

Виктория Витальевна Тедеева<sup>1✉</sup>, Альбина Ахурбековна Тедеева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра Владикавказский научный центр РАН, с. Михайловское, РСО – Алания, Россия

<sup>1</sup>vikkimarik@bk.ru

<sup>2</sup>tedeeva@bk.ru

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ

Цель исследований – установить зависимость от применяемых доз минеральных удобрений на симбиотическую активность посевов сои в предгорной зоне Республики Северная Осетия – Алания. Задачи: установить оптимальные дозы минеральных удобрений, оказывающих положительное влияние на симбиотическую активность посевов сои. Полевые опыты были заложены в лесостепной зоне Республики РСО – Алания на землях, принадлежащих Северо-Кавказскому научно-исследовательскому институту горного и предгорного сельского хозяйства ВНИЦ РАН. Почвы данной зоны представлены выщелоченными черноземами, механический состав верхних горизонтов рассматриваемых почв тяжелосуглинистый иловато-пылеватый. С глубиной в профиле он облегчается и переходит в среднесуглинистый. Черноземы выщелоченные на галечнике обладают хорошей водопрочной структурой. Валовое содержание гумуса находится в пределах 1,56–6,30 % в зависимости от почвенного разреза, рН – 5,1–5,7, глубже щелочная. Объекты исследования – сорта сои Иристон и Вита. Иристон – сорт селекции ООО «ИрАгро», Вита – сорт селекции ВНИИМК им. В.С. Пустовойта. Применение различных доз удобрений повышало число и массу клубеньков, с применением фосфорно-минеральных удобрений замечено лучшее развитие симбиотического аппарата. АСП в среднем за изучаемые годы по сорту сои Иристон на контрольном варианте составил 5 425 единиц, а с внесением фосфорных минеральных удобрений ( $P_{60}$ ) находился в пределах 11 890 единиц. По сорту Вита сложились аналогичные показатели и составили на контроле 3 800, с внесением  $P_{60}$  – 7 816 единиц, на 4 016 единиц больше. Потребление азота на контроле по сорту Иристон составило 92,5 кг/га, с применением фосфорного удобрения ( $P_{60}$ ) – 131,3 кг/га. Биологическая урожайность также с применением фосфорных удобрений повышалась по сорту Иристон на 0,57 т/га, по сорту сои Вита – на 0,54 т/га.

**Ключевые слова:** соя, сорта сои, минеральные удобрения, симбиотическая активность, белковая продуктивность, клубеньки

**Для цитирования:** Тедеева В.В., Тедеева А.А. Влияние минеральных удобрений на симбиотическую активность посевов сои // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 51–58. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-51-58.

Victoria Vitalievna Tedeeva<sup>1✉</sup>, Albina Akhurbekovna Tedeeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Center Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, p. Mikhailovskoye, North Ossetia – Alania, Russia

<sup>1</sup>vikkimarik@bk.ru

<sup>2</sup>tedeeva@bk.ru

## MINERAL FERTILIZERS INFLUENCE ON THE SOYBEAN CROPS SYMBIOTIC ACTIVITY

The purpose of research is to establish the dependence of the applied doses of mineral fertilizers on the symbiotic activity of soybean crops in the foothill zone of the Republic of North Ossetia – Alania. Objectives: to establish optimal doses of mineral fertilizers that have a positive effect on the symbiotic activity of soybean crops. Field experiments were carried out in the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania, on lands belonging to the North Caucasus Research Institute of Mountain Foothill Agriculture of the All-Russian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The soils of this zone are represented by leached chernozems; the mechanical composition of the upper horizons of the soils under consideration is heavy loamy, silty-dusty. With depth in the profile it becomes lighter and becomes medium loamy. Chernozems leached on pebbles have a good water-resistant structure. The gross humus content is in the range of 1.56–6.30 % depending on the soil section, pH – 5.1–5.7, deeper alkaline. The objects of the study are soybean varieties Iriston and Vita. Iriston is a variety selected by IrAgro LLC, Vita is a variety selected by V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops. The use of various doses of fertilizers increased the number and weight of nodules; with the use of phosphorus-mineral fertilizers, better development of the symbiotic apparatus was observed. The average ASP for the studied years for the soybean variety Iriston in the control variant was 5 425 units, and with the application of phosphorus mineral fertilizers ( $P_{60}$ ) it was within 11 890 units. For the Vita variety, similar indicators developed and amounted to 3 800 in the control, with the application of  $P_{60}$  – 7 816 units, 4 016 units more. Nitrogen consumption under control for the Iriston variety was 92.5 kg/ha, with the use of phosphorus fertilizer ( $P_{60}$ ) – 131.3 kg/ha. Biological productivity also increased with the use of phosphorus fertilizers for the Iriston variety by 0.57 t/ha, and for the Vita soybean variety – by 0.54 t/ha.

**Keywords:** soybean, varieties soybean, mineral fertilizers, symbiotic activity, protein productivity, nodules

**For citation:** Tedeeva V.V., Tedeeva A.A. Mineral fertilizers influence on the soybean crops symbiotic activity // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 51–58 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-51-58.

**Введение.** Соя является основной белково-масличной культурой в мире, в семенах которой содержится в среднем 35–40 % белка, 20–25 % масла. В вегетативной массе сои, если ее убрать во время образования бобов, содержит 16–18 % белка, углеводов и витаминов. Масло сои относится к легкоусвояемым, содержит жирные кислоты. За счет разнообразного химического состава сою применяют в продовольственной, кормовой и технической промышленности. Зерно используют на масло, шрот и жмых, как ценную белковую добавку в кормопроизводстве. Зеленую массу используют на корм скоту [1, 2].

В предгорьях Северной Осетии для увеличения продуктивности сои и улучшения качества зерна большую роль играет подбор сортов, технология выращивания которых должна быть направлена на получение потенциальных возможностей сорта с целью получения качественного зерна и повышения урожайности [3, 4].

Применение удобрений на посевах сои должно максимально удовлетворять потребности ее в макро- и микроэлементах, на основе их содержания в почве и растениях [5, 6].

**Цель исследований** – установить зависимость симбиотической активности посевов сои

от применяемых доз минеральных удобрений в предгорной зоне Республики Северная Осетия – Алания.

**Задачи:** установить оптимальные дозы минеральных удобрений, оказывающих положительное влияние на симбиотическую активность посевов сои.

**Объекты и методы.** Полевые опыты были заложены на научно-производственных участках Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства ВНЦ РАН, расположенных в Пригородном районе, с. Михайловское, РСО – Алания в 2020–2022 гг. в лесостепной зоне. Почвы данной зоны представлены выщелоченными черноземами, механический состав верхних горизонтов рассматриваемых почв тяжелосуглинистый иловато-пылеватый. С глубиной в профиле он облегчается и переходит в среднесуглинистый. Черноземы выщелоченные на галечнике обладают хорошей водопрочной структурой. Валовое содержание гумуса находится в пределах 1,56–6,30 % в зависимости от почвенного разреза, pH – 5,1–5,7, глубже – щелочная.

Объектом исследований были сорта сои Иристон и Вита. Иристон – сорт селекции

ООО «ИрАгро», Вита – сорт селекции ВНИИМК им. В.С. Пустовойта. Повторность опыта – трехкратная, деланки размещены рендомизированным методом. Общая площадь опыта – 100 м<sup>2</sup>, учетная – 70 м<sup>2</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** В опытах после появления всходов сои на корнях были видны первые клубеньки через 13–20 дней. До периода фазы «цветение» количество клубеньков и их масса увеличивались. В дальнейшем развитии эти значения находились в одинаковом состоянии, по мере старения растений (август, сентябрь) количественные показатели стали уменьшаться. В начальном периоде вегетации растений клубеньки находились по всей корневой системе сои, их число было малым, затем они сосредоточились на главном корне, а их количество увеличивалось.

Установлено, что применение минеральных удобрений улучшало численность и массу 1-го клубенька. На контрольном варианте (сорт Иристон) численность клубеньков на 1-м растении составила 77,3 шт., а их средняя масса – 70,7 мг.

При внесении фосфорных удобрений Р<sub>60</sub> наблюдалось наибольшее развитие симбиотического аппарата. Количество клубеньков в период их максимального развития на одном растении составило 78,4 шт. с массой 72,9 мг, что на 30,8 шт. лучше, чем показатели контрольного варианта. На контрольном варианте клубеньки находились на всей корневой системе, тогда как на удобренных фонах они размещались на главном корне, что говорит об улучшенной азотфиксации сои.

Многими исследованиями доказано, что эффективность азотфиксации зависит от генетических особенностей самих растений сои.

Выявлено, что в начале вегетационного периода клубеньки бывают маленькими. На контрольном варианте по сорту сои Иристон в период фазы третьего настоящего листа масса клубеньков составила 13 кг/га, в период фазы ветвления – 33 кг/га. До фазы образования бобов замечены максимальные показатели массы клубеньков, а в фазу налива уже идет снижение (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние минеральных удобрений на количество клубеньков различных сортов сои (в среднем за 3 года), кг/га**

Значения	Контрольный вариант	№ <sub>60</sub>	Р <sub>60</sub>	К <sub>60</sub>
<b>Иристон</b>				
1-й настоящий тройчатый лист	5	5	9	8
3-й настоящий лист	13	12	37	31
Фаза ветвления	33	31	71	64
Фаза бутонизации	66	63	150	132
Фаза цветения	88	85	201	174
Фаза образования бобов	110	109	230	192
Начало налива семян	104	99	189	171
Налив семян	88	83	167	146
Созревание	48	41	71	62
<b>Вита</b>				
1-й настоящий тройчатый лист	4	5	5	5
3-й настоящий лист	9	11	20	18
Фаза ветвления	27	25	59	48
Фаза бутонизации	43	40	91	83
Фаза цветения	53	42	119	103
Фаза образования бобов	76	72	146	132
Начало налива семян	74	69	127	118
Налив семян	53	44	95	80
Созревание	30	26	48	39

Как видно из таблицы 1, масса клубеньков по всем фазам развития с применением минеральных удобрений  $P_{60}K_{60}$  увеличивалась, при внесении азотных удобрений  $N_{60}$  масса несколько снижалась. При внесении фосфорных удобрений по сорту сои Иристон отмечены наибольшие показатели в период формирования бобов, где масса клубеньков составила 230 кг/га, в период налива семян – 189 кг/га, в последующие фазы развития заметно отмечалось снижение показателей массы клубеньков. С применением калийных удобрений на посевах сои в дозе  $K_{60}$  данные показатели составили 192 и 171 кг/га соответственно, разница с контрольным вариантом составила 82–67 кг/га.

Известно, что продолжительность общего симбиоза – это период от начала образования клубеньков до их полного лизиса, а продолжительность активного симбиоза – период их функционирования с леггемоглобином. Период активного симбиоза и разница между этими величинами будет тем больше, чем менее благоприятны будут условия симбиоза [11, 12].

Установлено, что продолжительность активного симбиоза по сорту Иристон варьировала в зависимости от варианта в пределах 70–75 дней, общего – 80–85 дней, а по сорту Вита – 71–76 и 82–87 дней соответственно.

Нашими исследованиями установлено, что начало формирования клубеньков в основном зависит от многих факторов среды: температуры, влагообеспеченности почвы, pH почвы. При недостатке влаги в почве в период вегетации клубеньки отмирают, могут даже полностью, а при появлении достаточного количества влаги могут заново появиться. Это обстоятельство оказывает влияние на продолжительность общего и активного симбиоза. Известно, что масса клубеньков зависит от фазы развития растений и условий их выращивания и может оставаться неизменной не более 7–10 дней.

Многими исследователями доказано, что фиксация атмосферного азота воздуха происходит только в тех клубеньках, которые содержат леггемоглобин. Следовательно, их массу нужно учитывать с леггемоглобином, а общую массу – для характеристики активности симбиотического аппарата [13, 14].

Количество симбиотически фиксированного азота зависит не только от количества клубеньков, но и от их функционирования.

Активный симбиотический потенциал определяют по сумме показателей (АСП) за отдельные периоды развития. Общий симбиотический потенциал (ОСП) рассчитывают так же (табл. 2).

Таблица 2

### Симбиотическая активность посевов сои в зависимости от фосфорных удобрений ( $P_{60}$ , г/кг сут)

Значения	Контрольный вариант	$P_{60}$	Разность	УАС, г/кг·с
Иристон				
1. Потребление азота, кг/га	9,25	131,3	38,8	6,2
2. АСП, кг·дней/га	5425	11890	6465	–
Вита				
1. Потребление азота, кг/га	86,6	119,9	33,3	8,2
2. АСП, кг·дней/га	3800	7816	4016	–

Выявлено, что АСП в среднем за изучаемые годы по сорту сои Иристон на контрольном варианте составил 5 425 единиц, а с внесением фосфорных минеральных удобрений ( $P_{60}$ ) находился в пределах 11 890 единиц. По сорту Вита сложились аналогичные показатели и составили на контроле 3 800, с внесением  $P_{60}$  – 7 816 единиц, на 4 016 единиц больше.

Установлено, что потребление азота по сорту сои Иристон с внесением фосфорного удобрения  $P_{60}$  составило 131,3 кг/га, что на 38,8 кг/га

выше контрольного показателя. По сорту сои Вита данные значения на контрольном варианте – 86,6 кг/га, с внесением фосфорных удобрений – 119,9 кг/га, что выше контрольного варианта на 33,3 кг/га.

Активный симбиотический потенциал находился в пределах 5426–11891 кг·дней/га. Показатель удельного активного симбиоза составил 6,2 г/кг·с по сорту Иристон, а по сорту Вита – 8,2 г/кг·с.

За счет увеличения массы клубеньков, приходящейся на 1 кг, с применением фосфорного удобрения P<sub>60</sub> уменьшалась площадь листьев (табл. 3).

Фиксированный азот воздуха в зависимости от применения фосфорных удобрений определяли по показателю активного симбиотического потенциала и удельной активности симбиоза (табл. 4).

Таблица 3

**Влияние фосфорных удобрений на симбиотический и фотосинтетический потенциалы сортов сои (в среднем за три года)**

Сорт	Показатель	Контрольный вариант	Фосфорные удобрения (P <sub>60</sub> )
Иристон	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	31,0	34,1
	Вес клубеньков:		
	кг/га	110	229
	м <sup>2</sup> /га	280	144
	ФСП, млн м <sup>2</sup> дней/га	1,51	1,89
	АСП, кг · дней/га	5426	11891
Вита	ФСП/АСП, м <sup>2</sup> /кг	279	159
	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	31,6	34,2
	Вес клубеньков:		
	кг/га	75	145
	м <sup>2</sup> /га	404	217
	ФСП, млн м <sup>2</sup> · дней/га	1,55	1,80
Вита	АСП, кг · дней/га	3801	7820
	ФСП/АСП, м <sup>2</sup> /кг	409	230

Таблица 4

**Фиксированный азот воздуха под посевами сои (в среднем за три года), кг/га**

Сорт	Показатель	Контрольный вариант	Фосфорные удобрения (P <sub>60</sub> )
Иристон	N посева, кг/га	94,1	132,4
	N фикс, кг/га	34,9	74,8
	АСП, кг · дней/га	5426	11891
	УАС, г/кг · сут	–	7,2
Вита	N посева, кг/га	87,2	120,7
	N фикс, кг/га	32,4	64,8
	АСП, кг · дней/га	3801	7820
	УАС, г/кг · сут	–	9,2

Как видно из таблицы 4, количество фиксированного азота воздуха по сорту сои Иристон (контрольный вариант) составило 34,9 кг/га, с внесением фосфорных удобрений – 74,8 кг/га. На посевах сои сорта Вита на контрольном варианте количество фиксированного азота составило 32,4 кг/га. По обоим изучаемым сортам объем азотфиксации был почти в два раза меньше, чем с применением фосфорных удобрений в почве.

Изменение условий симбиотической азотфиксации повышает содержание азота в семенах, что впоследствии увеличивает содержание

белка и жира в семенах. Исследованиями установлено, что по сорту Иристон содержание белка составило 36,7 %, с применением фосфорных удобрений (P<sub>60</sub>) – 40,3 %. По показателю содержания жира и белка в семенах наблюдается обратная связь: количество белка снижалось с повышением содержания жира. На контрольном варианте по показателю сбор белка – 706,3 кг/га, сбор жира – 359,5 кг/га; с применением фосфорного удобрения (P<sub>60</sub>) сбор белка по сорту Иристон составил 1006,3 кг/га, а жира – 483,3 кг/га.

Биологическая урожайность на контрольном варианте была равна по сорту Иристон 1,90 т/га, а с применением фосфорного удобрения ( $P_{60}$ ) – 2,47 т/га. По сорту Вита получены аналогичные показатели, урожайность с применением ( $P_{60}$ ) составила 2,15 т/га, на контроле – 1,61, что на 0,69 т/га больше.

**Заключение.** Минеральные удобрения –  $N_{60}P_{60}$ ,  $K_{60}$  на посевах изучаемых сортов сои влияли на появление первых клубеньков, на корнях были видны первые клубеньки через 13–20 дней. До периода фазы «цветение» количество клубеньков и их масса увеличивались. В дальнейшем развитии эти значения находились в одинаковом состоянии, по мере старения растений (август, сентябрь) количественные показатели стали уменьшаться. В начальном периоде вегетации растений клубеньки находились по всей корневой системе сои, их число было малым, затем они сосредоточились на главном корне, а их количество увеличивалось. Наибольшей масса клубеньков была при внесении фосфорных удобрений.

АСП в среднем за изучаемые годы по сорту сои Иристон на контрольном варианте составил 5 425 единиц, а с внесением фосфорных минеральных удобрений ( $P_{60}$ ) находился в пределах 11 890 единиц. По сорту Вита сложились аналогичные показатели и составили на контроле 3 800, с внесением  $P_{60}$  – 7 816 единиц, что на 4 016 единиц больше.

Потребление азота на контроле по сорту Иристон составил 92,5 кг/га, с применением фосфорного удобрения ( $P_{60}$ ) – 131,3 кг/га.

Удельный активный симбиоз был равен 6,2–8,2 кг/сут. На контрольном варианте количество фиксированного азота воздуха по сорту Иристон составило 33,9 кг/га, с применением  $P_{60}$  – 73,8 кг/га, по сорту Вита – 31,4 и 63,8 кг/га соответственно. Биологическая урожайность также с применением фосфорных удобрений повышалась: по сорту Иристон – на 0,57 т/га, по сорту сои Вита – на 0,54 т/га.

#### Список источников

1. Усовершенствованные технологии возделывания перспективных сортов зернобобовых культур в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа / А.А. Аббев [и др.]. Владикавказ, 2018. 72 с.
2. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // Аграрный вестник Урала. 2022. № 7 (222). С. 16–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25.
3. Князев Б.М., Назранов Х.М., Князева Д.Б. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне // Известия Кабардино-Балкарского Государственного Аграрного Университета им. В.М. Коква. 2022. № 4 (38). С. 15–20. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20.
4. Основные аспекты агротехнологии для эффективного производства сои в условиях орошения / Т.С. Кошкарлова [и др.] // Орошаемое земледелие. 2017. № 2. С. 17–18.
5. Сортосые особенности водопотребления сои / С.С. Мухаметханова [и др.] // Орошаемое земледелие. 2021. № 3. С. 19–22. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-3-2.
6. Резвякова С.В., Еремин Л.П. Повышение урожайности сои на основе защиты от грибных болезней // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 77–83. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77.
7. Степанов А.С., Асеева Т.А., Дубровин К.Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграрный вестник Урала. 2020. № 1 (192). С. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19.
8. Оптимизированные элементы технологии возделывания чины посевной в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа / А.А. Тедеева [и др.]. Владикавказ, 2017. 39 с.
9. Низкий С.Е., Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В. Оценка сортов сои Амурской селекции на содержание абсолютно незаменимой аминокислоты Треонин // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 63–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-63-68.
10. Оценка технологических показателей качества зерна сои в сравнительном аспекте / О.В. Литвиненко [и др.] // Вестник КрасГАУ.

2022. № 1. С. 3–12. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-3-12.
11. Тишков Н.М., Махонин В.Л., Носов В.В. Урожайность и качество урожая сои в зависимости от способов и доз применения удобрений // Масличные культуры. 2019. № 4 (180). С. 53–60. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-4-180-53-60.
  12. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики / В.В. Толоконников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 68–79. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06.
  13. Use of green manure in organic farming / D. Mamiev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. P. 012137. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012137.
  14. Symbiotic activity of leguminous crops depending on the variety and growing conditions / V.V. Tedeeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. P. 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012016.
  4. Osnovnye aspekty agrotehnologii dlya `effektivnogo proizvodstva soi v usloviyah orosheniya / T.S. Koshkarova [i dr.] // Oroshaemoe zemledelie. 2017. № 2. С. 17–18.
  5. Sortovye osobennosti vodopotrebleniya soi / S.S. Muhamethanova [i dr.] // Oroshaemoe zemledelie. 2021. № 3. С. 19–22. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-3-2.
  6. Rezvyakova S.V., Eremin L.P. Povyshenie urozhajnosti soi na osnove zaschity ot gribnyh boleznej // Vestnik agrarnoj nauki. 2021. № 3 (90). С. 77–83. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77.
  7. Stepanov A.S., Aseeva T.A., Dubrovin K.N. Vliyanie klimaticheskikh harakteristik i znachenij vegetacionnogo indeksa NDVI na urozhajnost' soi (na primere rajonov Primorskogo kraja) // Agrarnyj vestnik Urala. 2020. № 1 (192). С. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19.
  8. Optimizirovannye `elementy tehnologii vzdelyvaniya chiny posevnoj v usloviyah predgornoj zony Central'nogo Kavkaza / A.A. Tedeeva [i dr.]. Vladikavkaz, 2017. 39 s.
  9. Nizkij S.E., Kodirova G.A., Kubankova G.V. Ocenka sortov soi Amurskoj selekcii na sodержание absolutno nezamenimoy aminokisloty Treonin // Vestnik KrasGAU. 2023. № 1. С. 63–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-63-68.
  10. Ocenka tehnologicheskikh pokazatelej kachestva zerna soi v sravnitel'nom aspekte / O.V. Litvinenko [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1. С. 3–12. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-3-12.

## References

1. Uovershenstvovannye tehnologii vzdelyvaniya perspektivnyh sortov zernobobovyh kul'tur v usloviyah predgornoj zony Central'nogo Kavkaza / A.A. Abaev [i dr.]. Vladikavkaz, 2018. 72 s.
2. Galichenko A.P., Fokina E.M. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na formirovanie urozhajnosti sortov soi selekcii VNII soi // Agrarnyj vestnik Urala. 2022. № 7 (222). С. 16–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25.
3. Knyazev B.M., Nazranov H.M., Knyazeva D.B. Simbioticheskaya i fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij soi v zavisimosti ot vlazhnosti pochvy v stepnoj zone // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta im. V.M. Kokova. 2022. № 4 (38). С. 15–20. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20.
11. Tishkov N.M., Mahonin V.L., Nosov V.V. Urozhajnost' i kachestvo urozhaya soi v zavisimosti ot sposobov i doz primeneniya udobrenij // Maslichnye kul'tury. 2019. № 4 (180). С. 53–60. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-4-180-53-60.
12. Selekcija отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием `ekonomicheskoy znachimosti dlya nacional'noj `ekonomiki / V.V. Tolokonnikov [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020. № 4 (60). С. 68–79. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06.
13. Use of green manure in organic farming / D. Mamiev [et al.] // IOP Conference Series:

Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. P. 012137. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012137.

V.V. Tedeeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" 2021. P. 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012016.

14. Symbiotic activity of leguminous crops depending on the variety and growing conditions /

Статья принята к публикации 25.01.2024 / The article accepted for publication 25.01.2024.

Информация об авторах:

**Виктория Витальевна Тедеева**<sup>1</sup>, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, кандидат сельскохозяйственных наук

**Альбина Ахурбековна Тедеева**<sup>2</sup>, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, кандидат биологических наук

Information about the authors:

**Victoria Vitalievna Tedeeva**<sup>1</sup>, Senior Researcher, Department of Adaptive Landscape Agriculture, Candidate of Agricultural Sciences

**Albina Akhurbekovna Tedeeva**<sup>2</sup>, Senior Researcher, Department of Adaptive Landscape Agriculture, Candidate of Biological Sciences

