

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.203-210>
УДК 633.853.52:631.527:551.5:631.559



Перспективные селекционные линии сои северного экотипа для создания сортов кормового назначения

© 2022. А. А. Фадеев, М. Ф. Фадеева, И. И. Никифорова, И. Ю. Иванова[✉]
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье приводятся результаты сравнительной оценки селекционных линий сои северного экотипа с целью выделения наиболее перспективных для создания сортов кормового назначения, пригодных к возделыванию в смешанных посевах. Исследования проводили в 2018-2021 гг. в условиях Чувашской Республики на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Испытывали четыре линии сои в сравнении с сортом-стандартом СибНИИК 315, рекомендованным для возделывания в Волго-Вятском регионе. Посевы оценивали по динамике накопления надземной биомассы в фазы «образование бобов» и «налив бобов». По результатам 4-летнего периода наблюдений установлены корреляционные взаимосвязи продуктивности линий сои северного экотипа с погодными факторами. Выявлено, что урожайность надземной массы в период образования и налива бобов зависела в большей степени от атмосферных осадков ($r = -0,49 \dots -0,86$). Установлено, что селекционные линии № 314 и № 320 среднераннего и среднеспелого сроков созревания обладали достаточно высокой продуктивностью. Урожайность зеленой массы в одновидовых посевах достигала 39,7 т/га у линии № 314 и 36,7 т/га – № 320, что превысило сорт-стандарт в 1,5 раза. Выделившиеся линии заслуживают внимания и по архитектонике куста – сравнительно высокие (90-91 см), облиственные (46-44 %), ветвистые, нутирующие растения.

Ключевые слова: урожайность надземной массы, структура урожайности, погодные условия, корреляционные связи

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0767-2019-0097).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фадеев А. А., Фадеева М. Ф., Никифорова И. И., Иванова И. Ю. Перспективные селекционные линии сои северного экотипа для создания сортов кормового назначения. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(2):203-210. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.203-210>

Поступила: 05.01.2022

Принята к публикации: 18.03.2022

Опубликована онлайн: 20.04.2022

Promising soybean breeding lines of the northern ecotype for developing forage crops

© 2022. Andrey A. Fadeev, Margarita F. Fadeeva, Inna I. Nikiforova, Inga Y. Ivanova[✉]

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article presents the results of comparative assessment of soybean breeding lines of the northern ecotype for selection of the most promising ones for developing forage varieties suited for cultivation in mixed crops. The studies were carried out in 2018-2021 in the conditions of the Chuvash Republic on gray forest heavy loamy soil. The experiment included four soybean lines in comparison with the SibNIIC 315 standard recommended for growing in the Volga-Vyatka region. The crops were evaluated according to the dynamics of accumulation of aboveground biomass during the phases of formation and filling of beans. Based on the results of a 4-year observation period, correlations between the productivity of soybean lines of the northern ecotype with weather factors have been established. It has been revealed that the yield of aboveground mass during the phases of formation and filling of beans depended mostly on atmospheric precipitation ($r = -0.49 \dots -0.86$). It has been established, that breeding lines No. 314 and No. 320 of middle early and mid-season ripening period had rather high productivity. The yield of green mass in single-crop sowings was 39.7 t/ha in line No. 314 and 36.7 t/ha in line No. 320 that 1.5 times exceeded the standard variety. The selected lines are worth noting and according to bush architectonics are rather high (90-91 cm), foliate (46-44 %), branched, nutate plants.

Keywords: productivity of the aboveground mass, yield structure, weather conditions, correlations

Acknowledgements: the work was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0097).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citations: Fadeev A. A., Fadeeva M. F., Nikiforova I. I., Ivanova I. Y. Promising soybean breeding lines of the northern ecotype for developing forage crops. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(2):203-210. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.203-210>

Received: 05.01.2022

Accepted for publication: 18.03.2022

Published online: 20.04.2022

Для создания продуктивных и высокоустойчивых кормовых агроценозов и более полного использования биологических факторов все большее применение находят смешанные посевы. Смешанные агрофитоценозы – это перспективное направление интенсификации растениеводческой отрасли, связанное с наиболее полным и эффективным использованием биоклиматического потенциала конкретного поля [1, 2, 3, 4]. Смеси благодаря возможности регулирования норм высева и подбору компонентов дают запланированное качество корма в поле без дорогостоящего использования кормосмесителей и кормоцехов [5, 6, 7]. Проведенными ранее исследованиями показана перспективность смешанных посевов злаковых культур с кукурузой или соей в основных районах их распространения [8, 9, 10]. Благодаря удачной биологической совместности этих культур возрастает урожайность, сбор питательных веществ, особенно наблюдается превосходство по содержанию переваримого протеина в сравнении с чистыми посевами злаковых культур. Соя по своим биологическим свойствам близка к таким теплолюбивым злаковым культурам, как кукуруза, суданская трава, сорго и является лучшим компонентом для смешанного агрофитоценоза [11, 12].

Соя – уникальная зернобобовая культура по биохимическому составу семян и, прежде всего, высокому содержанию белка, полноценному по аминокислотному составу. В качестве корма используются все части этого растения: зеленые листья и стебли, солома, зерно и его отходы в виде концентрированного корма (мука, шрот, жмых, молоко, экструдированная соя) [7].

В южных регионах сою возделывают в смешанных посевах со злаковыми культурами, в частности с кукурузой, для получения сбалансированного по белку корма. Для совместных посевов сои с кукурузой на зеленый корм и силос нужно подбирать сорта сои с максимально возможным развитием вегетативной массы, позволяющие достигнуть наивысшей урожайности в конкретных условиях возделывания [3, 13].

Для продвижения сои в северные районы необходимы новые сорта, соответствующие меняющимся экологическим условиям. Поэтому выведение раннеспелого сорта северного экотипа, адаптированного к условиям длинного дня с высокой урожайностью надземной массы

для возделывания в смеси с кукурузой, является актуальной темой в решении проблемы получения высококачественных сбалансированных кормов в северных регионах.

Цель исследований – провести сравнительную оценку селекционных линий сои северного экотипа и выделить перспективные со слабой реакцией на фотопериод, индетерминантные с признаками нутирования, формирующие высокую урожайность надземной массы, для создания сортов кормового назначения, пригодных к возделыванию в смешанных посевах.

Новизна исследования – впервые в условиях 56° с. ш. выделены селекционные линии сои среднераннего и среднеспелого сроков созревания, пригодные по архитектонике куста и продуктивности надземной биомассы для создания сортов кормового назначения.

Материал и методы. Объект исследований – четыре линии сои (F6-F7), созданные в Чувашском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Полевые опыты проводили в поле № 9 кормового севооборота Чувашского НИИСХ на серых лесных тяжелосуглинистых почвах: кислотность – $pH_{\text{сол}}$ 5,5, гумус – 5,8 %, подвижный фосфор – 173 мг/кг, калий – 111 мг/кг. Основная обработка почвы осенью – вспашка плугом, весной – закрытие влаги и предпосевная культивация на глубину заделки семян. Рельеф участка под опытом – ровный. Посев проводили сеялкой точного высева широкорядным способом в оптимальные для сои сроки сева с нормой 450 тыс. всхожих семян на гектар.

Полевые опыты закладывали по методике Б. А. Доспехова¹. Ширина междурядий 50 см, ширина дорожки между деланками равнялась 50 см для снятия краевого эффекта. Площадь деланки – 24 м², повторность трехкратная. На каждой деланке выделяли учетные площади 1 м² для фенологических наблюдений и биометрического анализа снопа. Стандартом служил сорт сои СибНИИК 315, рекомендованный для возделывания в Волго-Вятском регионе.

Лучшие растения для дальнейшего изучения отбирали в фазе «полная спелость семян» с учетом результатов биометрического анализа снопа. Исследования проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур² и методическими указаниями по селекции сои [14, 15].

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып. 1, 2. 267 с.

Погодные условия в годы исследований отличались температурным режимом и количеством осадков в течение вегетационного периода. По условиям увлажнения 2018 год классифицирован как засушливый (ГТК = 0,68), 2019 и 2020 годы были умеренно теплыми с недостатком влаги в начале вегетационного периода растений и высокой доступностью влаги в фазе созревания урожая: ГТК составил 1,09 и 1,1 соответственно. Острозасушливыми условиями характеризовался 2021 год в периоды развития вегетативных и формирования генеративных органов растений сои (ГТК = 0,77). Сумма активных температур ($\Sigma t > 10^\circ\text{C}$)

в 2018 году составила 1782°C , в 2019 – 2303°C , в 2020 – 2160°C , в 2021 году – 2560°C [16].

Результаты и их обсуждение. При создании сортов сои кормового направления важнейшим требованием является сравнительная высокорослость растений, компактность ветвления, высокое прикрепление нижних ветвей, устойчивость к полеганию и обламыванию ветвей [3, 17]. Среди испытываемых образцов выделены по группе спелости среднеранние (№ 29 и 314) и среднеспелые (№ 204 и 320), они имели индетерминантный тип роста с полураскидистой формой куста (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика перспективных селекционных линий сои северного экотипа /
Table 1 – Characteristics of promising soybean breeding lines of the northern ecotype

Линия / Line	Группа спелости / Ripeness Group	Тип и форма роста / Type and form of growth	Высота, см / Height, cm		Число, шт. / Number, pcs.	
			растения / plants	прикрепления нижнего боба / attaching the bottom bean	ветвлений / branching	продуктивных узлов на главном стебле / productive nodes on the main stem
СибНИИК 315, ст. / SibNIİK 315, st	Ранняя / Early	Полудетерминантный / Semi-determinant Полураскидистый / Semi-spreading Вьется слабо / Curls weakly	53	12,8	1,6	8,1
№ 29	Средне- ранняя / Medium-early	Индетерминантный / Indeterminate Полупрямостоячий / Semi-upright Вьется хорошо / Curls well	76	17,9	2,0	8,4
№ 204	Средняя / Mid-season	Индетерминантный / Indeterminate Полураскидистый / Semi-spreading Вьется средне / Curls average	83	14,0	1,4	8,5
№ 314	Средне- ранняя / Medium-early	Индетерминантный / Indeterminate Полураскидистый / Semi-spreading Вьется хорошо / Curls well	90	21,1	1,1	7,2
№ 320	Средняя / Mid-season	Индетерминантный / Indeterminate Полураскидистый / Semi-spreading Вьется хорошо / Curls well	91	21,6	1,3	8,1

По высоте растений все линии превысили стандартный сорт. Признак нутирования был характерен в той или иной степени всем селекционным линиям. По высоте прикрепления нижнего боба все изучаемые

образцы превышали стандартный сорт, наиболее высокое прикрепление отмечено у линий № 320 и № 314 (21,6; 21,1 см соответственно). По степени формирования дополнительных ветвей и числу продуктив-

ных узлов на главном стебле существенных различий со стандартом не наблюдалось.

Результаты исследований за 4 года показали, что наибольший урожай зеленой массы у испытуемых образцов собран в фазе «образование бобов» – 28,5 т/га против 23,6 т/га при уборке в фазе «налив бобов».

В формировании урожая надземной массы сои немаловажную роль играют сложившиеся погодные условия по обеспеченности теплом и влагой, последняя играет основную роль [13, 18].

Лучшие показатели по формированию надземной биомассы отмечены в 2018 и 2020 годах, когда средняя урожайность по вариантам при первом учете составила 33,7 и 33,8 т/га, при втором – 34,7 и 27,4 соответственно. Резкое снижение урожая во всех вариантах отмечено в острозасушливом 2021 году: 15,0 т/га в фазе «образование бобов» и 6,8 т/га в фазе «налив бобов». Все селекционные линии по динамике накопления надземной массы за все годы проведения опытов показали превышение над стандартным сортом (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы перспективных линий сои по фазам роста и развития, т/га /
Table 2 – Yield of green mass of promising soybean lines by the phases of growth and development, t/ha

Линия / Line	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее / average	± к стандарту / ± to standard
<i>Фаза «образование бобов» / Bean formation phase</i>						
СибНИИК 315, ст. / SibNIİK 315, st.	26,9	20,7	21,4	12,5	20,4	-
№ 29	34,1	28,7	26,9	16,0	26,4	6,0
№ 204	24,2	28,0	36,9	13,9	25,8	5,4
№ 314	39,7	28,8	37,9	13,8	31,8	11,4
№ 320	36,7	32,5	33,7	16,3	29,8	9,4
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	1,1	1,3	0,6	-	-
<i>Фаза «налив бобов» / The bean filling phase</i>						
СибНИИК 315, ст. / SibNIİK 315, st.	20,1	7,3	12,3	4,4	11,0	-
№ 29	35,9	24,2	21,1	5,3	21,6	10,6
№ 204	33,7	27,6	31,4	6,5	24,8	13,8
№ 314	32,6	26,5	28,6	6,6	23,6	12,6
№ 320	36,2	23,4	28,6	8,7	24,2	13,2
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,8	1,01	0,31	-	-

Сбор сухих веществ в среднем по селекционным линиям при уборке сои в фазу «полное цветение» и «образование бобов» в 2018, 2019 и 2020 годы был на одном уровне (8,5-8,6 т/га). По выходу сухих веществ в фазе «налив бобов» явное преимущество имел 2020 год (среднее по испытуемым вариантам 13,2 т/га, среднее по годам 8,8 т/га). Выделялась раннеспелая линия № 29 – сбор сухого вещества составил 15,7 т/га (табл. 3).

Показатели сбора зеленой биомассы и сухого вещества самыми низкими за все годы исследований были в засушливом 2021 году. Сбор надземной массы в сухом виде в фазе «образование бобов» составил 4,4 т/га среднее по вариантам, в фазе «налив бобов» – 3,1 т/га, т. е. в 2 раза ниже по сравнению с предыдущими годами.

Самый высокий показатель по продуктивности в этот неблагоприятный год при ранней уборке имела линия № 320 – 4,9 т/га вместо 3,7 т/га у сорта-стандарта, аналогичные результаты получены и при уборке в фазе «налив бобов» – 4,0 и 2,0 т/га соответственно.

В среднем за все годы исследований по урожайности надземной массы выделялись линии №314 и 320 в фазе «образование бобов», при уборке в более поздние сроки – линии № 204 и 320. При уборке в фазе «налив бобов» значение коэффициента вариации у испытуемых линий менее 33 %, что указывает на однородность исследований совокупности. При более ранней уборке размах варьирования у селекционных линий имел повышенные показатели, и коэффициенты вариации превышали показатель сорта-стандарта.

Таблица 3 – Сбор сухого вещества сои по фазам роста и развития, т/га /

Table 3 – Collection of dry matter of soybean by the phases of growth and development, t/ha

Линия / Line	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее / Average	Размах варьирования (min - max), т/га / Variation range (min - max), t/ha	Стрессо- устойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$), т/га / Stress Resistance ($Y_{\min} - Y_{\max}$), t/ha	CV, %
<i>Фаза «образование бобов» / Bean formation phase</i>								
СибНИИК 315, ст. / SibNIİK 315, st.	6,4	6,2	5,6	3,7	5,5	3,7-6,4	-2,7	15,9
№ 29	8,1	8,7	6,8	4,6	7,1	4,6-8,7	-4,1	28,2
№ 204	8,2	7,8	9,2	4,0	7,3	4,0-9,2	-5,2	45,2
№ 314	9,7	8,1	9,5	4,2	7,9	4,2-9,7	-5,5	46,2
№ 320	8,3	9,7	8,6	4,9	7,9	4,9-9,7	-4,8	37,3
<i>Фаза «налив бобов» / The bean filling phase</i>								
СибНИИК 315, ст. / SibNIİK 315, st.	6,3	5,9	9,8	2,0	6,0	2-9,8	-7,8	33,3
№ 29	6,8	14,1	15,7	2,4	9,8	2,4-15,7	-13,3	20,4
№ 204	8,9	8,9	14,1	3,0	8,7	3-14,1	-11,1	23,0
№ 314	10,4	9,6	10,6	3,0	8,4	3-10,6	-7,6	23,8
№ 320	8,9	8,1	12,5	4,0	8,4	4-12,5	-8,5	23,8

В результате корреляционно-регрессивного анализа установлено, что в различные годы виды на урожайность зеленой массы и силоса определяются комплексом факторов,

и влага является определяющим. Об этом свидетельствуют корреляционные связи, установленные для каждого учета (табл. 4).

Таблица 4 – Корреляционная связь осадков и температуры воздуха с урожайностью зеленой массы сои /

Table 4 – Correlation of precipitation and air temperature with the yield of soybean green mass

Линия / Line	Осадки / Precipitation		Сумма активных температур выше 10 °C / The sum of active temperatures is higher 10 °C	
	1-й учет / 1-accounting	2-й учет / 2-accounting	1-й учет / 1-accounting	2-й учет / 2-accounting
СибНИИК 315-ст. / SibNIİK 315-st	-0,89	-0,74	-0,10	0,18
№ 29	-0,97	-0,86	-0,29	-0,02
№ 204	-0,71	-0,49	0,27	0,48
№ 314	-0,87	-0,71	-0,04	0,23
№ 320	-0,90	-0,75	-0,10	0,17

В корме самая питательная часть – это листья и продуктивные органы. Грубая часть корма с высоким содержанием клетчатки представлена стеблями [7].

Анализ структуры урожая зеленой массы при уборке в фазе «образование бобов» показал, что содержание листовой массы в корме доходило от 40 до 47 % у испытываемых линий (у сорта-стандарта – 33 %).

Среднеранние селекционные линии (№ 39 и 314) и ранний стандартный сорт выделялись большей долей бобов по сравнению со среднеспелыми образцами (№ 204 и 314) – 39 % против 29 %. Грубая часть растений, представленная стеблями, составляла 22-26 %, при этом отмечено снижение этого показателя у раннеспелых линий (табл. 5).

Таблица 5 – Структура урожая зеленой массы сои в фазе «образование бобов» (среднее за 2018-2020 гг.) /
 Table 5 – Structure of soybean green mass yield in the bean formation phase (average for 2018-2020)

Линия / Line	Доля в общей массе, % / Share in the total mass, %			
	стеблей / stems	листьев и бобов / leaves and beans	в том числе / including	
			листьев / leaves	бобов / beans
СибНИИК 315, ст. / SibNIK 315, st	22	78	33	45
№ 29	23	77	40	37
№ 204	25	75	47	28
№ 314	23	77	46	31
№ 320	26	74	44	30

Закключение. По результатам испытаний за 4 года установлено, что селекционные линии сои северного экотипа № 314 и 320 выделились по формированию надземной биомассы и по другим хозяйственно ценным признакам: сбор сухого вещества превысил стандартный сорт на 43 % в фазе «формирование бобов» и 40 % в фазе «налив бобов».

Выделившиеся линии заслуживают внимания и по архитектонике куста – сравнительно высокие, облиственные, ветвистые, нутирующие растения. Эти линии целесообразно использовать для создания полноценных сортов сои, которые подходят для возделывания в смешанных посевах.

Список литературы

1. Рущая В. И., Сорокин А. Е., Исаева Е. И. Усиление биологического фактора в смешанных ценозах посредством использования люпина. Адаптивное кормопроизводство. 2019;(3):48-54. DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-48-54>
2. Дронов А. В., Симонов В. Ю. Эффективность создания совместных посевов кормового сорго на юго-западе Российского Нечерноземья. Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: мат-лы Междунар. науч. экологической конф. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2016. С. 34-37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25901406&>
3. Головина Е. В., Зотиков В. И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: монография. Орел: ООО полиграфическая фирма «Картуш», 2019. 320 с.
4. Бельшикина М. Е. Соя – источник полноценного растительного белка в кормопроизводстве. Доклады ТСХА: мат-лы Междунар. науч. конф., посвященной 175-летию К. А. Тимирязева. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. С. 584-589.
5. Доева А. Т., Дзугаева Л. А., Фарниева О. Р. Бобовые культуры в полевом кормопроизводстве. Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. в честь 90-летия кафедр кормление, разведение и генетика сельскохозяйственных животных и частная зоотехния факультета технологического менеджмента. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. С. 23-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45772531>
6. Кислицына А. А. Полосные посевы – эффективное направление в кормопроизводстве. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018;(3):3-7. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32768930>
7. Авраменко А. А., Наумова Т. В., Павлова О. В. Оценка продуктивности и питательности смешанных посевов сои с однолетними злаковыми культурами в условиях Приморского края. Вестник КрасГАУ. 2020;(6):56-61. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-56-61>
8. Абасов Ш. М., Шишхаев И. Я., Абасов М. Ш., Магамадгазиева З. Б. Совместные посевы полевых культур, обеспечивающие устойчивое производство высококачественных кормов. Тенденции развития науки и образования. 2018;(45-6):54-57. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-12-2018-138>
9. Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В. Совместный посев сои с суданской травой – высокопродуктивный агроценоз. Агроинновации. 2012;(2):16-17. Режим доступа: <http://agro-in.cap.ru/SiteMap.aspx?id=1227044>
10. Фомин В. Н., Миназов И. Р. Совместные посевы кукурузы с бобовыми культурами в республике Татарстан. Достижения науки и техники АПК. 2012;(2):55-57. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17667371>
11. Белоченко И. С. Совмещенные посевы и другие проблемы в развитии агроландшафтов Кубани. Новая наука: Проблемы и перспективы. 2016;(9-1):183-188. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26711446>
12. Семин И. А., Зайцева Г. А., Яскова О. М. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от метеоусловий. Наука и Образование. 2021;4(2):1-6. Режим доступа: <http://www.opusmgau.ru/index.php/see/article/view/3133>
13. Зайцев Н. И., Ревенко В. Ю., Устарханова Э. Г. Влияние погодных факторов на продуктивность перспективных линий сои в зоне неустойчивого увлажнения. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2020;(2(182)):62-69. DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69>

14. Mikhailova N., Fadeev A. Features of soybean seed production of the northern ecotype at the first stages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020;548(7):072002. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072002>
15. 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>
16. Ilina S., Ivanova I., Fadeev A. Effectiveness of herbicide treatment on pea crops. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;839:022030. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022030>
17. Красовская А. В., Веремей Т. М. Сравнительное изучение зернобобовых культур в Западной Сибири. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013;(1):26-28. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22507272>
18. Иванова И. Ю., Фадеев А. А. Влияние погодных условий на урожайность сои в условиях Волго-Вятского региона. Зернобобовые и крупяные культуры. 2020;(4):93-98. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11210>

References

1. Ruckaya V. I., Sorokin A. E., Isaeva E. I. *Usilenie biologicheskogo faktora v smeshannykh tsenozakh posredstvom ispol'zovaniya lyupina*. [Strengthening of a biological factor in mixed coenoses by lupin use]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* = Adaptive fodder production. 2019;(3):48-54. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-48-54>
2. Dronov A. V., Simonov V. Yu. *Effektivnost' sozdaniya sovmestnykh posevov kormovogo sorgo na yugo-zapade Rossiyskogo Nechernozem'ya*. [Efficiency of creating combined mixtures with fodder sorghum in non-chernozem zone of Russia]. *Sovmeshchennyye posevy polevykh kul'tur v sevooborote agrolandshafta: mat-ly Mezhdunar. nauch. ekologicheskoy konf.* [Combined sowing of field crops in the crop rotation of the agricultural landscape: Proceedings of the International Scientific Ecological Conference]. Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni I. T. Trubilina, 2016. pp. 34-37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25901406&>
3. Golovina E. V., Zotikov V. I. *Produktionnyy protsess i adaptivnye reaktsii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo ekotipa v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona RF: monografiya*. [Production process and adaptive reactions to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the conditions of the Central Chernozem region of the Russian Federation: monograph]. Orel: OOO poligraficheskaya firma «Kartush», 2019. 320 p.
4. Belyshkina M. E. *Soya – istochnik polnotsennogo rastitel'nogo belka v kormoproizvodstve*. [Soy is a source of high-grade vegetable protein in feed production]. *Doklady TSKhA: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf., posvyashchennoy 175-letiyu K. A. Timiryazeva*. [Reports of the TLC: Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 175th anniversary of K. A. Timiryazev]. Moscow: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet – MSKhA im. K. A. Timiryazeva, 2019. pp. 584-589.
5. Doeva A. T., Dzugaeva L. A., Farnieva O. R. *Bobovyye kul'tury v polevom kormoproizvodstve*. [Legumes in field fodder production]. *Innovatsionnyye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: mat-ly Vseros. nauch. prakt. konf. v chest' 90-letiya kafedry kormleniya, razvedeniya i genetiki sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i chastnaya zootekhnika fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta*. [Innovative technologies of production and processing of agricultural products: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the Departments of Feeding, Breeding and Genetics of Farm Animals and Small Animal Science of the Faculty of Technological Management]. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. С. 23-25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45772531>
6. Kislytsyna A. A. *Polosnyye posevy – effektivnoye napravleniye v kormoproizvodstve*. [Strip crops are effective direction in feed production]. *Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*. 2018;(3):3-7. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32768930>
7. Avramenko A. A., Naumova T. V., Pavlova O. V. *Otsenka produktivnosti i pitatel'nosti smeshannykh posevov soi s odnoletnimi zlakovymi kul'turami v usloviyakh Primorskogo kraya*. [The estimation of productivity and nutrition of mixed soy seeds with annual cereal crops in the conditions of Primorsk region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2020;(6):56-61. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-56-61>
8. Abasov Sh. M., Shishkhaev I. Ya., Abasov M. Sh., Magamadgazieva Z. B. *Sovmestnyye posevy polevykh kul'tur, obespechivayushchie ustoychivoe proizvodstvo vysokokachestvennykh kormov*. [Mixed sowings of field crops, ensuring sustainable production of high-quality feed]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018;(45-6):54-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18411/ij-12-2018-138>
9. Fadeeva M. F., Vorobeva L. V. *Sovmestnyy posev soi s sudanskoy travoy – vysokoproduktivnyy agrotsenoz*. [Mixed sowing of soybeans with Sudanese grass is a highly productive agrocenosis]. *Agroinnovatsii*. 2012;(2):16-17. (In Russ.). URL: <http://agro-in.cap.ru/SiteMap.aspx?id=1227044>
10. Fomin V. N., Minazov I. R. *Sovmestnyye posevy kukuruzy s bobovymi kul'turami v respublike Tatarstan*. [Joint crops maize with legumes in the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2012;(2):55-57. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17667371>
11. Belyuchenko I. S. *Sovmeshchennyye posevy i drugie problemy v razvitiy agrolandshaftov Kubani*. [Combined crops and other problems in the development of agricultural landscapes of the Kuban]. *Novaya nauka: Problemy i perspektivy*. 2016;(9-1):183-188. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26711446>

12. Semin I. A., Zaytseva G. A., Ryaskova O. M. *Urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot meteousoviy*. [Productivity of the agricultural cultures depending on meteorological conditions]. *Nauka i Obrazovanie = The Education and Science Journal*. 2021;4(2):1-6. (In Russ.). URL: <http://www.opusmgau.ru/index.php/see/article/view/3133>

13. Zaytsev N. I., Revenko V. Yu., Ustarkhanova E. G. *Vliyaniye pogodnykh faktorov na produktivnost' perspektivnykh liniy soi v zone neustoychivogo uvlazhneniya*. [Influence of weather factors on the productivity of perspective soybean lines in the unstable moisture zone]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2020;(2(182)):62-69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69>

14. Mikhailova N., Fadeev A. Features of soybean seed production of the northern ecotype at the first stages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020;548(7):072002. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072002>

15. Zelentsov S. V. *Metodicheskie osnovy selektsionnogo protsessa u soi i ego uluchshayushchie modifikatsii vo VNIIMK (obzor)*. [Methodological fundamentals of the breeding process in soybean and its improving modifications at VNIIMK (review)]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiyskogo 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>

16. Ilina S., Ivanova I., Fadeev A. Effectiveness of herbicide treatment on pea crops. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;839:022030. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022030>

17. Krasovskaya A. V., Veremey T. M. *Sravnitel'noye izucheniye zernobobovykh kul'tur v Zapadnoy Sibiri*. [The comparative characteristic of leguminous plants in West Siberia]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2013;(1):26-28. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22507272>

18. Ivanova I. Yu., Fadeev A. A. *Vliyaniye pogodnykh usloviy na urozhaynost' soi v usloviyakh Volgo-Vyatskogo regiona*. [Influence of weather conditions on soybean yield in the Volga-Vyatka region]. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2020;(4):93-98. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11210>

Сведения об авторах

Фадеев Андрей Анатольевич, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0834-1681>

Фадеева Маргарита Филипповна, кандидат с.-х. наук, научный консультант, Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1702-3113>

Никифорова Инна Ивановна, младший научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательского институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6222-4163>

✉ **Иванова Инга Юрьевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательского институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>, e-mail: m35y24@yandex.ru

Information about the authors

Andrey A. Fadeev, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'sky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0834-1681>

Margarita F. Fadeeva, PhD in Agricultural Science, scientific consultant, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'sky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1702-3113>

Inna I. Nikiforova, junior researcher, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'sky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6222-4163>

✉ **Inga Yu. Ivanova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'sky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>, e-mail: m35y24@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author