



Оценка пригодности различных сортов сои к возделыванию в условиях Центрального района Нечерноземья РФ

© 2022. А. А. Тевченков¹ ✉, З. С. Федорова²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», г. Краснодар, Российская Федерация,

²Калужский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Калуга, Российская Федерация

В статье представлены данные полевого опыта (2016-2019 гг.) по изучению сортов сои для определения пригодности их возделывания в условиях Калужской области (Центральный район Нечерноземья РФ) и использования в качестве источников хозяйственно полезных признаков для дальнейшей селекции. Объекты исследований – сорта сои российской (Магева, Светлая, Касатка, Малета, Окская, Георгия) и белорусской (Припять и Волма) селекции. Продвижение сои в северные районы страны ограничено периодом вегетации сортов. В ходе наблюдений выявлен источник признака раннеспелости – сорт Касатка с самым коротким периодом вегетации (109 суток, на 10 суток меньше сорта-стандарта Магева). По высоте растений выделены сорта Припять (93,5 см) и Окская (92,7 см). Отмечена устойчивая тенденция к увеличению накопления сухого вещества растениями сортов Малета, Припять и Волма по сравнению с контрольным сортом. Урожайность растений является важнейшим показателем при оценке пригодности сортов сои для зоны возделывания. Установлена тесная корреляционная связь урожайности сортов Светлая и Окская с показателями влагообеспеченности за вегетационный период (сумма осадков и гидротермический коэффициент) ($r = 0,9$). Урожайность сортов белорусской селекции Волма и Припять имеет прямую связь средней тесноты с осадками ($r = 0,5-0,7$) и ГТК ($r = 0,4-0,6$), что свидетельствует о возможности их возделывания в Нечерноземье. Самым урожайным в среднем за годы исследований (2,0 т/га, на 21 % выше стандарта) отмечен сорт Припять белорусской селекции, который может служить источником признака повышенной урожайности в селекции сои.

Ключевые слова: вегетационный период, полевая всхожесть, высота растений, урожайность, корреляционная связь, хозяйственно полезные признаки

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» (тема № 0528(0767)-2019-0088).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тевченков А. А., Федорова З. С. Оценка пригодности различных сортов сои к возделыванию в условиях Центрального района Нечерноземья РФ. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(6):796-804. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804>

Поступила: 16.08.2022

Принята к публикации: 30.11.2022

Опубликована онлайн: 16.12.2022

Evaluation of suitability of different soybean varieties for cultivation in the conditions of the Central part of the Non-Chernozem region of the Russian Federation

© 2022. Alexander A. Tevchenkov¹ ✉, Zoya S. Fedorova²

¹V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar, Russian Federation,

²Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Kaluga, Russian Federation

The article provides the data of the field experiment (2016-2019) on studying soybean varieties in order to determine their suitability for cultivation in Kaluga region (the central part of the Non-Chernozem region of the Russian Federation) and their use as a source of agronomic traits for further breeding work. The objects for the research were the soybean varieties of Russian (Mageva, Svetlaya, Kasatka, Maleta, Okskaya, Georgia) and Belarusian (Pripyat and Volma) breeding. Cultivation of soybean varieties in the northern regions of the country is limited due to the short growing season. During the research, the source of early ripening trait has been identified – Kasatka variety had the shortest vegetation period (109 days, 10 days less than Mageva standard variety). According to the plant height Pripyat (93.5 cm) and Okskaya (92.7 cm) varieties have been noted. In comparison to the control, Maleta, Pripyat and Volma varieties showed a steady dynamics towards dry matter accumulation increase. Plant yield index is the most important indicator in assessing soybean varieties genotype

suitability for the certain cultivation area. A close correlation has been established between Svetlaya and Okskaya varieties yield indices and moisture availability indicators during the growing season (the amount of precipitation and the hydrothermal coefficient) ($r = 0.9$). The yield of the Belarusian Volma and Pripyat varieties showed a strong correlation between the average density and precipitation ($r = 0.5-0.7$) and HTC ($r = 0.4-0.6$), which proved the possibility of their cultivation in the Non-Chernozem region. On average over the research Pripyat variety has been the most productive one (2.0 t/ha, 21 % higher than the standard), which makes it useful as a source for increased productivity trait in soybean breeding.

Keywords: *vegetation season, field germination, plant height, yield, correlation, agronomic traits*

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops (theme No. 0528(0767)-2019-0088).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Tevchenkov A. A., Fedorova Z. S. Evaluation of suitability of different soybean varieties for cultivation in the conditions of the Central part of the Non-Chernozem region of the Russian Federation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(6):796-804. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804>

Received: 16.08.2022 Accepted for publication: 30.11.2022 Published online: 16.12.2022

Соя – культура известная с глубокой древности, на сегодняшний день является одной из наиболее распространенных белково-масличных культур в мире. Обладая адаптивностью к различным условиям выращивания, произрастает на всех континентах нашей планеты, кроме Антарктиды. В мировом земледелии общая площадь, занятая соей, достигает 120 млн га при средней урожайности 2,6 т/га зерна. В Российской Федерации отмечается увеличение площадей под соей, и по итогам 2021 г. она составила 3,07 млн га при средней урожайности 1,68 т/га [1].

В Нечерноземной зоне России соя пока относится к малораспространенным культурам, но имеются большие перспективы развития её производства в Московской, Тверской, Рязанской, Смоленской, Ивановской, Владимирской и Ярославской областях [2]. В настоящее время созданы и рекомендованы к возделыванию в Калужской области сорта сои [3], но продвижение культуры идет медленно по ряду причин.

Возделывание сои в Калужской области связано с адаптацией к стрессовым условиям – пониженным температурам и напряженности инсоляции, повышенной кислотности почв, частым возвратом весенних и ранним наступлением осенних заморозков и многим другим факторам [4]. Аграрии области увеличивают посевные площади под данную культуру, но её урожайность остаётся пока невысокой.

Продуктивность растений сои подвержена значительным колебаниям, что связано

с их высокой реакцией на изменения условий внешней среды. Реализация биологического потенциала продуктивности сортов сои зависит от их адаптации к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам. Только селекционным путем, используя богатый генофонд этой культуры, можно создать сорта, удовлетворяющие требованиям производства конкретного региона [5, 6].

Научно-исследовательские работы по изучению сои в Калужской области были начаты ещё в 1987 г. на опытном поле Калужского филиала Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева. Изучались сорта коллекции ВИР в сравнении с сортами Рязанского НИПТИ АПК. Было оценено около 400 скороспелых форм и сортов сои отечественной и зарубежной селекции. Отобранные формы имели как положительные, так и отрицательные признаки¹.

Цель исследований – изучение сортов сои отечественной и зарубежной селекции для определения пригодности их возделывания в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ и использования в качестве источников хозяйственно полезных признаков для дальнейшей селекции.

Научная новизна – выделение сортов сои в качестве источников хозяйственно полезных признаков для их последующего использования в практической селекции в качестве родительских форм при выведении новых сортов, пригодных для промышленного возделывания в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ.

¹Федорова З. С. Влияние регуляторов роста на симбиотическую активность и семенную продуктивность сои: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2000. 131 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15881032>

Материал и методы. Полевые опыты по изучению сортов сои проводили в 2016-2019 гг. в Спас-Деменском районе Калужской области в географическом пункте 54°41' северной широты, 34°02' восточной долготы. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0-20 см): слабокислая реакция среды ($pH_{\text{сол}} = 5,2$); содержание гумуса (по Тюрину) – 1,6 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 100 мг/кг почвы, обменного калия (по Кирсанову) – 65 мг/кг почвы, азота легкогидролизующего (по Тюрину) – 50 мг/кг почвы.

Погодные условия в годы проведения исследований различались, но вполне подходили для роста и развития изучаемых сортов сои в условиях Калужской области. В 2016 и 2017 гг. за вегетационный период среднесуточная температура воздуха была выше средних многолетних данных на 1,4-2,4 °С, количество осадков – в 2 раза выше нормы. Гидротермические условия вегетации в 2018 г. были близки к среднемноголетней норме.

Вегетационный период 2019 г. по температурному режиму мало отличался от средних многолетних данных, но осадков выпало почти в 2 раза больше.

Объектами исследований служили скороспелые и среднеспелые сорта сои: Магева, Светлая, Касатка, Малета, Окская и Георгия (Россия, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»), Припять и Волма (Беларусь, ООО «Соя-Север Ко»). Все изучаемые сорта различались по морфологическим признакам, характеру роста и развития, продолжительности прохождения фенотипа.

Испытания сортов осуществлялись по общепринятым методикам². Посев проводили механизировано в оптимальные сроки для Центральных областей Нечерноземной зоны, норма высева 500 тыс. всхожих семян на гектар при ширине междурядий 15 см.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием алгоритмов вычисления выборочных средних, коэффици-

ентов вариации (V , %), прямолинейной корреляции Пирсона (r) в изложении Б. А. Доспехова³.

Результаты и их обсуждение. Продолжительность вегетационного периода – это один из основных и важных признаков, определяющих возможность возделывания сорта в различных агроклиматических условиях [7, 8, 9].

Соя в Центральном Нечерноземье – интродуцируемая культура и продолжительность вегетационного периода имеет решающее значение для её возделывания за пределами естественного ареала [10, 11, 12].

В наших исследованиях самый короткий период вегетации (в среднем за 4 года) при различных погодных условиях отмечали у сорта Касатка – 109 суток, что на 10 суток меньше в сравнении со стандартным Магева. Самый продолжительный период вегетации выявлен у сортов Малета, Окская, Припять и Волма – 129 суток, у Светлая и Георгия на уровне контроля (119 сут).

Особенности погодных условий по годам исследований оказывали влияние на растения сои. В период «всходы-цветение» происходит рост и развитие в основном вегетативных органов, способствующих накоплению общей биомассы растений. В наших исследованиях этот период изменялся от 38 до 47 суток. Наименьшая продолжительность периода «всходы-цветение» была у сорта Касатка – 38 суток, что на 4 суток меньше в сравнении со стандартом (сорт Магева).

В генеративный период развития растения сои формируют репродуктивные органы – бобы и семена. Адаптацию культуры к зонам возделывания обеспечивают время цветения и созревания [13]. Продолжительность этого периода у изучаемых сортов сои, в среднем за годы исследований, варьировала от 71 до 82 суток.

Сорт Касатка имел самый короткий период вегетации и может быть источником признака раннеспелости, что также отмечено в работе [14].

Полевую всхожесть и сохранность растений к уборке сортов сои учитывали в фазу полных всходов и перед уборкой урожая (табл. 1).

²Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, В. Ф. Баранов [и др.]. Под общ. ред. В. М. Лукомца. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2010. 327 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21792553>; Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т., Кобозева Т. П. Методы исследований в полевых опытах с соей: учебно-методическое пособие. Благовещенск: ООО «ИПК «ОДЕОН», 2016. 115 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25852691>

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

*Таблица 1 – Полевая всхожесть сортов сои и сохранность растений к уборке (в среднем за 2016-2019 гг.) /
Table 1 – Field germination of soybean varieties and plant viability to the harvest period (average for 2016-2019)*

<i>Copm / Variety</i>	<i>Число растений, тыс. шт/га / Number of plants, thousand pcs/ha</i>		<i>Полевая всхожесть, % / Field germination, %</i>	<i>Сохранность, % / Viability, %</i>
	<i>начало вегетации / the beginning of vegetation</i>	<i>конец вегетации / end of vegetation</i>		
Магева – ст. / Mageva – st.	409	375	81,9	75,0
Светлая / Svetlaya	408	373	81,5	74,6
Касатка / Kasatka	412	377	82,4	75,4
Малета / Maleta	417	381	83,4	76,2
Окская / Okskaya	394	361	78,9	72,2
Геоργия / Georgia	401	367	80,3	73,4
Припять / Pripyat	406	378	81,1	75,6
Волма / Volma	407	379	81,4	75,8
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	24,4	22,4	-	-

Примечание: норма высева – 500 тыс. всх. семян на гектар /
Note: seeding rate – 500 thousand germinated seeds per hectare.

В разные годы исследований густота стояния растений несколько изменялась, но в среднем, в фазе «полные всходы» из 500 тыс. всх. семян, высеянных на гектар, проросло около 400 тыс., в среднем полевая всхожесть составляла 81 %, что является хорошим показателем для всех сельскохозяйственных культур. К уборке урожая, после воздействия на посеvy сои многочисленных биотических и абиотических факторов, оставалось, в среднем, 370 тыс. растений на гектар.

Чаще всего полевая всхожесть положительно коррелирует с сохранностью растений [15]. Все изучаемые сорта показали почти одинаковую сохранность растений к уборке. В целом, полевая всхожесть семян сои по сортам (78,9-83,4 %) и сохранность растений перед уборкой (72,2-76,2 %) в 4-летних исследованиях оставались достаточно высокими.

Высота растений сои считается одним из основных признаков, который определяет технологичность сортов и пригодность к механизированному возделыванию. Отмечено, что высота растений у сои связана с продолжительностью её вегетации. У среднеспелых сортов обычно формируется более высокий главный стебель по сравнению со скороспелыми (табл. 2).

Максимальная высота растений в фазе третьего тройчатосложного листа у сорта Окская составила 35 см, что выше контроля на 8 см. У остальных сортов высота превы-

шала стандарт на 2,9-6,0 см. Самым низкорослым в этот период отмечен сорт Касатка – 25,0 см, что ниже высоты стандартного сорта Магева на 2,1 см.

Аналогичная зависимость наблюдалась в фазе «цветение»: максимальная высота растений, превышающая стандарт на 12,9 см, была выявлена у сорта Окская, минимальная – у сорта Касатка.

В фазе «формирование бобов» самыми высокорослыми были сорта Припять (93,5 см) и Окская (92,7 см), которые превышали стандартный сорт Магева на 20,1 и 19,3 см соответственно.

Исследования по изучению высоты растений сортов сои отечественной и белорусской селекций показали, что самым короткостебельным выделился сорт Касатка, самыми высокорослыми – Припять и Окская. Остальные изучаемые сорта следует отнести к среднестебельным, по высоте они были близки, или немного превышали стандартный сорт Магева.

Уровень развития растений сортов сои в наибольшей мере обусловлен накоплением сухого вещества, что является конечным результатом их взаимодействия с факторами внешней среды и позволяет судить об условиях роста и развития. В наших опытах накопление растениями сухого вещества увеличивалось в течение всей вегетации, и максимальные значения отмечены в фазу «образование бобов» (табл. 3).

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: РАСТЕНИЕВОДСТВО / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT GROWING

Таблица 2 – Динамика высоты растений сортов сои по фазам роста и развития, см /
Table 2 – Dynamics of soybean varieties plant height by phases of growth and development, cm

Фаза / Phase	Год / Year	Магева – стандарт / Mageva – standart	Светлая / Svetlaya	Касатка / Kasatka	Малета / Maleta	Окская / Okskaya	Георгия / Georgia	Припять / Pripyat	Волма / Volma
3-й тройчатосложный лист / 3rd tricomound leaf	2016	25,9	29,2	24,2	32,4	34,1	31,8	32,5	31,4
	2017	23,8	29,2	25,4	31,1	34,8	30,0	32,1	31,0
	2018	29,6	29,0	26,1	35,1	36,9	27,2	35,5	34,1
	2019	29,2	32,4	24,1	30,7	34,0	30,4	33,0	31,6
	Среднее / Average	27,1	30,0	25,0	32,3	35,0	29,9	33,3	32,0
Цветение / Flowering	2016	38,9	43,8	36,3	48,6	51,2	47,7	48,8	47,1
	2017	39,7	48,8	42,4	52,6	58,8	50,1	57,8	55,8
	2018	52,7	51,6	46,5	62,5	65,7	48,4	63,2	60,7
	2019	43,8	48,6	48,6	46,1	51,0	45,6	49,5	47,4
	Среднее / Average	43,8	48,2	43,4	52,4	56,7	48,0	54,8	52,7
Образование бобов / Bean formation	2016	64,1	72,3	59,9	80,2	84,4	78,7	80,4	77,7
	2017	67,6	82,9	72,1	86,7	97,0	85,2	98,2	94,9
	2018	89,6	87,8	83,6	103,1	105,4	87,1	113,7	109,3
	2019	72,3	80,2	59,6	76,0	84,2	75,2	81,7	78,2
	Среднее / Average	73,4	80,8	68,8	86,5	92,7	81,6	93,5	90,0

Таблица 3 – Динамика накопления сухого вещества (в среднем за 2016-2019 гг.), т/га /
Table 3 – Dynamics of dry matter accumulation (average for 2016-2019), t/ha

Сорт / Variety	Фаза роста и развития / Growth and development phase		
	3-й тройчатосложный лист / 3rd tricomound leaf	цветение / flowering	образование бобов / bean formation
Магева – ст. / Mageva – st.	0,76	1,53	1,86
Светлая / Svetlaya	0,77	1,53	1,86
Касатка / Kasatka	0,76	1,52	1,85
Малета / Maleta	0,80	1,60	1,97
Окская / Okskaya	0,76	1,52	1,84
Георгия / Georgia	0,75	1,54	1,83
Припять / Pripyat	0,83	1,65	2,02
Волма / Volma	0,82	1,64	2,00
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,24	0,29	0,31

У растений сортов Малета, Припять и Волма во все фазы роста и развития отмечается тенденция к повышенному накоплению сухого вещества в сравнении со стандартом.

Заключительным этапом оценки и выделения генотипов сои в почвенно-климатических и эколого-географических условиях Нечерно-

зёмной зоны РФ на широте 54° для их дальнейшего включения в селекционный процесс является анализ их урожайности (табл. 4).

Учеты урожайности изучаемых сортов сои в течение четырёх лет, которые различались по метеоусловиям, позволили нам сделать нижеследующие выводы.

Таблица 4 – Урожайность сортов сои в условиях Калужской области на широте 54° /
Table 4 – Productivity of soybean varieties in the conditions of the Kaluga region at a latitude of 54°

Сорт / Variety	Урожайность, т/га / Yield, t/ha				Среднее, т/га / Average, t/ha	Отклонение от стандарта / Deviation from the standard		Коэффициент вариации, V, % / Coefficient of variation, V, %
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.		т/га / t/ha	%	
Магева – ст. / Mageva – st.	1,81	1,61	1,65	1,54	1,65	-	-	9,0
Светлая / Svetlaya	1,84	1,58	1,74	1,64	1,70	0,05	3,0	12,3
Касатка / Kasatka	1,50	1,49	1,71	1,61	1,57	-0,08	-4 8	15,7
Малета / Maleta	2,10	1,68	1,78	1,72	1,82	0,17	10,3	11,4
Окская / Okskaya	2,30	1,54	1,77	1,69	1,86	0,21	12,7	19,8
Георгия / Georgia	2,33	1,54	1,86	1,75	1,87	0,22	13,3	17,3
Припять / Pripyat	2,51	1,69	1,99	1,81	2,00	0,35	21,2	17,0
Волма / Volma	2,23	1,66	1,99	1,72	1,90	0,25	15,3	16,2
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,18	0,20	0,25	0,19	-	-	-	-

В 2016 году определили, что достоверно наименьшую урожайность сформировал сорт Касатка, у сорта Светлая она была на уровне стандарта. Остальные изучаемые сорта сои по урожайности существенно превосходили его (+0,29-0,70 т/га), максимальную урожайность сформировал сорт Припять.

В 2017 году урожайность всех изучаемых сортов получена ниже, чем в 2016 г., так как в начале вегетации (в мае-июне) растениям существенно недоставало тепла, температура была ниже климатической нормы на 1,5-2,1 °С при избыточном количестве осадков, превышающем климатическую норму в 1,8-3,1 раза. Повышенная урожайность относительно контроля выявлена у сортов Малета, Волма и Припять, но превышение было несущественным.

В более благоприятном по метеоусловиям 2018 году урожайность всех изучаемых сортов была выше, чем у сорта-стандарта Магева, но существенное превышение (+0,34 т/га) отмечено у сортов Припять и Волма. В 2019 году наблюдали такую же закономерность, достоверно превысили урожайность стандарта сорта Георгия и Припять (+0,21...0,27 т/га).

В сложившихся погодных условиях 2016-2019 гг. коэффициент вариации урожайности изучаемых сортов изменялся от 9,0-11,4 % (Магева и Малета) до 17,0-19,8 % (Припять, Георгия и Окская). Сорта с большей вариабельностью сформировали более высокую среднюю урожайность по сравнению с сортом-стандартом.

При оценке урожайности изучаемых сортов, в среднем за 4 года, самую высокую урожайность (на 21,2 % выше стандарта) показал сорт белорусской селекции Припять, который может служить источником признака повышенной урожайности в селекции сои для Нечерноземья на широте 54°. Сорта Малета, Окская, Волма и Георгия сформировали урожай семян выше стандарта на 10-15 %, сорт Светлая – на уровне сорта-стандарта Магева, сорт Касатка – ниже стандарта.

Для оценки реакции изучаемых сортов сои на особенности агрометеорологических условий Нечерноземья провели корреляционный анализ (табл. 5 и 6).

Длительность прохождения вегетативного и генеративного периодов, формирования элементов продуктивности и зерновой урожайности растений сои зависит от сумм активных температур воздуха. Результаты корреляционного анализа выявили сильную зависимость урожайности сорта Малета в годы проведения исследований от сумм активных температур в вегетативный период ($r = 0,9$), что свидетельствует о высокой требовательности сорта к условиям теплообеспеченности в ранние сроки развития (табл. 5).

В то же время сорт сои Малета – это единственный сорт, который показал обратную сильную связь ($r = -0,9$) урожайности с суммой активных температур в генеративный период, когда в регионах Нечерноземной зоны для сои может не хватать тепла.

*Таблица 5 – Коррелятивная зависимость урожайности сортов сои от сумм активных температур по периодам вегетации в условиях Калужской области (2016-2019 гг.) /
Table 5 – Correlative dependence of soybean variety yield on the sums of active temperatures during the growing seasons in the conditions of the Kaluga region (2016-2019)*

<i>Copm / Variety</i>	<i>Период / Period</i>		
	<i>вегетативный / vegetative</i>	<i>генеративный / generative</i>	<i>вегетационный / vegetation</i>
Магева – ст. / Mageva – st.	0,1	0,4	0,5
Светлая / Svetlaya	0,3	-0,5	-0,6
Касатка / Kasatka	-0,3	-0,2	-0,4
Малета / Maleta	0,9	-0,9	-0,1
Окская / Okskaya	-0,4	-0,1	-0,1
Геоργия / Georgia	-0,7	0,4	0,3
Припять / Pripyat	-0,6	0,2	0,1
Волма / Volma	-0,8	0,4	0,2

В вегетативный период развития сои сильная обратная зависимость урожайности от сумм активных температур отмечена у сорта Волма ($r = -0,8$), средняя – у сортов Припять ($r = -0,6$) и Геоργия ($r = -0,7$).

Урожайность сорта Касатка в условиях Калужской области по периодам вегетации слабо зависела от сумм активных температур, поэтому он наиболее приспособлен к агроклиматическим условиям Нечерноземной зоны, что также отмечается в работе авторов [3].

*Таблица 6 – Коэффициенты корреляции между урожайностью сортов сои и агрометеорологическими показателями вегетации (Калужская область, 2016-2019 гг.) /
Table 6 – Correlation coefficients (r) between soybean variety yield and agrometeorological indices of vegetation (Kaluga region, 2016-2019)*

<i>Copm / Variety</i>	<i>Сумма осадков, мм / The amount of precipitation, mm</i>	$\sum t > 10 \text{ }^\circ\text{C}$	<i>ГТК / Hydrothermal coefficient</i>
Магева – ст. / Mageva – st.	0,1	-0,9	0,3
Светлая / Svetlaya	0,9	-0,7	0,9
Касатка / Kasatka	-0,6	-0,4	-0,5
Малета / Maleta	-0,7	0,0	-0,6
Окская / Okskaya	0,9	0,1	0,8
Геоργия / Georgia	0,6	0,3	0,4
Припять / Pripyat	0,7	0,0	0,6
Волма / Volma	0,5	0,2	0,4

При вычислении коэффициента прямолинейной корреляции Пирсона (r) между урожайностью сортов Светлая и Окская и показателями влагообеспеченности (сумма осадков и ГТК) вегетационного периода за 2016-2019 гг. была установлена тесная корреляционная

зависимость (в ранее проведенных исследованиях В. К. Храмого и Т. Д. Сихарулидзе по изучению температурного режима на урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья было установлено отсутствие прямой зависимости между температурой воздуха в период генеративного развития сои и урожаем семян [16]. Корреляционный анализ между урожайностью изучаемых сортов сои в наших исследованиях также подтверждает отсутствие прямой зависимости между этими показателями (табл. 6).

зависимость ($r = 0,8-0,9$) в отличие от стандартного сорта.

Корреляционная связь средней тесноты отмечена у сортов Геоργия ($r = 0,6$) и Припять ($r = 0,7$). Урожайность сорта Малета, в целом за вегетацию, связана с величиной осадков

($r = -0,7$) и ГТК ($r = -0,6$) обратной корреляционной зависимостью средней степени, что говорит об устойчивости сорта к недостатку влаги.

У менее восприимчивого к изменениям погоды сорта Касатка выявлена отрицательная корреляционная зависимость урожайности с агрометеорологическими показателями в течение вегетационного периода.

Заключение. Проведенные исследования выявили сорта со средней степенью зависимости урожайности от осадков и ГТК, как наиболее пригодные к возделыванию в условиях Калужской области (Центральный район Нечерноземной зоны РФ): Волма и Припять (Беларусь), Георгия и Касатка (РФ).

Возделывание сортов Светлая и Окская (РФ) возможно в условиях обеспеченности вегетации достаточным количеством тепла и влаги ($r = 0,8-0,9$), сорта Малета (РФ) – в засушливых условиях, исходя из обратной зависимости его урожайности от осадков ($r = -0,7$) и ГТК ($r = -0,6$).

Выделены сорта с хозяйственно полезными признаками для включения в селекционный процесс в качестве родительских форм: Касатка с самым коротким периодом вегетации (109 дней) – источник раннеспелости; Припять и Окская с максимальной высотой (93,5 и 92,7 см соответственно) – источники высокорослости; Припять с урожайностью семян на уровне 2,0 т/га (на 21,2 % выше стандарта) – источник повышенной урожайности.

Список литературы

1. Синеговский М. О. Роль правовой защиты новых сортов сои в современных условиях. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022;(3):9-12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48559874>
2. Лукомец В. М., Кочегура А. В., Баранов В. Ф., Махонин В. Л. Соя в России – действительность и возможность. Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2013. 99 с.
3. Бельшклина М. Е., Кобозева Т. П., Гуреева Е. В. Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода. Аграрный научный журнал. 2020;(9):4-9. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9>
4. Федоров В. Ф., Федорова З. С. Перспективы интродукции сои в Калужской области. Земледелие. 2006;(6):32-33.
5. Гуреева Е. В. Изучение и подбор исходного материала сои для создания новых сортов. Аграрная наука. 2018;(4):38-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34855839>
6. Гуреева Е. В. Влияние метеорологических условий на хозяйственно ценные признаки сои. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021;(1):28-31. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/1/28-31>
7. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Бочкарев Н. И., Трунова М. В. Адаптивная селекция масличных культур. Теория и практика адаптивной селекции растений (Жученковские чтения VI): сб. научн. тр. мат-лов Международ. научн.-практ. конф. Краснодар: Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина, 2021. С. 22-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47173019>
8. Трунова М. В. Признаки отбора сортов сои в селекционном питомнике в зависимости от продолжительности вегетационного периода. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018;(4(176)):23-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36853193>
9. Зеленцов С. В., Мошненко Е. В., Бубнова Л. А., Зеленцов В. С. Некоторые аспекты устойчивости растений к отрицательным температурам на примере сои и масличного льна. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018;(2(174)):55-70. DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-2-174-55-70>
10. Зеленцов С. В. Методические основы селекционного процесса у сои и его улучшающие модификации во ВНИИМК (обзор). Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2020;(2(182)):128-143. DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-128-143>
11. Гуреева Е. В. Оценка селекционных номеров сои. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019;(1):24-26. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/24-26>
12. Самсалиев А. Б., Самсалиев К. А., Тунгучбаева Р. Н., Намазбекова С. Ш. Новые районированные отечественные сорта сои. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2018;(2):64-69. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34908196>
13. Вишнякова М. А., Сеферова И. В., Самсонова М. Г. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2017;52(5):905-916. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.905rus>
14. Жаркова С. В., Манылова О. В. Формирование густоты стояния растений и урожайности семян сои в условиях Алтайского края. Овощи России. 2021;(6):92-97. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-92-97>
15. Шафигуллин Д. Р., Романова Е. В., Гинс М. С., Пронина Е. П., Гинс В. К. Оценка и подбор исходного материала для селекции сои на хозяйственно ценные признаки в условиях Центрального района Европейской части России. Овощи России. 2016;(2):28-32. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-28-32>
16. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К. Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017;(4):32-39. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30538587>

References

1. Sinegovskiy M. O. The role of legal protection of new soybean varieties in current conditions. *Vestnik rossiyской sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2022;(3):9-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48559874>
2. Lukomets V. M., Kochegura A. V., Baranov V. F., Makhonin V. L. Soybean in Russia – reality and possibility. Krasnodar: *VNI maslichnykh kul'tur im. V. S. Pustovoyta*, 2013. 99 p.
3. Belyshkina M. E., Kobozeva T. P., Gureeva E. V. Growth and development of soybean varieties of the northern ecotype depending on the influence of limiting factors of the growing season. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2020;(9):4-9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.v2020i9pp4-9>
4. Fedorov V. F., Fedorova Z. S. Prospects for the introduction of soybeans in the Kaluga region. *Zemledelie*. 2006;(6):32-33. (In Russ.).
5. Gureeva E. V. Study and selection of soy initial material for the development of new varieties. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2018;(4):38-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34855839>
6. Gureeva E. V. Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy na khozyay-stvenno tsennyye priznaki soi. *Vestnik rossiyской sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2021;(1):28-31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/1/28-31>
7. Lukomets V. M., Zelentsov S. V., Bochkarev N. I., Trunova M. V. Adaptive breeding of oil crops. Theory and practice of adaptive plant breeding (Zhuchenkov readings VI): Collection of Proceedings of the International scientific and practical Conference. Krasnodar: *Kubanskiy GAU imeni I. T. Trubilina*, 2021. pp. 22-25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47173019>
8. Trunova M. V. Traits for soybean selection in a breeding nursery depending on duration of the vegetative period. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' Vserossiyского nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2018;(4(176)):23-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36853193>
9. Zelentsov S. V., Moshnenko E. V., Bubnova L. A., Zelentsov V. S. Some aspects of plant resistance to negative temperatures on an example of soybean and oil flax. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' Vserossiyского nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2018;(2(174)):55-70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-2-174-55-70>
10. Zelentsov S. V. Methodological fundamentals of the breeding process in soybean and its improving modifications at VNIIMK (review). *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' Vserossiyского nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2020;(2(182)):128-143. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-128-143>
11. Gureeva E. V. assessment of soybean selection numbers. *Vestnik rossiyской sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2019;(1):24-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/24-26>
12. Samsaliev A. B., Samsaliev K. A., Tunguchbaeva R. N., Namazbe-kova S. Sh. The new native varieties of the soybeans. *Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina*. 2018;(2):64-69. (In Kyrgyzstan). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34908196>
13. Vishnyakova M. A., Seferova I. V., Samsonova M. G. Genetic sources required for soybean breeding in the context of new biotechnologies (review). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2017;52(5):905-916. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.905rus>
14. Zharkova S. V., Manylova O. V. Formation of plants density and seed yield of soybean varieties in Altai Krai. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable crops of Russia. 2021;(6):92-97. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-6-92-97>
15. Shafigullin D. R., Romanova E. V., Gins M. S., Pronina E. P., Gins V. K. Evaluation and selection of different varieties and lines of soybean for breeding for valuable traits in the central European part of Russia. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable crops of Russia. 2016;(2):28-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-28-32>
16. Sikharulidze T. D., Khramov V. K. Effect of temperature mode on vegetation period length and soybean yield in the Central non-black soil zone. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2017;(4):32-39. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30538587>

Сведения об авторах

✉ **Тевченков Александр Андреевич**, младший научный сотрудник отдела технологий возделывания рапса и других сельскохозяйственных культур, Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», Боевой проезд, д. 26, г. Липецк, Липецкая область, Российская Федерация, 398037, e-mail: info@lniir.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-5558>, e-mail: 79066414882@yandex.ru

Федорова Зоя Степановна, кандидат с.-х. наук, доцент, Калужский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», ул. Вишневого, д. 27, г. Калуга, Калужская область, Российская Федерация, 248007, e-mail: directorat@kaluga.timacad.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6939-1853>

Information about authors

✉ **Alexander A. Tevchenkov**, junior researcher, the Department of Rapeseed and Other Crops Cultivation Technologies, Lipetsk Rapeseed Research Institute – Branch of V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Bolevoy proezd, 26, Lipetsk, Lipetsk region, Russian Federation, 398037, e-mail: info@lniir.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-5558>, e-mail: 79066414882@yandex.ru

Zoya S. Fedorova, PhD in Agricultural Science, associate professor, Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Vishnevsky st., 27, Kaluga, Kaluga region, Russian Federation, 248007, e-mail: directorat@kaluga.timacad.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6939-1853>

✉ – Для контактов / Corresponding author