

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Д. Р. Сафина, В. А. Колесар, Р. И. Сафин**

Реферат. Приведены результаты исследования по оценке особенностей формирования урожая и содержанию белка в зерне у раннеспелых сортов сои различных селекционных центров. Исследования проводились в 2023-2024 годах на серой лесной почве в зоне Предкамья Республики Татарстан на территории агробиотехнопарка Казанского ГАУ. В качестве объектов исследований выступали одиннадцать сортов отечественной и зарубежной селекции (ЭН Аргента, Самер 3, СК Алекса, Василиса, Самер 2, Миляуша, Волжанка, Везелица, Вилана, ЕЦ Флора, Дуэт). Агроклиматические условия в годы проведения исследований отличались проявлением периодически засушливых явлений в период вегетации сои. При анализе биометрических показателей, было установлено, что на величину высоты растений в большей степени влияли сортовые особенности, тогда как на длину корня – агроклиматические условия года. Наиболее устойчивыми к корневым гнилям были сорта – Волжанка, Аэлита, ЕЦ Флора и СК Алекса. За годы исследований, наибольшая урожайность была получена у сортов – ЕЦ Флора, Дуэт и ЭН Аргента. Минимальные показатели вариабельности урожайности по годам исследований были при использовании сортов – Миляуша, ЕЦ Флора и ЭН Аргента. Максимальное содержание белка в зерне сои было у сорта Миляуша, несколько меньше у сортов – Волжанка и Везелица. По показателю выхода белка с 1 га посевов преимуществом обладали сорта – ЕЦ Флора, Волжанка и Миляуша. Сорт местной селекции – Миляуша, а также сорта – Волжанка, Везелица могут быть использованы в селекционных программах по повышению содержания белка в зерне сои для условий Предкамья Республики Татарстан. Сорта Дуэт, ЕЦ Флора и ЭН Аргента отличаются высокой урожайностью и стабильной продуктивностью (экологической пластичностью) и являются перспективными для возделывания в Предкамье Республики Татарстан.

Ключевые слова: экологическая пластичность, продуктивность, содержание белка, сорта, соя (*Glycine max* (L.) Merr.).

Для цитирования: Сафина Д.Р., Колесар В.А., Сафин Р.И. Оценка экологической пластичности и продуктивности различных сортов сои в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2025. 3(15). С. 26-31 <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-3-26-31>

Введение. Культурная соя (*Glycine max* (L.) Merr.) является одной из важнейших мировых продовольственных культур, что в первую очередь связано с уникальным химическим составом ее семян, которые являются ценным источником как белков, так и растительных масел [1, 2, 3]. Именно поэтому отмечается рост интереса к увеличению производства данной культуры во многих регионах мира и в Российской Федерации [4, 5, 6]. Мировой спрос на соевые бобы увеличивается с каждым годом, причем самый высокий уровень спроса наблюдается в Китае, который является крупнейшим импортером данной культуры [7, 8]. Кроме того, соевые бобы, как правило, обеспечивают высокий уровень рентабельности производства, в том числе за счет большей ценовой стабильности и более высоких закупочных цен по сравнению со многими другими сельскохозяйственными культурами [9].

Для Республики Татарстан развитие производства сои имеет важнейшее значение с учетом необходимости обеспечения растущей потребности в растительных белках и жира как для населения, так и для животноводства [10, 11, 12]. Для успешного решения данной задачи возникает необходимость в разработке научно-обоснованных агротехнологий возделывания культур, адаптированных для условий различных агроклиматических

и производственных зон Республики Татарстан [13, 14]. Особое значение при разработке таких технологий отводится подбору максимально адаптированных для местных условий сортов сои, что предполагает проведение соответствующей оценки как отечественных, так и зарубежных генотипов культуры [15]. Вместе с тем, расширение ареала возделывания сои в мире и в России сталкивается с определенными сложностями, важнейшими из которых являются отмечаемые климатические изменения [16, 17], ведущие в том числе к увеличению частоты проявления абиотических стрессов, в первую очередь связанных с развитием недостатка влаги [18, 19].

Наибольшая потребность сои в воде наблюдается в фазы цветения и налива семян, однако именно дефицит воды в фазу формирования семян является наиболее критическим периодом для формирования урожая культуры [20, 21]. В ряде исследований отмечалось [22], что наибольшее снижение урожайности семян сои происходит при воздействии стрессовых факторов на ранней стадии образования бобов и, по сравнению со стрессом на стадии всходов и цветения. В связи с этим, возникает необходимость в подборе сортов сои, обладающих высокой засухоустойчивостью и способностью формировать стабильные урожаи в различных погодных условиях.

Целью работы было изучение особенностей формирования урожая у различных сортов сои для оценки их экологической пластичности и перспективности для использования в Предкамье Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в 2023-2024 годах на серой лесной почве опытных полей ФГБУ ВО Казанский ГАУ. Погодные условия вегетации в годы исследований отличались проявлением периодически засушливых явлений, что отразилось на формировании урожая сои. В 2023 году величина ГТК составляла за период вегетации сои (май-сентябрь) составила 0,19 (особенно засушливыми были июнь (ГТК = 0,18) и сентябрь (ГТК = 0,1), тогда как в мае данный показатель был равен 1,42). В 2024 году ГТК за вегетацию был на уровне 0,27 (особенно низкими значения ГТК были в сентябре (0,1), июне (0,32) и в августе (0,71), тогда как в мае и июле величин ГТК была на уровне 2,90 и 1,11).

В качестве объектов исследований выступали следующие сорта сои раннеспелой группы – Дуэт, Везелица (Белгородский ГАУ), Самер 2, Самер 3 (Самарский ФИЦ РАН), СК Алекса (Соевый комплекс),

ЕЦ Флора, Василиса (Воронежский ГАУ), Волжанка (НПО Волгоград), Миляуша (Омский АНЦ, ФИЦ КазНЦ РАН), ЭН Аргента (ООО «ЭкоНива Семена»), Вилана (ФГБНУ ФНИЦ «ВНИИ Масличных культур имени В.С.Пустовойта»)

Общая площадь делянки в опытах составляла 37 м², учетная – 30 м² при трехкратной повторности. Агротехнологии возделывания сои соответствовала рекомендациями для Предкамья Республики Татарстан, использовалась схема сплошного посева с междурядьями 15 см. Под предпосевную культивацию вносилась азофоска (200 кг/га). Почва отличалась высоким и повышенным содержанием основных макроэлементов, низким – серы. Реакция почвенного раствора была близка к нейтральной (рН_{сол} = 6,1-6,3).

В ходе работы использовались стандартные методики биометрических исследований, фитосанитарного мониторинга, учета урожайности и оценки качества зерна, рекомендованные для сои [23].

Результаты и обсуждение. В качестве важнейших биометрических показателей, характеризующих рост и развитие растений выступают высота растений и длина главного корня (табл. 1).

Таблица 1 – Высота растений и максимальная длина главного корня у различных сортов сои (фаза формирования бобов), см, 2023-2024 года

Сорт	Высота растений, см		Длина корня, см	
	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
Миляуша (стандарт)	40,5±1,0	45,1±2,3	9,5±0,7	22,0±1,0
Волжанка	64,0±2,0	76,0±3,1	14,5±0,7	26,0±1,4
Везелица	29,5±0,7	47,0±2,4	11,0±3,0	22,2±2,3
Вилана	34±1,3	62,0±3,0	14,0±0,1	24,4±2,3
ЕЦ Флора	32,5±3,0	44,0±3,0	13,0±1,1	23,5±2
Дуэт	45,0±7,0	44,2±2,3	16,0±4,1	23±2,2
ЭН Аргента	29,0±0,3	45,4±2,0	12,2±2,1	24,0±2
Самер 3	32,5±5,0	56,4±4,0	13,5±2,2	14,4±3,9
СК Алекса	25,5±5,0	35,2±3,1	17,1±4,2	15,2±2,3
Василиса	40,5±0,7	36,0±3,3	13,1±7,2	23,0±2,0
Самер 2	46,5±2,0	60,0±1,5	12,5±0,7	20,0±4,4
В среднем по сортам	38,1±10,9	50,1±12,2	13,3±2,1	21,6±3,7
Коэффициент вариации, %	28,7	24,4	16,0	17,1

Результаты оценки показали, что в условиях 2024 года средняя высота растений и длина главного корня были несколько выше, чем в 2023 году. При этом, отмечаются различия по вариабельности данных биометрических параметров – наиболее сильно изменялась величина высоты растений, тогда как показатель длины корня был более стабильным для всех сортов сои, которые изучались в опыте. При сравнении сортов, было установлено, что во все годы исследований наибольшая высота растений была у сорта Волжанка, а минимальные показатели – у сорта СК Алекса. При оценке с использованием дисперсионного анализа вклада сорта и условий года в изменения высота растений сои было установлено, что надолу сорта приходится 63,8%, а на условия года – 22,7%.

Для величины максимальной длины главного корня, в условиях 2023 года максимальные значения были у сорта СК Алекса, а в 2024 году – у сорта Волжанка, тогда как минимальные показатели в первый год исследований были у сорта Миляуша, а во второй – у сорта Самер 3. Соответственно, вклад сорта в варьирование длины главного корня составил 12,6%, а условий года – 67,8%. Таким образом, было установлено, что на величину высоты растений в большей степени влияли (сортвые особенности, тогда как на длину корня – погодные условия года. Среди наиболее вредоносных и распространенных болезней сои в Республике Татарстан, выделяются корневые гнили, поэтому при оценке сортов был проведен учет данного микоза (табл. 2).

Таблица 2 – Развитие корневых гнилей у различных сортов сои (фаза бутонизация-цветение), %, 2023-2024 года

Сорт	Год исследований		Среднее за 2 года
	2023	2024	
Миляуша (стандарт)	0,33	0,06	0,20
Волжанка	0	0,04	0,02
Везелица	0	0,18	0,09
Вилана	0	0,04	0,02
ЕЦ Флора	0	0,04	0,02
Дуэт	0	0,26	0,13
ЭН Аргента	0	0,14	0,07
Самер 3	0	0,16	0,08
СК Алекса	0	0,04	0,02
Василиса	0,33*	0,06*	0,20
Самер 2	0,33*	0,14	0,24
В среднем по сортам	0,09	0,11	0,09

Примечание: * – данные не отличаются от значений для стандарта при использовании критерия Стьюдента при $P=0,05$

В условиях 2023 года только три сорта сои (Миляуша, Василиса и Самер 2) поражались корневыми гнилями, тогда как в 2024 году все сорта, в той или иной степени, были заражены данным микозом. Среди сортов, наименее поражаемых корневыми гнилями (во все годы

опытов) – Волжанка, Вилана, ЕЦ Флора и СК Алекса. Наиболее сильно корневыми гнилями поражались растения сорта Самер 2.

В годы исследований отмечались различия между сортами по урожайности и вариабельности данного показателя (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность различных сортов сои, т/га, 2023-2024 года

Сорт	Год исследований		Средняя за 2 года	Коэффициент вариации, %
	2023	2024		
Миляуша (стандарт)	0,67	0,79	0,73	11,6
Волжанка	0,64	1,05	0,85	34,3
Везелица	1,01	0,39	0,70	62,6
Вилана	1,26	0,40	0,83	73,3
ЕЦ Флора	1,20	0,95	1,08	16,4
Дуэт	0,57	1,33	0,95	56,6
ЭН Аргента	0,78	1,00	0,89	17,5
Самер 3	0,39	0,74	0,57	43,8
СК Алекса	0,67	0,43	0,55	30,9
Василиса	1,24	0,36	0,80	77,8
Самер 2	0,84	0,40	0,62	50,2
В среднем по сортам	0,84	0,71	0,78	
НСР ₀₅	0,03	0,02		

Отмечаемые в годы исследований засушливые явления негативно отразились на урожайности всех сортов сои. В целом, в 2023 году средняя урожайность по всем изучаемым сортам, была выше, чем в 2024 году. Однако у сортов Дуэт, Волжанка, ЭН Аргента, Самер 3, напротив, отмечалась противоположная тенденция, т.е. в 2024 году, показатели урожайности превышали значения для предыдущего года. В среднем за годы исследований, максимальная урожайность была у сортов – ЕЦ Флора, Дуэт и ЭН Аргента. Для оценки стабильности (экологической пластичности) урожайности сорта использовался показатель коэффициента вариации. Минимальные показатели вариабельности урожайности были при использовании сортов Миляуша, ЕЦ Флора и ЭН Аргента.

При производстве сои особое внимание уделяется получению белка, поэтому для

оценки сортов определялось его содержание в зерне и выход протеина с урожаем (табл. 4).

Засушливые условия в годы исследований, оказали различное влияние на содержание белка в зерне у разных сортов сои. Так, у сортов Вилана, Дуэт, ЭН Аргента, Василиса, содержание белка было ниже 30%, тогда как у сортов Миляуша, Волжанка и Везелица показатели были на уровне 35,11-42,02%. Различия сортов сои по накоплению в зерне белка в условиях засушливого вегетационного периода, может быть связано как с сортовыми особенностями, так и с различиями в использовании почвенного азота растениями в условиях острой засухи. Кроме того, почвы опытного участка отличаются низким содержанием серы, которая также в условиях почвенной засухи, может по разному поглощаться различными сортами сои.

Таблица 4 – Содержание белка в зерне (%) и выход протеина с 1 га с урожаем (кг/га), 2023-2024 года

Сорт	Содержание белка в зерне, %	Выход белка с 1 га, кг	Отклонение от стандарта, кг/га
Миляуша (стандарт)	42,02	306,7	
Волжанка	37,62	319,8	13,1
Везелица	35,11	245,8	-60,9
Вилана	28,96	240,4	-66,3
ЕЦ Флора	32,89	355,2	48,5
Дуэт	28,04	266,4	-40,3
ЭН Аргента	27,93	248,6	-58,1
Самер 3	33,63	191,7	-115,0
СК Алекса	33,80	185,9	-120,8
Василиса	25,82	206,6	-100,1
Самер 2	31,99	198,3	-108,4
В среднем по сортам	32,53	306,7	1
НСР ₀₅	1,32		

При сравнении выхода белка с 1 га посевов, наибольший его сбор обеспечили сорта – ЕЦ Флора, Волжанка и Миляуша. У остальных сортов, выход белка с 1 га был ниже показателей чем у стандартного сорта.

Выводы. Проведенные исследования показали, что в условиях двух засушливых вегетационных периодов, с точки зрения урожайности и его стабильности (высокой экологической пластичности) преимущественно обладали сорта ЕЦ Флора, Дуэт и ЭН Аргента. Причем сорт ЕЦ Флора обеспечил и максимальный сбор белка (355,2 кг) с урожаем с 1 га посевов.

По содержанию в зерне белка выделились сорта Миляуша, Волжанка и Везелица, у которых значения превышали уровень 35%. Местный сорт Миляуша в засушливых условиях обеспечил наибольшее (42,02%) накопления белка в зерне.

Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации набора сортов при выращивании сои на богаре в Предкамье Республики Татарстан и при подборе исходного материала для селекционных программ для данной зоны.

Литература

1. Применение сои и продуктов ее переработки в перерабатывающей и пищевой промышленности / Н. А. Березина, Е. В. Хмелева, О. В. Евдокимова, Л. А. Самофалова // Биология в сельском хозяйстве. 2023. № 3(40). С. 25-37.
2. Ананьева Т. В., Серебрякова О. В. Тенденции производства сои в мире и России: сравнительный анализ // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39. № 2. С. 80-86. doi:10.53859/02352451_2025_39_2_80.
3. Синеговский М. О. Возделывание сои в России в современных условиях // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 5. С. 11-16. doi: 10.31857/S2500208224050037.
4. Клычова Г. С., Цыпин А. П., Валиев А. Р. Перспективы развития рынка сои и его значимость для Российской экономики // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3(63). С. 128-134. doi:10.12737/2073-0462-2021-128-134.
5. Козлова Е. И., Новак М. А., Яндю В. В. Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 1(76). С. 213-220. doi:10.53914/issn2071-2243_2023_1_213.
6. Полухин А. А., Зубарев К. Ю. Развитие органического земледелия в Российской Федерации и рентабельность производства органической сои // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 6. С. 44-49. doi:10.53859/02352451_2023_37_6_44.
7. Синеговский М. О. Перспективы производства сои в Дальневосточном Федеральном округе // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 13-16. doi: 10.30850/vrnp/2020/1/13-16.
8. Векленко В. И., Дадашев Б. А. Производство соевого масла в мире и России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2. С. 192-197.
9. Дегтярева Е. Д. Организационно-экономические модели развития селекции сои // АПК: экономика, управление. 2025. № 3. С. 135-140. doi:10.33305/253-135.
10. Краснов А. В., Смирнов С. Г., Нигматзянов А. Р. Производство сои в Республике Татарстан // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р. Г. Гареева. Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2023. С. 193-195. doi:10.37071/conferencearticle_65817336725257.32020736.
11. Фадеева А. Н., Тагиров М. Ш. Соя в Татарстане. Казань: Фолиант, 2016. 32 с.
12. Фадеева А. Н., Тагиров М. Ш. Перспективы возделывания сои в Татарстане / А. Н. Фадеева, М. Ш. Тагиров // Нива Татарстана. 2015. № 1. С. 7-8.
13. Нафиков М. М., Смирнов С. Г. Формирование урожая сои в зависимости от агротехнических факторов в Татарстане // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Сборник материалов IV международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 21–22 марта 2024 года. Саратов: ООО "Медиамир", 2024. С. 309-314.
14. Особенности применения способов обработки почвы при возделывании сои в лесостепной зоне / М. М. Нафиков, С. Г. Смирнов, А. В. Краснов, Л. Г. Шашкаров // Аграрная наука. 2024. № 4. С. 70-74. doi:10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74.

15. Экологическое сортоиспытание сои в Республике Татарстан / К. Д. Шурхаева, А. Т. Хуснутдинова, Т. Н. Абросимова и др. // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 4(12). С. 43-51. doi:10.12737/2782-490X-2024-43-51.
16. Wang H, Guohui S, Zizhong S, Xiangdong H. Effects of climate and price on soybean production: Empirical analysis based on panel data of 116 prefecture-level Chinese cities. PLoS One. 2023 Mar 24;18(3):e0273887. doi:10.1371/journal.pone.0273887.
17. Goulart H.M.D., van der Wiel K., Folberth C., Boere E., van den Hurk B. Increase of simultaneous soybean failures due to climate change //Earth'sFuture, 2023. 11,e2022EF003106. doi:10.1029/2022EF003106
18. Шайтанов О. Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4(40). С. 102-112. doi:10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
19. Изменения климата на территории Республики Татарстан / Ю. П. Переведенцев, К. М. Шанталинский, Н. А. Мирсаева и др. // Географический вестник. 2024. № 1(68). С. 103-112. doi:10.17072/2079-7877-2024-1-103-112.
20. Iqbal Z, Iqbal MS, Hashem A, Abd Allah EF, Ansari MI. Plant Defense Responses to Biotic Stress and Its Interplay With Fluctuating Dark/Light Conditions. //Front Plant Sci. 2021 Mar 4;12:631810. doi:10.3389/fpls.2021.631810.
21. Соя. Биология и технология возделывания/В. М. Лукомец, В. Ф. Баранов, У. Т. Корреа [и др.]. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2005. 433 с.
22. Paes de Melo, B.; Carpinetti, P.d.A.; Fraga, O.T.; Rodrigues-Silva, P.L.; Fioresi, V.S.; de Camargos, L.F.; Ferreira, M.F.d.S. Abiotic Stresses in Plants and Their Markers: A Practice View of Plant Stress Responses and Programmed Cell Death Mechanisms //Plants. 2022.11, 1100. doi:10.3390/plants11091100
23. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, М. В. Трунова и др. // Масличные культуры. 2023. № 1(193). С. 33-52. doi:10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Сафина Диана Радиковна - аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: safdia@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0950-7989>

Колесар Валерия Александровна - доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: klerochka@gmail.com

Сафин Радик Ильясович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

EVALUATION OF ECOLOGICAL PLASTICITY AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT SOYBEAN VARIETIES IN KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

D. R. Safina, V. A. Kolesar, R. I. Safin

Abstract. The article presents the results of a study to evaluating of yield formation characteristics and grain protein content in early-maturing soybean varieties from various breeding centers. The studies were conducted in 2023-2024 on gray forest soil in Kama region of the Republic of Tatarstan on the territory of Agrobiotechnopark of Kazan State Agrarian University. Eleven domestic and foreign varieties (EN Argenta, Samer 3, SK Aleksa, Vasilisa, Samer 2, Milyausha, Volzhanka, Vezelitsa, Vilana, ETs Flora, Duet) served as subjects of study. Agroclimatic conditions during the study years were characterized by periodic droughts during the soybean growing season. Analysis of biometric parameters revealed that plant height was primarily influenced by varietal characteristics, while root length was influenced by the agroclimatic conditions of the year. The following varieties were most resistant to root rot: Volzhanka, Aelita, ETs Flora, and SK Aleksa. Over the years of study the highest yields were obtained with the ETs Flora, Duet and EN Argenta varieties. The lowest yield variability across years was observed with Milyausha, ETs Flora and EN Argenta varieties. Milyausha variety had the highest protein content in soybean grain, while Volzhanka and Vezelitsa had slightly lower protein content. ETs Flora, Volzhanka, and Milyausha varieties demonstrated the highest protein yield in terms of protein yield per hectare of crop. The locally bred variety Milyausha, as well as the varieties Volzhanka and Vezelitsa, can be used in breeding programs to increase the protein content of soybean grains for the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan. Duet, ETs Flora and EN Argenta varieties are characterized by high yields and stable productivity (ecological plasticity) and are promising for cultivation in Kama region of the Republic of Tatarstan.

Key words: ecological plasticity, productivity, protein content, varieties, soybean (*Glycine max* (L.) Merr.).

For citation: Safina D.R., Kolesar V.A., Safin R.I. Evaluation of ecological plasticity and productivity of different soybean varieties in Kama region of the Republic of Tatarstan. Agrobiotechnologies and digital farming. 2025; 3(15). 26-31 p. <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-3-26-31>

References

1. Berezina NA, Khmeleva EV, Evdokimova OV, Samofalova LA. [Use of soybeans and their processed products in the processing and food industry]. Biologiya v selskom khozyaystve. 2023; 3(40). 25-37 p.
2. Ananeva TV, Serebryakova OV. [Soybean production trends in the world and in Russia: a comparative analysis]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2025; Vol.39. 2. 80-86 p. doi:10.53859/02352451_2025_39_2_80.
3. Sinegovskiy MO. [Soybean cultivation in Russia under modern conditions]. Vestnik rossiyской selskokhozyaystvennoy nauki. 2024; 5. 11-16 p. doi: 10.31857/S2500208224050037.
4. Klychova GS, Tsypin AP, Valiev AR. [Prospects for the development of soybean market and its importance for the Russian economy]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3(63). 128-134 p. doi:10.12737/2073-0462-2021-128-134.
5. Kozlova EI, Novak MA, Yando VV. [Regional aspects of soybean market development at the current stage]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.16. 1(76). 213-220 p. doi:10.53914/issn2071-2243_2023_1_213.

6. Polukhin AA, Zubarev KYu. [Development of organic farming in the Russian Federation and profitability of organic soybean production]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2023; Vol.37. 6. 44-49 p. doi:10.53859/02352451_2023_37_6_44.
7. Sinegovskiy MO. [Prospects for soybean production in the Far Eastern Federal District]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2020; 1. 13-16 p. doi: 10.30850/vrsn/2020/1/13-16.
8. Veklenko VI, Dadashev BA. [Soybean oil production in the world and in Russia]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2024; 2. 192-197 p.
9. Degtyareva ED. [Organizational and economic models for the development of soybean selection]. *APK: ekonomika, upravlenie*. 2025; 3. 135-140 p. doi:10.33305/253-135.
10. Krasnov AV, Smirnov SG, Nigmatzyanov AR. [Soybean production in the Republic of Tatarstan]. *Materialy XIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy pamyati R.G. Gareeva*. Kazan: Akademiya nauk Respubliki Tatarstan. 2023; 193-195 p. doi:10.37071/conferencearticle_65817336725257.32020736.
11. Fadeeva AN, Tagirov MSh. *Soya v Tatarstane*. [Soybean in Tatarstan]. Kazan: Foliant. 2016; 32 p.
12. Fadeeva AN, Tagirov MSh. [Prospects for soybean cultivation in Tatarstan]. *Niva Tatarstana*. 2015; 1. 7-8 p.
13. Nafikov MM, Smirnov SG. [Formation of soybean yield depending on agrotechnical factors in Tatarstan. Scientific support for sustainable development of agro-industrial complex in the conditions of climate aridization]. *Sbornik materialov IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii FGBNU RosNIISK "Rossorgo"*, Saratov, 21-22 marta 2024 goda. Saratov: OOO Mediamir. 2024; 309-314 p.
14. Nafikov MM, Smirnov SG, Krasnov AV, Shashkarov LG. [Features of soil cultivation methods application in soybean cultivation in the forest-steppe zone]. *Agrarnaya nauka*. 2024; 4. 70-74 p. doi:10.32634/0869-8155-2024-381-4-70-74.
15. Shurkhaeva KD, Khusnutdinova AT, Abrosimova TN. [Ecological testing of soybean varieties in the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledelie*. 2024; 4(12). 43-51 p. doi:10.12737/2782-490X-2024-43-51.
16. Wang H, Guohui S, Zizhong S, Xiangdong H. Effects of climate and price on soybean production: Empirical analysis based on panel data of 116 prefecture-level Chinese cities. *PLoS One*. 2023 Mar 24; 18(3): e0273887. journal.pone.0273887.
17. Goulart HMD, van der Wiel K, Folberth C, Boere E, van den Hurk B. Increase of simultaneous soybean failures due to climate change. *Earth's Future*. 2023; 11. e2022EF003106. doi:10.1029/2022EF003106
18. Shaytanov OL, Nizamov RM, Zakharova EI. [Assessing the impact of global warming on the climate of Tatarstan]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*. 2021; 4(40). 102-112 p. doi:10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
19. Perevedentsev YuP, Shantalinskiy KM, Mirsaeva NA. [Climate change in the Republic of Tatarstan]. *Geograficheskii vestnik*. 2024; 1(68). 103-112 p. doi:10.17072/2079-7877-2024-1-103-112.
20. Iqbal Z, Iqbal MS, Hashem A, Abd Allah EF, Ansari MI. Plant defense responses to biotic stress and its interplay with fluctuating dark/light conditions. *Front Plant Sci*. 2021 Mar.4; 12. 631810 p. doi:10.3389/fpls.2021.631810.
21. Lukomets VM, Baranov VF, Korrea UT. *Soya. Biologiya i tekhnologiya vozdel'yvaniya*. [Soybean. Biology and Technology of Cultivation]. Krasnodar: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut maslichnykh kultur im. V.S. Pustovoita. 2005; 433 p.
22. Paes de Melo B, Carpinetti PdA, Fraga OT, Rodrigues-Silva PL, Fioresi VS, de Camargos LF, Ferreira MFdS. Abiotic stresses in plants and their markers: a practice view of plant stress responses and programmed cell death mechanisms. *Plants*. 2022; 11. 1100 p. doi:10.3390/plants11091100
23. Lukomets VM, Tishkov NM, Trunova MV. [Methodology for conducting agrotechnical research in experiments with oilseed crops (communication 1. research in experiments with soybeans)]. *Maslichnye kultury*. 2023; 1(193). 33-52 p. doi:10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Safina Diana Radikovna – post-graduate student of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department, e-mail: safdia@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0950-7989>
 Kolesar Valeriya Aleksandrovna - Associate Professor of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department, e-mail: klerochka@gmail.com
 Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.