vozdel'yvaniya v meliorirovannykh agrolandshaftakh Yuzhnoy i Tsentral'noy Rossii* [Adaptive high-protein soybean varieties for cultivation in reclaimed agrolandscapes of South and Central Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(52), pp. 166-170, DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-23. (In Russian).

10. Vasilchenko S.A., Metlina G.V., 2018. *Vliyanie srokov poseva na produktivnost' sortov soi selektsii ANTS "Donskoy" v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti* [The effect of sowing date on productivity of soybean varieties developed by the ARC "Donskoy" in the south of Rostov region]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 6(60), pp. 9-13, DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13. (In Russian).

11. Osin A.A., Osina E.A., 2019. *Rol' mikrobiologicheskikh udobreniy v povyshenii effektivnosti simbioticheskoy deyatel'nosti, produktivnosti i kachestva semyan skorospelogo sorta soi Mezenka* [The role of microbiological fertilizers in improving the efficiency of symbiotic activity, productivity and seeds quality of the early soybean variety Mezenka]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Grain Legumes and Cereals], no. 2(30), pp. 84-89, DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11095. (In Russian).

12. Demyanova-Roy G.B., Pankratov Yu.V., Travkina T.N., 2021. *Osobennosti nakopleniya fitomassy posevami soi pri vozdeleyvanii sortov dal'nevostochnoy seleksii v severo-zapadnom regione Rossii* [Specific features of phytomass accumulation by soybean crops during the cultivation of varieties of the far eastern plant breeding in the northwestern region of Russia]. *Agrarnyy vestnik Nechernozem'ya* [Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Area], no. 3(3), pp. 6-13, DOI: 10.52025/2712-8679_2021_03_6. (In Russian).

13. *Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. Sorta rasteniy (ofits. izd.)* [State Register of Selection Achievements Approved for Use. Vol. 1. Plant Varieties (official ed.)]. 2021, Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 719 p. (In Russian).

14. Dospekhov B.A., 2012. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow, Book on Demand Publ., 352 p. (In Russian).

Информация об авторах

Г. Т. Балакай – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. Н. Бабичев – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук;

С. А. Селицкий – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

G. T. Balakay – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. N. Babichev – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences;

S. A. Selitskiy – Senior 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 16.06.2022; одобрена после рецензирования 09.08.2022; принята к публикации 09.08.2022.

The article was submitted 16.06.2022; approved after reviewing 09.08.2022; accepted for publication 09.08.2022.