

Научная статья  
УДК 633. 853.52:631.559(470.630)  
doi: 10.28983/asj.y2022i3pp51-54

### Влияние метеорологических факторов на урожайность и качество зерна сортов сои, относящихся к различным группам спелости в условиях Ставропольской возвышенности

Ольга Георгиевна Шабалдас<sup>1</sup>, Константин Игоревич Пимонов<sup>2</sup>, Александр Николаевич Есаулко<sup>1</sup>, Оксана Петровна Григорьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, Россия, shabaldas-olga@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», Ростовская обл., п. Персиановский, Россия, konst.pimonov @yandex.ru

**Аннотация.** Соя является уникальной зернобобовой культурой, зерно которой используется перерабатывающей промышленностью для производства белкового концентрата, растительного жира, биотоплива и концентрированного корма. Опыты закладывались в 2008–2011 и 2017–2019 гг. на опытной станции ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Высеивались сорта сои: скороспелые – Лира (St<sub>1</sub>), Селекта 101; раннеспелые – Дуар (St<sub>2</sub>), Селекта 201; среднеспелые – Вилана (St<sub>3</sub>), Селекта 302. В условиях Ставропольской возвышенности продолжительность вегетационного периода сои скороспелой группы от всходов до созревания бобов составила 106 дней, раннеспелой – 119, среднеспелой – 130 дней. Наибольшая зависимость урожайности зерна сои от метеорологических условий была в июле – на 71,6 %. В августе зависимость урожайности снижалась, но все еще была заметна. Урожайность на 51,5 % определялась влиянием суммы выпавших осадков и суммы активных температур больше 10 °С. Урожайность зерна сои варьировала: у скороспелых сортов – от 1,49 до 1,52 т/га, раннеспелых – от 1,70 до 1,78 т/га, среднеспелых – от 1,64 до 1,77 т/га. Самое качественное зерно было получено при выращивании раннеспелого сорта Дуар (St<sub>2</sub>), содержание сырого протеина составило 41,3 %, а растительного жира – 22,3 %. При выращивании этого сорта было получено 0,662 т/га растительного белка и 0,357 т/га растительного жира.

**Ключевые слова:** соя; вегетационный период; сумма осадков; сумма активных температур; ГТК; урожайность зерна; сбор белка; сбор растительного жира.

**Для цитирования:** Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Есаулко А. Н., Григорьева О. П. Влияние метеорологических факторов на урожайность и качество зерна сортов сои, относящихся к различным группам спелости в условиях Ставропольской возвышенности // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 51–54. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp51-54>.

AGRONOMY

Original article

### The influence of meteorological factors on the yield and grain quality of soybean varieties belonging to different groups of ripeness in the conditions of the Stavropol upland

Olga G. Shabaldas<sup>1</sup>, Konstantin I. Pimonov<sup>2</sup>, Alexander N. Esaulko<sup>1</sup>, Oksana P. Grigoryeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Stavropol State Agrarian University", Stavropol, Russia, shabaldas-olga@mail.ru

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donskoy State Agrarian University", Rostov region, P. Persianovsky, Russia, konst.pimonov@yandex.ru

**Abstract.** Soy is a unique leguminous crop, the grain of which is used by the processing industry for the production of protein concentrate, vegetable fat, biofuels, and concentrated feed. The experiments were laid in 2008-2011 and 2017-2019, at the experimental station of the Stavropol State Agrarian University. Soybean varieties were sown: precocious - Lira (St<sub>1</sub>) and Selecta 101, early-ripening - Duar (St<sub>2</sub>) and Selecta 201, medium-ripe - Vilana (St<sub>3</sub>) and Selecta 302. In the conditions of the Stavropol upland, the duration of the growing season from germination to the ripening of soybeans in the precocious group was 106 days, early-ripening - 119, middle-ripening - 130 days. The greatest dependence of the grain harvest was in July, the yield by 71.6% was determined by the influence of meteorological conditions. In August, the yield dependence decreased, but is still very noticeable, the yield by 51.5% was determined by the influence of the amount of precipitation and the amount of active temperatures greater than 10 °C. The yield of soybean grain varied in: precocious varieties from 1.49 to 1.52 t/ha, early-ripening - from 1.70 to 1.78 t/ha, medium-ripened - from 1.64 to 1.77 t/ha. The highest quality grain was obtained by growing the early-ripening Duar variety (St<sub>2</sub>), the crude protein content was 41.3%, and vegetable fat - 22.3%. When growing this variety, 0.662 t/ha of vegetable protein and 0.357 t/ha of vegetable fat were obtained.

**Keywords:** soy; growing season; precipitation amount; sum of active temperatures; GTC; grain yield; protein collection; vegetable fat collection.

**For citation:** Shabaldas O. G., Pimonov K. I., Esaulko A. N., Grigoryeva O. P. The influence of meteorological factors on the yield and grain quality of soybean varieties belonging to different groups of ripeness in the conditions of the Stavropol upland. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(3):51–54. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp51-54>.

**Введение.** Решение одной из главных проблем России, обеспечение продовольственной безопасности, должно основываться на выборе сельскохозяйственных культур и технологиях возделывания, учитывающих не только экономические и экологические факторы, но и зональный биоклиматический потенциал. Для устойчивости производства зернобобовых культур необходимо использовать сорта интенсивного типа, выделяющиеся не только продуктивностью, но и качеством зерна [5]. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – универсальная зернобобовая культура. Ее зерно используется для технического производства белкового концентрата, растительного жира, биотоплива, а также концентрированного корма для животных и птицы.

Посевная площадь, занятая для выращивания сои в 2020 г., в мире составила 127,8 млн га, а в России – 2,9 млн га, или 2,1 % в общемировой структуре. Общемировой объем валового сбора зерна сои составил 356,7 млн тонн, а в России – 4,5 млн тонн, что соответствует 1,2 % в общемировом урожае. Урожайность зерна сои в мире – 2,79 т/га. Россия отстает по





урожайности от стран-лидеров почти в 2 раза (1,59 т/га) [10]. Зерно сои сортов российской селекции отличается от аналогичного, получаемого в передовых странах, таких как США, Бразилия, Аргентина, выращивающих генно-модифицированную продукцию [11]. Исследования, проведенные в почвенно-климатических условиях Южного федерального округа на орошении и в богарных условиях, свидетельствуют о том, что наиболее продуктивными являются районированные сорта. Они отзывчивы на элементы интенсивной технологии выращивания (орошение, применение удобрений и регуляторов роста), а также характеризуются адаптированностью к метеострессам. Кроме того, от погодных условий зависят качественные показатели зерна сои, такие как содержание сырого протеина и растительного жира [1, 3, 6, 7, 8].

Целью исследований являлось изучение влияния метеорологических условий на урожайность сортов сои, относящихся к разной группе спелости. Также дана оценка влияния ГТК на урожайность и качество сортов сои, относящихся к скороспелой, раннеспелой и среднеспелой группам, возделываемым в условиях Ставропольской возвышенности.

**Методика исследований.** Исследования проводились в 2008–2011 и 2017–2019 гг. на территории опытной станции ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ, расположенной на Ставропольской возвышенности, на высоте 500–550 м над уровнем моря. Территория полевого севооборота представляет собой слабоволнистую равнину, с крутизной пологого склона около 7°. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса составляет 4,8–5,1%, подвижных форм фосфора – 23–25 мг/кг, обменного калия – 274–295 мг/кг. Реакция почвенного раствора – слабокислая, близкая к нейтральной (рН 6,1–6,3).

В качестве объектов исследования использовались следующие сорта: скороспелый – Лира (St<sub>1</sub>); среднеспелый – Вилана (St<sub>3</sub>) селекции ФНЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта»; раннеспелый – Дуар (St<sub>2</sub>) селекции Армавирской опытной станции – филиала ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта» и Селекта 101 (скороспелый), Селекта 201 (раннеспелый), Селекта 302 (среднеспелый) селекции Селекционно-семеноводческой компании «Соевый комплекс». Перед посевом семена сои обрабатывали ризоторфином (1,2 л/т семян). Посев проводили при достижении физиологической спелости почвы и среднесуточной температуры воздуха больше 10 °С.

Норма высева устанавливалась в соответствии с рекомендациями по технологии возделывания сои: для скороспелых сортов – 0,500, раннеспелых – 0,450 и среднеспелых – 0,400 млн шт. семян на 1 га [9]. Использовалась пневматическая сеялка СН-16П. Размещение опытных делянок – систематическое, повторность – четырехкратная. Общая площадь делянки – 32 м<sup>2</sup>, учетной – 21 м<sup>2</sup>. Посев, учеты, наблюдения, оценка качества продукции, математическая обработка осуществлялись по общепринятым методикам [2, 4]. Уборочную урожайность зерна сои определяли при помощи прямого обмолота (селекционный комбайн Terrion 2010) и пересчете на стандартную (14 %) влажность.

**Результаты исследований.** В среднем за 7 лет исследований, при выращивании в условиях Ставропольской возвышенности, продолжительность периода от всходов до созревания бобов сои у скороспелой группы составила 106, раннеспелой – 119, среднеспелой – 130 дней (табл. 1). В зависимости от погодных условий, колебания продолжительности вегетационного периода у скороспелой группы составили от 98 (2010 г.) до 112 (2017 г.) дней. Вегетационный период раннеспелых сортов Дуар и Селекта 201 продолжался от 112 до 127 дней. Дольше всего (140 дней) вегетировали сорта сои из среднеспелой группы в 2009 г., а самым коротким (121 день) оказался вегетационный период сортов Вилана и Селекта 302 в 2010 г.

Зависимость урожайности сои от метеорологических условий, сложившихся в мае – сентябре, представлено на рис. 1. Анализ данных свидетельствует о том, что в начале вегетационного периода соя не требовательна к величине ГТК, в мае – июне, корреляционная зависимость была умеренная ( $R_2 = 0,14–0,31$ ).

Наибольшая зависимость была отмечена в июле: коэффициент корреляции  $R_2 = 0,7163$ , т.е. урожайность на 71,63 % определялась влиянием метеорологических условий месяца. В августе, с завершением формирования генеративных органов у скороспелой и плодообразованием у раннеспелой и среднеспелой групп, зависимость урожайности снижалась. Однако она была еще весьма заметна (коэффициент корреляции  $R_2 = 0,5149$ ), т.е. урожайность на 51,49 % определялась влиянием суммы выпавших осадков и суммы активных температур больше 10 °С. В сентябре, с завершением вегетационного периода у раннеспелой и среднеспелой групп, величина ГТК на 16,65 % определяла уровень урожайности сои.

В зависимости от погодных условий конкретного года и продолжительности вегетационного периода урожайность зерна сои варьировала: у скороспелых сортов – от 1,49 до 1,52 т/га, раннеспелых – от 1,70 до 1,78 т/га, среднеспелых – от 1,64 до 1,77 т/га (рис. 2). В связи с тем, что наибольшая урожайность была получена при выращивании сортов, относящихся к раннеспелой группе, рассмотрим влияние метеорологического фактора на примере сортов Дуар (St<sub>2</sub>) и Селекта 201. Самым благоприятным для роста и развития сои оказался 2009 г. Урожайность у стандарта (St<sub>2</sub>) составила 2,26 т/га. Сорт Селекта 201 селекции ССК «Соевый комплекс» уступил по урожайности Дуару на 0,23 т/га. Сорта, относящиеся к среднеспелой

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода сортов сои в зависимости от группы спелости, дней

Год	Группа спелости								
	скороспелая			раннеспелая			среднеспелая		
	Лира (St)	Селекта 101	среднее	Дуар (St)	Селекта 201	среднее	Вилана (St)	Селекта 302	среднее
2008	106	102	104	116	115	116	134	132	133
2009	111	109	110	126	123	125	141	140	140
2010	99	97	98	112	112	112	123	119	121
2011	105	103	104	119	117	118	129	126	128
2017	113	111	112	128	125	127	136	131	134
2018	107	104	106	114	112	113	124	121	123
2019	109	106	108	118	120	119	128	130	129
Средняя за 7 лет	107	105	106	119	118	119	131	128	130

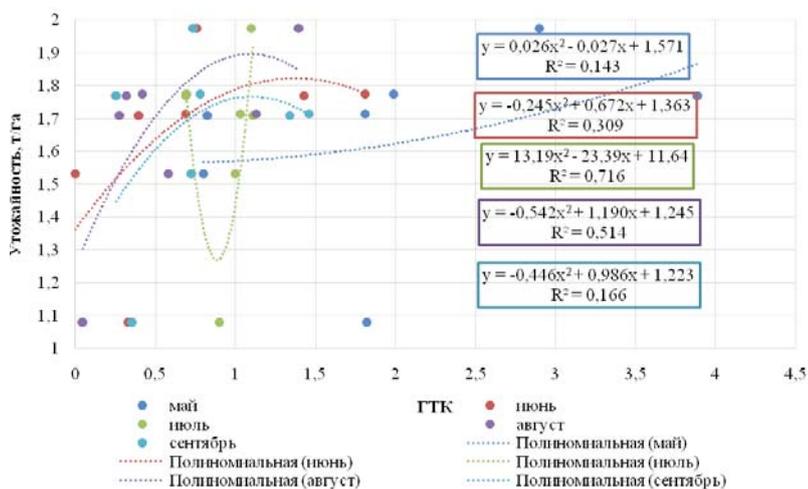


Рис. 1. Влияние метеорологического фактора на урожайность сои, среднее за 2008–2011 и 2017–2019 гг.

ный (2010) годы, сохраняются при выращивании сортов сои, относящихся к разным группам спелости и в другие годы исследований, однако они менее выражены.

Комплексными показателями, позволяющими оценить эффективность выращивания сортов сои, имеющих различную продолжительность вегетационного периода, зависящую от метеорологических факторов конкретного года, могут служить сбор белка и растительного жира. В среднем за 7 лет исследований показатели качества зерна у скороспелых и среднеспелых сортов сои селекции ФНЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта» и Селекционно-семеноводческой компании «Соевый комплекс» были очень близки. У скороспелого сорта Ли́ра ( $St_1$ ) содержание сырого протеина составило 36,3 %, а растительного жира – 20,0 % (рис. 3).

В зерне сои Селекта 101 содержание растительного белка составило 35,1 %, а растительного жира – 20,5 %. У среднеспелых сортов Вилана ( $St_3$ ) и Селекта 302 содержание сырого протеина в зерне составило 37,3–37,5 %, а растительного жира – 21,0–21,2 %. Самое качественное зерно было получено при выращивании раннеспелого сорта Дуар ( $St_2$ ), содержание сырого протеина составило 41,3 %, а растительного жира – 22,3 %. В зерне сои сорта Селекта 201 сырого протеина было меньше на 3,6 %, а растительного жира – на 0,7 %.

С учетом полученной урожайности больше всего растительного белка (0,662 т/га) и растительного жира (0,357 т/га) было получено при выращивании раннеспелого сорта Дуар селекции Армавирской опытной станции – филиала «ФНЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта» (рис. 4). На втором месте оказался среднеспелый сорт Вилана ( $St_3$ ), сбор растительного белка составил 0,594, а растительного жира – 0,334 т/га.

**Заключение.** Исследованиями, проведенными в 2008–2011 и 2017–2019 гг. на опытной станции Ставропольского ГАУ, было установлено, что метеорологические условия конкретного года оказали существенное влияние на продолжительность вегетационного периода сортов сои. Колебания у скороспелых сортов составили от 98 до 112 дней, раннеспелых – от 112 до 127 дней и среднеспелых – от 121 до 140 дней.

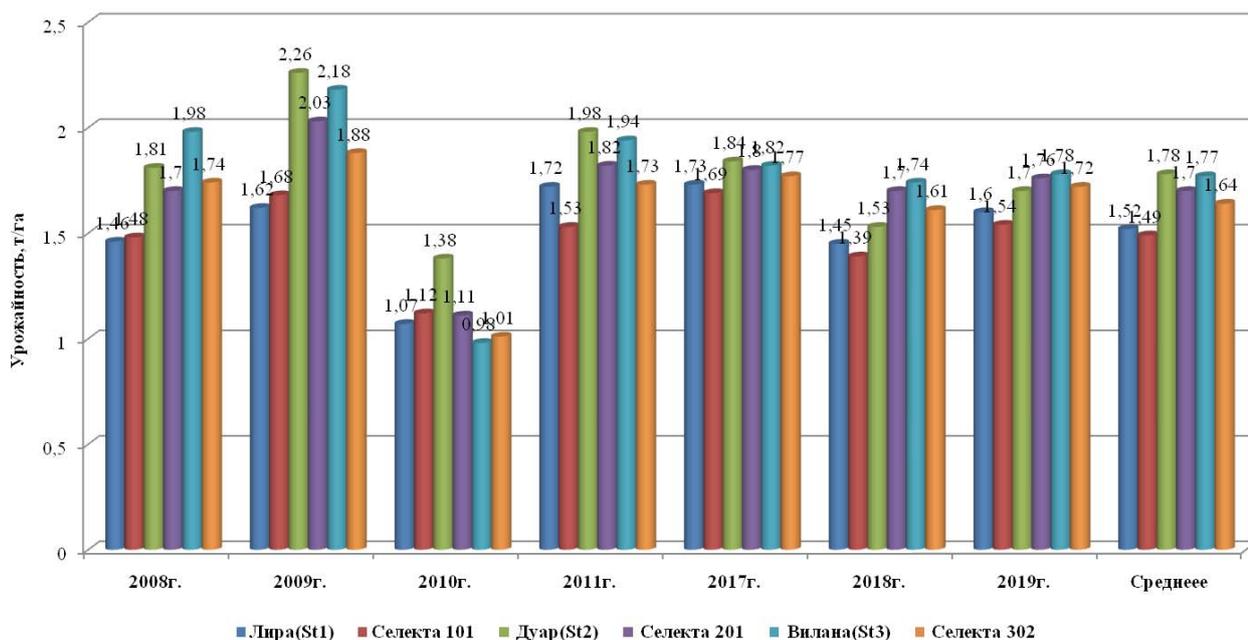


Рис. 2. Урожайность сортов сои, т/га, средняя за 2008–2011 и 2017–2019 гг. НСР<sub>05</sub> по годам: 2008 г. – 0,08; 2009 г. – 0,12; 2010 г. – 0,20; 2011 г. – 0,13; 2017 г. – 0,08; 2018 г. – 0,09; 2019 г. – 0,11

группе, были менее урожайными, у Виланы ( $St_3$ ) она составила 2,18 т/га, а у Селекты 302 – 1,88 т/га. Самыми низкоурожайными оказались сорта, относящиеся к скороспелой группе. Урожайность сорта Ли́ра ( $St_1$ ) составила 1,62 т/га, сорта Селекта 101 – 1,68 т/га.

Самым неблагоприятным для сои был 2010 г. Наибольшая урожайность зерна 1,38 т/га была получена при выращивании Дуара ( $St_2$ ), относящегося к группе раннеспелых сортов. Сорт Селекта 201 по урожайности уступил сорту-стандарту ( $St_2$ ) на 0,27 т/га.

Урожайность сортов сои, относящихся к скороспелой и среднеспелой группам, колебалась от 0,98 до 1,12 т/га, что не превышает ошибку опыта НСР<sub>05</sub> – 0,20 т/га. Закономерности, выявленные при рассмотрении урожайности в самый благоприятный (2009) и самый неблагоприятный



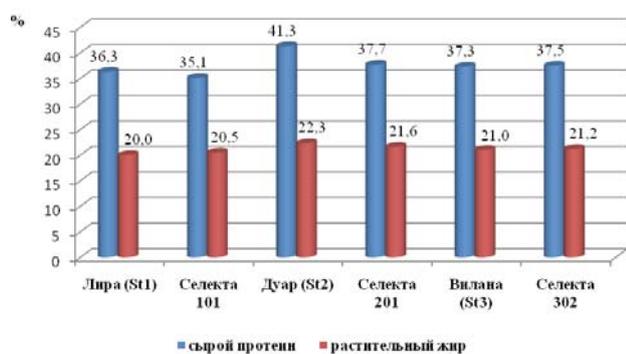


Рис. 3. Содержание сырого протеина и растительного жира в зерне сои, % (среднее за 2008–2011 и 2017–2019 гг.)

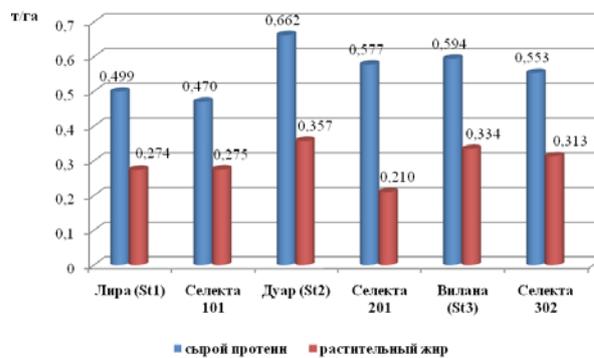


Рис. 4. Сбор сырого протеина и растительного жира, т/га (среднее за 2008–2011 и 2017–2019 гг.)

Наибольшая зависимость урожайности сои от метеорологических условий отмечена в июле (коэффициент корреляции  $R_2 = 0,7163$ ) и августе (коэффициент корреляции  $R_2 = 0,5149$ ). Максимальная урожайность зерна 1,78 и 1,77 т/га была получена при выращивании раннеспелого сорта Дуар (St<sub>2</sub>) и среднеспелого сорта Вилана (St<sub>1</sub>). Больше всего растительного белка (0,662 т/га) и растительного жира (0,357 т/га) было получено при выращивании раннеспелого сорта Дуар.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние погодно-климатических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе / Л. Ю. Новикова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(6). С. 708–715.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
3. Кошкарлова Т. С. Продуктивность адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дис... канд. с.-х. наук. Саратов, 2019. 24 с.
4. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар, 2010. 328 с.
5. Пимонов К. И. Оптимизация питания и возделывание нетрадиционных культур на чернозёме обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения: дис. ... д-ра с.-х. наук. П. Персиановский, 2012. 508 с.
6. Толоконников В. В., Мухаметханова С. С., Канцер Г. П., Вронская Л. В. Влияние орошения, удобрения и фактора сорта на урожайность сои в условиях Нижнего Поволжья // Известия НВ АУК. 2021. № 3(63). С. 95–104.
7. Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Трубачева Л. В., Вайцеховская С. С. Урожайность сортов сои различных групп спелости при естественном плодородии почвы в условиях орошения // Земледелие. 2020. № 3. С. 41–44.
8. Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Солодовников А. П., Вайцеховская С. С. Эффективность выращивания сои с применением удобрений и биопрепарата на чернозёме обыкновенном в условиях орошения // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 48–53.
9. Шабалдас О. Г., Зайцев Н. И., Пимонов К. И., Устарханова Э. Г. Продуктивность сортов сои различных групп спелости в условиях восточной зоны Краснодарского края // Земледелие. 2019. № 7. С. 38–40.
10. Oilworld/IGC. Мировое производство сои в 2020/21 году вырастет на 6 %. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/forecast/316710>.
11. Soybean oil crops market Outlook//USDA United States Department of Agriculture. 2016. URL: <http://ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook.aspx>.

#### REFERENCES

1. Influence of weather and climatic conditions on protein and oil content in soybean seeds in the North Caucasus / L. Yu. Novikova et al. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(6):708–715. (In Russ.).
2. Dospikhov B. A. Methodology of field experience. Moscow: Kolos; 1985. 351 p. (In Russ.).
3. Koshkarova T. S. Productivity of adapted soybean varieties of various ripeness groups on chestnut soils of the Lower Volga region: abstract. dis... candidate of agricultural Sciences. Saratov; 2019. 24 p. (In Russ.).
4. Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds/under the general ed. of V.M. Lukomets. Krasnodar; 2010. 328 p. (In Russ.).
5. Pimonov K. I. Optimization of nutrition and cultivation of unconventional crops on ordinary chernozem in the zone of unstable moisture. dissert. Doctor of Agricultural Sciences. P. Persianovsky; 2012. 508 p. (In Russ.).
6. Tolokonnikov V. V., Mukhametkhanova S. S., Kanzer G. P., Vronskaya L. V. Influence of irrigation, fertilizers and the variety factor on soybean yield in the conditions of the Lower Volga region. *Izvestiya NV AUK*. 2021;3(63):95–104. (In Russ.).
7. Shabaldas O. G., Pimonov K. I., Trubacheva L. V., Vaitsekhovskaya S. S. Yield of soybean varieties of various ripeness groups with natural soil fertility under irrigation conditions. *Agriculture*. 2020;(3):41–44. (In Russ.).
8. Shabaldas O. G., Pimonov K. I., Solodovnikov A. P., Vaitsekhovskaya S. S. Efficiency of soybean cultivation with the use of fertilizers and biopreparation on ordinary chernozem under irrigation conditions. *Agricultural Scientific Journal*. 2020;(8): 48–53. (In Russ.).
9. Shabaldas O.G., Zaitsev N. I., Pimonov K. I., Ustarkhanova E. G. Productivity of soybean varieties of various ripeness groups in the conditions of the eastern zone of the Krasnodar Territory. *Agriculture*. 2019;(7):38–40. (In Russ.).
10. Oilworld/IGC. World soybean production in 2020/21 will grow by 6 %. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/forecast/316710>.
11. Soybean oil crops market Outlook//USDA United States Department of Agriculture. 2016. URL: <http://ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/market-outlook.aspx>.

Статья поступила в редакцию 12.01.2022; одобрена после рецензирования 20.01.2022; принята к публикации 27.01.2022.

The article was submitted 12.01.2022; approved after reviewing 20.01.2022; accepted for publication 27.01.2022.