

БЕЛКОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.К. ХРАМОЙ, Т.Д. СИХАРУЛИДЗЕ, О.В. РАХИМОВА

(Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»)

В статье представлены данные по продолжительности вегетационного периода, накоплению биомассы, семенной продуктивности, содержанию белка в семенах и сбору белка с урожаем семян четырех раннеспелых сортов сои: Магева, Касатка, Светлая, Георгия селекции Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Изучение раннеспелых сортов сои, способных устойчиво вызревать в условиях Нечерноземной зоны, направлено на решение проблемы дефицита белка в производимом в сельхозпредприятиях зернофураже, что имеет важное значение для развития животноводства. Исследования проводились на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2018–2019 гг. Наименьший период вегетации имели сорта сои Светлая и Касатка (94 дня), на 9 дней длиннее был период вегетации у сорта Магева, на 14 дней – у сорта Георгия. Наиболее скороспелым сортам сои Светлая и Касатка для формирования урожая семян достаточно суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют сумму температур на 150–200°C выше. Большим уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются сорта с большим периодом вегетации – Георгия и Магева, у которых в среднем за 2 года урожайность семян составила, соответственно, 1,64 и 1,48 т/га, в то время как у сортов Светлая и Касатка – 1,30 и 1,34 т/га соответственно. Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшим – сорт Георгия (36,1%). Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян. Коэффициент корреляции между сбором белка и урожайностью семян составил 0,91, а между сбором белка и содержанием белка в семенах – 0,19. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия: 602 и 599 кг/га соответственно. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка (529 кг/га) и Светлая (500 кг/га).

Ключевые слова: соя, раннеспелые сорта, вегетационный период, накопление биомассы, семенная продуктивность, содержание белка, сбор белка.

Введение

Сдерживающим фактором развития животноводства в России является дефицит кормового растительного белка. По данным ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (ранее – ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса»), в отдельных хозяйствах дефицит белка достигает 30% [1]. В значительной степени это связано с низкой долей зернобобовых культур в структуре посевных площадей сельскохозяйственных предприятий. Так, площадь зернобобовых культур в Российской Федерации в 2022 г. составила 5856 тыс. га, а их доля в структуре посевов зерновых и зернобобовых культур – 11,5%. В Калужской области эти показатели составляют 2,2 тыс. га и 2,3% соответственно [2].

В мировом земледелии главная роль в производстве растительного белка отводится сое, так как по содержанию белка в семенах она значительно превосходит зерновые и многие зернобобовые культуры [3, 4]. Посевная площадь сои в мире составляет 130,4 млн га [5]. По данному показателю она входит в четверку наиболее распространенных полевых культур наряду с пшеницей, рисом и кукурузой.

В России также этой культуре уделяется большое внимание. За период с 2011 по 2022 гг. площадь посевов сои в России увеличилась в 2,6 раза (в среднем на 9,5% в год), составив в 2022 г. почти 3,5 млн га, что в 1,5 раза больше площади всех прочих зернобобовых культур, вместе взятых [6]. Лидерами по производству сои в нашей стране являются Дальневосточный и Черноземный регионы. Расширяются посевы сои и в Нечерноземной зоне, в том числе в Калужской области. Площадь посевов сои в Калужской области в 2022 г. составила 1,1 тыс. га и сравнялась с площадью посевов прочих зернобобовых культур [6].

Главными недостатками сои, сдерживающими ее распространение в Нечерноземной зоне, являются высокая потребность в сумме активных температур и продолжительный период вегетации [7–9].

Наиболее чувствительно реагирует соя на дефицит тепла в период генеративного развития. Избыточное увлажнение, особенно в период созревания семян, отрицательно влияет на ее урожайность. Наибольшую урожайность семян в условиях Калужской области соя формирует в годы с повышенным температурным режимом и со средним количеством осадков [10–12].

В России проводится целенаправленная селекционная работа по созданию скороспелых сортов сои, способных устойчиво вызревать в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Лидером в этом направлении является Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Наиболее скороспелые сорта, созданные в этом институте (Касатка и Светлая), в условиях Калужской области стабильно вызревают в третьей декаде августа, что обеспечивает проведение уборочных работ в достаточно благоприятных погодных условиях [13–15]. Для внедрения сои в производство имеют важное значение, кроме скороспелости, урожайность сортов сои и выход белка с урожаем семян.

Цель исследований: определить урожайность и белковую продуктивность наиболее скороспелых сортов сои в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы Калужской области.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2018–2019 гг. Изучали 4 сорта сои селекции Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»: Магева, Светлая, Касатка, Георгия. Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, слабо оглеенная; глубина пахотного слоя – 20–22 см; pH солевой вытяжки – 5,6; содержание гумуса по Тюрину – 1,2%; содержание P₂O₅ (по Кирсанову) – 165–170 мг/кг, K₂O (по Масловой) – 71–80 мг/кг почвы.

Агротехника в опыте – классическая отвальная: зяблевая вспашка на глубину составляла 20–22 см; ранневесеннее боронование; предпосевная культивация – на глубину 8–10 см. Для оптимизации калийного питания перед предпосевной культивацией вносили калийные удобрения из расчета 60 кг/га K₂O. Непосредственно перед посевом проводили инокуляцию семян активным штаммом ризобий 636 б. Опыт заложен методом рендомизированных повторений, повторность – 4-кратная. Посев

проводили в конце первой декады мая. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий 45 см. Норма высева составляла 600 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. В период вегетации проводили фенологические наблюдения, определяли густоту растений, рост в высоту, накопление биомассы, биологическую урожайность семян. Использовали общепринятые методы проведения полевого опыта [16, 17]. Статистический анализ результатов проводили с использованием приложения Microsoft Office Excel и статистического пакета IBM SPSS Statistics.

Результаты и их обсуждение

Климат Калужской области является экстремальным для сои, поэтому развитие ее в значительной степени определяется складывающимися погодными условиями. Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными. В 2018 г. в течение вегетационного периода температурный режим значительно превышал среднемноголетний уровень за исключением первой декады июня. Так, в мае среднесуточная температура воздуха превышала норму на 7,8°C, в июле – на 2,9°C, в августе – на 2,7°C. Соответственно и сумма температур по месяцам превышала среднемноголетние данные: в мае – в 1,6 раза, в июле и в августе – в 1,2 раза. В то же время в первой декаде июня наблюдалось аномальное снижение среднесуточной температуры воздуха до 8,8°C, а в среднем за декаду она составила 12,9°C, что является для сои критичным. Количество осадков за май-август 2018 г. составило 41,7% от климатической нормы. Наименьшее количество осадков выпало в июне и августе: соответственно в 3,0 и 2,9 раза меньше нормы. В результате в июне и августе сложились острозасушливые условия, и ГТК составил, соответственно, 0,45 и 0,43 (табл. 1).

Таблица 1

Гидротермические показатели в годы проведения исследований

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Май-август
2018 г.					
Сумма температур, °С	623	507	648	595	2373
Количество осадков, мм	39,4	22,7	80,7	25,6	168,4
ГТК	0,63	0,45	1,24	0,43	0,71
2019 г.					
Сумма температур, °С	486	588	504	496	2074
Количество осадков, мм	47,5	114,4	144,7	107,0	413,6
ГТК	0,98	1,94	2,87	2,16	1,99
Среднемноголетние данные					
Сумма температур, °С	381	486	558	512	1937
Количество осадков, мм	54,0	69,0	92,0	75,0	290,0
ГТК	1,42	1,42	1,65	1,46	1,50

В 2019 г. погодные условия были диаметрально противоположными. Погода в течение вегетационного периода была умеренно теплой с повышенным количеством осадков. В июне и июле сумма температур превышала среднемноголетние данные на 27,6 и 21,0% соответственно, а в июле и августе была ниже таковых, соответственно, на 9,7 и 3,1%. Количество осадков за май-август было выше климатической нормы в 1,4 раза. Наибольшее количество их выпало в июне и июле – в 1,6–1,7 раза больше месячной нормы. ГТК за май-август составил 1,99 при норме 1,50. Таким образом, наиболее благоприятные погодные условия были в 2019 г.

Проведенные исследования показали, что наименьший период вегетации имели сорта Светлая и Касатка: в среднем 94 дня, на 9 дней был длиннее период вегетации у сорта Магева, на 14 дней – у сорта Георгия (табл. 2). Фаза полной спелости у сортов Светлая и Касатка наступала в середине августа, а у сортов Магева и Георгия – в конце августа, что является достаточно благоприятным периодом для уборочных работ.

Сумма температур за вегетационный период значительно различалась по годам исследований. В 2018 г. она была на 168–184°C выше, чем в 2019 г. Принято считать, что наиболее стабильным показателем, определяющим скороспелость сорта, является сумма активных температур за вегетационный период. Однако, как следует из нашего опыта, в экстремальных погодных условиях это правило нарушается. Так, если продолжительность вегетационного периода отклонялась от средних за 2 года значений на 0,97–1,40%, то отклонение суммы температур составило 4,5–5,4%. Наиболее скороспелым сортам сои (Светлая и Касатка) для формирования урожая семян достаточно было суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют более высокую сумму температур, то есть на 150–200°C выше, чем сорта Светлая и Касатка.

Учет накопления биомассы производили в период блестящих бобов (микрофаза R6 согласно международной классификации) [18, 19].

Наибольшее накопление биомассы имели сорта Георгия и Магева – 2,64 и 2,62 т/га соответственно. Накопление биомассы у сортов Светлая и Касатка было меньше, соответственно, на 12,2% и 19,3% (табл. 3). Наибольшая биологическая урожайность семян была у сорта Георгия, составив в среднем за 2 года 1,64 т/га. У сорта Магева урожайность семян была ниже на 0,16 т/га, или на 9,8%, у сортов Касатка и Светлая – ниже, соответственно, на 0,30 и 0,34 т/га (18,3% и 20,7%). Соя, как растение муссонного климата, чувствительно реагировала на дефицит влаги. В засушливом 2018 г. накопление биомассы у сортов сои было ниже, чем в 2019 г., на 22,8–44,8%, урожайность семян была ниже на 16,7–46,8%. Наиболее чувствительно реагировал на дефицит влаги сорт Касатка.

Таблица 2

Продолжительность вегетационного периода и сумма температур за вегетационный период сортов сои (2018–2019 гг.)

Сорт	Период вегетации, дней			Сумма температур, °С		
	2018	2019	В среднем	2018	2019	В среднем
Магева - st	102	104	103	1957	1788	1873
Светлая	93	95	94	1807	1623	1715
Касатка	93	95	94	1807	1623	1715
Георгия	106	109	108	2020	1852	1986

Важнейшим показателем качества семян сои является содержание в них белка [20]. Как показали наши исследования, содержание белка зависит как от сортовых особенностей, так и от погодных условий (табл. 4). Среди изучаемых сортов по этому показателю выделяются сорта Магева и Касатка. В среднем за 2 года содержание белка в семенах у этих сортов составило, соответственно, 40,7% и 39,8%. Самое низкое содержание белка было у сорта Георгия – 36,1%. засушливая и жаркая погода способствовала увеличению содержания белка в семенах сои. Так, в 2018 г. на фоне высоких температур воздуха и дефицита осадков содержание белка в семенах сои было выше, чем в прохладном и дождливом 2019 г., на 1,4–4,8%.

Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян, чем от содержания белка в семенах. Коэффициент корреляции между сбором белка и урожайностью семян составил 0,91, а между сбором белка и содержанием белка в семенах – 0,19. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия: соответственно 599 и 590 кг/га. При этом у сорта Георгия урожайность была максимальной, содержание белка в семенах – минимальным, а у сорта Магева урожайность была средней, содержание белка в семенах – максимальным. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка (529 кг/га) и Светлая (500 кг/га). Данные сорта характеризовались средним уровнем содержания белка и минимальной урожайностью.

Таблица 3

**Накопление надземной биомассы
и биологическая урожайность семян сортов сои (2018–2019 гг.)**

Сорт	Накопление биомассы (блестящие бобы), т/га			Биологическая урожайность семян, т/га		
	2018	2019	в среднем	2018	2019	в среднем
Магева	2,33	2,86	2,62	1,34	1,61	1,48
Светлая	2,02	2,58	2,30	1,20	1,40	1,30
Касатка	1,74	2,52	2,13	1,09	1,60	1,34
Георгия	2,26	3,01	2,64	1,34	1,95	1,64
НСР ₀₅	0,27	0,21	-	0,18	0,15	-

Таблица 4

Содержание белка в семенах и сбор белка с урожаем семян (2018–2019 гг.)

Сорт	Содержание белка в семенах, %			Сбор белка с урожаем семян, кг/га		
	2018	2019	в среднем	2018	2019	в среднем
Магева	41,4	40,0	40,7	554	644	599
Светлая	39,5	37,6	38,6	474	526	500
Касатка	42,2	37,4	39,8	460	598	529
Георгия	37,3	34,9	36,1	500	680	590
НСР ₀₅	2,1	2,3	-	71,2	56,3	-

Выводы

Проведенные исследования показали, что наиболее скороспелыми являются сорта сои Касатка и Светлая, период вегетации у которых составляет 93–95 дней. В условиях Калужской области при раннем посеве они созревают во второй декаде августа. Период вегетации у сортов Магева и Георгия длиннее, соответственно, на 9 и 14 дней, и созревают они в третьей декаде августа.

Наиболее скороспелым сортам сои (Светлая и Касатка) для формирования урожая семян достаточно суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют сумму температур на 150–200°C выше.

Более высоким уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются менее скороспелые сорта сои – Георгия и Магева. Урожайность семян у них составила, соответственно, 1,64 и 1,48 т/га, в то время как урожайность наиболее скороспелых сортов (Светлая и Касатка) – 1,30 и 1,34 т/га соответственно.

Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшим – сорт Георгия (36,1%). Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян, чем от их белковистости. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия – 599 и 590 кг/га соответственно. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка и Светлая – 529 и 500 кг/га соответственно.

В экстремальных погодных условиях в разные годы исследований у одного и того же сорта наблюдаются большие колебания в сумме активных температур за вегетационный период. Отклонение от среднего показателя составило по сортам 4,5–7,2%. Более высокие отклонения характерны для наиболее скороспелых сортов.

Большим уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются сорта с большим периодом вегетации: Георгия (1,64 т/га) и Магева (1,48 т/га). Наименьшая урожайность семян получена у сортов Светлая (1,30 т/га) и Касатка (1,34 т/га).

Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшее содержание белка в семенах характерно для сорта Георгия (36,1%).

Библиографический список

1. *Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С.* Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). – М., 2014. – 135 с.
2. Российский статистический ежегодник. – 2022. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejagodnik_2022.pdf.
3. *Зеленцов С.В., Мошненко Е.В.* Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 2. – С. 34–41.
4. *Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н.* Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых зерносмесей на корм скоту в условиях Калужской области // зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123–125.
5. Соя в мире и России: производство, внутреннее потребление, внешняя торговля. – М.: Востокгосплан, 2022. – 30 с. – URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-rossii-proizvodstvo-vnutrennee-potreblenie-vneshnjaja-torgovlja.pdf>.

6. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 г. / Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ). Главный межрегиональный центр. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx.

7. *Бельшикина М.Е.* Фотосинтетическая деятельность посевов и формирование урожая раннеспелых сортов сои // Известия ТСХА. – 2019. – № 1. – С. 34–44. EDN EWTVFZ.

8. *Гуреева Е.В.* Формирование урожая семян новых скороспелых сортов сои в зависимости от норм высева и способов посева в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Москва, 2009. – 159 с. EDN NQREOF.

9. *Кобозева Т.П.* Научно-практические основы интродукции и эффективного возделывания сои в Нечерноземной зоне Российской Федерации: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Москва, 2007. – 390 с. EDN QDXWGT.

10. *Бельшикина 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. – С. 4–9. DOI: [10.28983/asj.y2020i9pp4-9](https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9). EDN FMBIUQ.

11. *Сихарулидзе Т.Д., Храмой В.К.* Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Известия ТСХА. – 2017. – № 4. – С. 32–39. EDN ZSHEGJ.

12. *Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д.* Влияние условий увлажнения на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие. – 2017. – № 4 (97). – С. 24–26. EDN ZCQBMN.

13. *Гуреева Е.В., Фомина Т.А.* Соя для Центрального Нечерноземья // земледелие. – 2010. – № 3. – С. 45–46. EDN MGUEQB.

14. *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. – Т. 23, № 6. – С. 796–804. DOI: [10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804). EDN CNOESC.

15. *Сихарулидзе Т.Д., Храмой В.К., Рахимова О.В.* Влияние норм высева на формирование симбиотического аппарата и накопление биомассы посевами сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Научные основы устойчивого развития сельскохозяйственного производства в современных условиях: Сборник научных трудов по материалам XV научно-практической конференции с международным участием, Калуга, 15 апреля 2022 г. / Под ред. В.Н. Мазурова. – Калуга: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», 2022. – С. 72–75. EDN ХААЕFM.

16. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. EDN QLCQEP.

17. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 116 с.

18. *Board J.E., Kahlon C.S.* Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof. Hany El-Shemy (Ed.). – 2011. – 488 p.

19. *Egli D.B.* Soybean reproductive sink size and short-term reductions in photosynthesis during flowering and pod set // Crop Sci. – 2010. – Vol. 50. – Pp. 1971–1977.

20. *Гуреева Е.В., Фомина Т.А.* Соя – источник растительного белка // Аграрная наука. – 2017. – № 11–12. – С. 20–21. EDN YMSTXG.

PROTEIN PRODUCTIVITY OF EARLY-MATURING SOYBEAN VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

V.K. KHRAMOY, T.D. SIKHARULIDZE, O.V. RAKHIMOVA

(Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The article presents data on the duration of the growing season, biomass accumulation, seed productivity, protein content in seeds and protein yield with seed yield of four early-maturing soybean varieties – Magheva, Kasatka, Svetlaya, and Georgiya of the selection of the Institute of Seed Production and Agrotechnology – a branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM. The study of early-maturing soybean varieties capable of sustainable maturing in the Non-chernozem zone is aimed at solving the problem of protein deficiency in grain crops produced in agricultural enterprises, which is important for the development of animal husbandry. The research was carried out in 2018–2019 on sod-podzolic, sandy loam soils. The Svetlaya and Kasatka soybean varieties had the shortest growing season – 94 days, the Magheva variety had a 9-day longer growing season and the Georgiya variety had a 14-day longer growing season. The earliest maturing soybean varieties are Svetlaya and Kasatka. The sum of temperatures at the level of 1623°C is sufficient for the formation of seed yield. The soybean varieties Magheva and Georgiya require a sum of temperatures 150–200°C higher. The varieties with a long growing season – Georgiya and Magheva – are characterized by a high level of biomass accumulation and higher seed yield, on average over two years their seed yields were 1.64 and 1.48 t/ha respectively, while those of the varieties Svetlaya and Kasatka were 1.30 and 1.34 t/ha respectively. The soybean varieties Magheva (40.7%) and Kasatka (39.8%), while Georgiya (36.1%) had the lowest. Protein yield with the seed yield was more dependent on the seed yield. The correlation coefficient between protein yield and seed yield was 0.91, and between protein yield and seed protein content was 0.19. The varieties with the highest protein yields were Magheva and Georgiya with 602 and 599 kg/ha respectively. The varieties with the lowest protein yield were Kasatka (529 kg/ha) and Svetlaya (500 kg/ha).

Keywords: soybeans, early-maturing varieties, growing season, biomass accumulation, seed productivity, protein content, protein yield.

References

1. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. *Forage production in agriculture, ecology and rational nature management (theory and practice)*. Moscow, Russia: Izdatel'skiy dom "Tipografiya" Rossel'khozakademii, 2014:135. (In Russ.)
2. Russian Statistical Yearbook 2022. (In Russ.) URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovodnik_2022.pdf
3. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Prospects for breeding of high-protein soybean cultivars: modelling of mechanisms of protein increase in the seeds. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2016;2:34–41. (In Russ.)
4. Mazurov V.N., Lukashov V.N., Isakov A.N. Use of leguminous crops and legume-cereals grain mixtures for forage for cattle in conditions of the Kaluga region. *Legumes and Groat Crops*. 2013;2(6):123–125. (In Russ.)
5. Soybeans in the world and Russia: production, domestic consumption, foreign trade. Moscow, 2022. (In Russ.) URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-r>

6. Acreage, gross yields and crop yields in the Russian Federation in 2022. The Federal State Statistics Service (ROSSTAT). (In Russ.) URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx

7. Belyshkina M.Ye. Photosynthetic activity of crops and yield formation of early-ripening soybean varieties. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2019;(1):34–44. (In Russ.)

8. Gureeva E.V. Seed yield formation of new early maturing soybean varieties depending on seeding rates and sowing methods in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. CSc (Agr) thesis: 06.01.09. Moscow, 2009:159. (In Russ.)

9. Kobozeva T.P. Scientific and practical bases of the introduction and effective cultivation of soybean in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. DSc (Agr) thesis: 06.01.09. Moscow, 2007:390. (In Russ.)

10. 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. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;9:4–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9>

11. Sikharulidze T.D., Khramoy V.K. Effect of temperature mode on vegetation period length and soybean yield in the Central Non-Black Soil zone. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2017;4:32–39. (In Russ.)

12. Khramoi V.K. Effect of wetting conditions on the duration of vegetative period and the yield of soybean in the Central Chernozemic zone. *Plodorodie*. 2017;4(97):24–26. (In Russ.)

13. Gureeva E.V., Fomina T.A. Soya for the Central Non-Chernozem region. *Zemledelie*. 2010;3:45–46. (In Russ.)

14. 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. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):796–804. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804>

15. Sikharulidze T.D., V Khramoy.K., Rakhimova O.V. Effect of seeding norms on the formation of a symbiotic apparatus and the accumulation of biomass by soybean crops in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. In: Nauchnye osnovy ustoychivogo razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v sovremennykh usloviyakh: *Proceedings of the XV Scientific and Practical Conference with International Participation, Kaluga, April 15, 2022*. Kaluga, Russia: Federal Research Center of Cartography named after A.G. Lorch, 2022:72–75. (In Russ.)

16. Dospekhov B.A., Dospekhov B.A. *Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook for students of higher agricultural educational institutions in agronomic specialties. Ed.6, ster., reprinted from Ed.5, 1985. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:350 (In Russ.)

17. *Methodology of the state variety testing of agricultural crops*. Moscow, Russia, 1985:116. (In Russ.)

18. Board J.E., Kahlon C.S. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved. In: *Soybean Physiology and Biochemistry*. Ed. by Prof. Hany El-Shemy. InTech, 2011:488. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/22761>

19. Egli D.B. Soybean Reproductive Sink Size and Short-term Reductions in Photosynthesis during Flowering and Pod Set. *Crop Sci*. 2010;50:1971–1977.

20. Gureeva E.V., Fomina T.A. Soybean is a source of vegetable proteins. *Agrarian science*. 2017;11–12:20–21. (In Russ.)

Сведения об авторах

Храмой Виктор Кириллович, д-р с.-х. наук, профессор Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru

Сихарулидзе Тамила Давидовна, канд. с.-х. наук, доцент Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (910) 541-64-96; e-mail: tamila7958@yandex.ru

Рахимова Ольга Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (4842) 72-50-24; e-mail: TIR333@yandex.ru

About the authors

Viktor K. Khramoy, DSc (Agr), Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru)

Tamila D. Sikharulidze, CSc (Agr), Associate Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (910) 541-64-96; e-mail: tamila7958@yandex.ru)

Olga V. Rakhimova, CSc (Agr), Associate Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (953) 329-19-70; e-mail: TIR333@yandex.ru)