

semennogo kartofelya pervogo polevogo pokoleniya // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 3 (197). S. 12–17.

8. Solov'eva K.M., Pozhidaeva E.V., Ashaeva O.V. Rol' biostimulyatorov rosta rastenij v resursosberegayushchem zemledelii // Nauchnoe obespechenie otrasli rasteniyevodstva i zemleustrojstva sel'skohozyajstvennyh predpriyatij: Mat. Vses. nauch.-prakt. konf. nauch.-pedagogicheskikh rabotnikov i molodyh uchenyh posvyashchennoj 120-letiyu so dnya rozhd-

deniya d.b.n., prof. Eleny Petrovny Kuklinoj–Hrushchevoj, N. Novgorod, 06–07 oktyabrya 2021 g. N.Novgorod: FGBOU «Nizhegorodskaya GSHA. 2022. S. 7–19.

9. Ficuro D.D., Serdyukov V.A., Gastilo D.S. Rezul'taty primeneniya biopreparatov i bioudobrenij pri vyrashchivanii kartofelya na dernovo-podzolistoj pochve. // Kartofelevodstvo. 2021. № 29. S. 145–155.
<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-145-155>

Поступила в редакцию 27.03.2024

Принята к публикации 10.04.2024

УДК 633.34

DOI: 10.31857/S2500208224060078, EDN: WUVSWY

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ И СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ СОИ

Ирина Мироновна Ханиева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0002-6415-5832

Алий Леонидович Бозиев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID ID: 000-0002-7615-292X

Залимхан Аликович Кажаров, аспирант

Адам Темирканович Зинченко, аспирант

Исмаил Расулович Бейтуганов, магистрант

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

E-mail: imhanieva@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния совместного применения микробиологических удобрений и микроэлементов на формирование фотосинтетического и симбиотического аппарата, величину и структуру урожая, химический состав и качество семян сои, проведенных на выщелоченных черноземах в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики. Использование микробиологических удобрений и микроэлементов в качестве препаратов для предпосевной обработки семян сои увеличивает вес активных клубеньков на 46,7–61,0 кг/га, активный симбиотический потенциал – 2,4–2,8 тыс. ед., количество фиксированного азота воздуха симбиотической системой сои – 36,1–40,1 кг/га. В 2022 году максимальное количество клубеньков, в том числе активных, образовалось в варианте Фон + Ультрастим®, наименьшее – в контроле. В менее влагообеспеченном для образования клубеньков 2023 году максимальное их количество было в варианте Фон + АТУВА®. Создание оптимальных условий для биологической азотфиксации (Фон + АТУВА®) повышает площадь листьев сои на 14,1 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – 72,7 тыс. ед., накопление сухого вещества – 1,84 т/га, урожаем семян – 1,33 т/га. Применение микробиологических удобрений и микроэлементов (Фон + АТУВА®) увеличивает содержание азота в вегетативных и генеративных органах сои в течение всей вегетации, повышает накопление азота посевами на 36,1–40,1 кг/га, долю участия азота воздуха в питании растений – 42–50%; содержание белка в семенах – 1,1%, при этом сбор белка с семенами сои возрастает на 479 кг.

Ключевые слова: соя, симбиоз, клубеньковые бактерии, активный симбиотический потенциал, удельная активность симбиоза, микроэлементы, микробиологические удобрения, урожайность

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND MICROELEMENTS ON INDICATORS OF PHOTOSYNTHETIC AND SYMBIOTIC ACTIVITY OF SOYBEAN CROPS

I.M. Khanieva, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

A.L. Boziev, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

Z.A. Kazharov, PhD Student

A.T. Zinchenko, PhD Student

I.R. Beituganov, Master Student

Kabardino-Balkar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

E-mail: imhanieva@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of the combined use of microbiological fertilizers and microelements on the formation of the photosynthetic and symbiotic apparatus, the size and structure of the yield, the chemical composition and quality of soybean seeds, carried out on leached chernozems in the Kabardino-Balkarian Republic foothills zone. The use of microbiological fertilizers and microelements as preparations for pre-sowing treatment of soybean seeds increases the weight of active nodules by 46.7–61.0 kg / ha, the active symbiotic potential – 2.4–2.8 thousand units, the amount of fixed atmospheric nitrogen by the symbiotic soybean system – 36.1–40.1 kg / ha. In 2022, the maximum number of nodules, including active ones, was formed in the Fon + Ultrastim® variant, the smallest – in the control. In 2023 which

was less moisture-rich for nodule formation, the maximum number of nodules was in the Background + ATUVA® variant. Creating optimal conditions for biological nitrogen fixation (Background + ATUVA®) increases the area of soybean leaves by 14.1 thousand m²/ha, photosynthetic potential is 72.7 thousand units, dry matter accumulation is 1.84 t/ha, seed yield – 1.33 t/ha. The microbiological fertilizers and microelements application (Background + ATUVA®) increases the nitrogen content in the vegetative and generative organs of soybeans throughout the growing season, increases the nitrogen accumulation by seeds by 36.1–40.1 kg/ha, the share of atmospheric nitrogen in plant nutrition – 42–50%; the protein content in seeds is 1.1%, while the collection of protein with soybean seeds increases by 479 kg.

Keywords: soybean, symbiosis, nodule bacteria, active symbiotic potential, specific activity of symbiosis, microelements, microbiological fertilizers, yield

В зарубежных странах расширяется производство продукции растениеводства на основе экологизированных технологий (альтернативное производство, органическое земледелие). Под экологичным сельскохозяйственным производством следует понимать производство продукции со значительным сокращением, а иногда полным отказом от промышленных минеральных удобрений и химических средств защиты растений при максимальном использовании биологических факторов повышения плодородия, не оказывающих отрицательного воздействия на природу, из-за минимального привлечения внешних и максимального применения внутренних ресурсов. [1, 10]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2022–2023 годах на территории учебно-производственного комбината ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Объект изучения – сорт сои *Вилана*.

Почва – среднесуглинистый выщелоченный чернозем с нейтральной реакцией среды (рН_{сол.} – 6,5), содержание гумуса – 3,2...3,5%, легкогидролизуемого азота (по Тюрину) – 15, подвижного фосфора (по Мачигину) – 10,2, обменного калия (по Мачигину) – 35 мг/100 г. [5, 6]

Схема опыта: 1. Контроль; 2. Фон + Ризоторфин В; 3. Фон + Азотофикс; 4. Фон + Ультрастим®; 5. Фон + Хайстик; 6. Фон + АТУВА®.

Фон для испытания microbiологических удобрений – обработка препаратами Биокомпозиция КМ™ и Индикатор™.

Биокомпозиция КМ™ – сбалансированный набор микроэлементов для предпосевной обработки и обработки по вегетации бобовых культур: Бор (В) – 3,4%, медь (Cu) – 2,8, цинк (Zn) – 2,8, молибден (Mo) – 16,9, кобальт (Co) – 2,1%. Производитель «Экос».

Индикатор™ – краситель при совместном применении с жидким инокулянтом ризоторфином для контроля качества обработки семян (равномерность нанесения препарата). Производитель – «Экос».

Доза препаратов при обработке: Ризоторфин В (*Rhizobium japonicum*) жидкая форма + индикатор + молибден + 4 штамма бактерий (6346, 6406, 6456, 626a) – 3 л/т; Хайстик (*Bradyrhizobium japonicum*) – 400 г на гектарную норму семян; Ультрастим® (*Bradyrhizobium japonicum*) – 2 л/т; Азотофикс (*Bradyrhizobium japonicum* 1097) – 400 г на гектарную норму семян; АТУВА®, (*Bradyrhizobium japonicum* штаммы бактерий: Semia 5079 и Semia 5080) – 2 л/т. [2]

Метеорологические показатели вегетационных периодов 2022–2023 годов были близки к среднеголетним. Повторность – четырехкратная, площадь делянки – 50 м². Агротехника общепринятая для данной зоны.

Изучение величины и активности симбиотического аппарата устанавливали по методике Г.С. Посыпанова, фенологические наблюдения – по Госсортосети, площадь листьев определяли методом высечек, учитывали густоту всходов и растений перед уборкой. [7, 9]

Фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по формуле Кидда, Веста и Бриггса, влажность почвы – весовым методом (по вариантам отбирали почвенные образцы по фазам вегетаций растения буром Некрасова двух слоев – 0...20 и 20...40 см). [5] Содержание сырого белка определяли умножением коэффициента 6,25 на содержание азота в семенах. Учет урожая поделачночный, с приведением урожая семян к стандартной влажности 14 и 100% чистоты. Количество в растительных образцах азота, фосфора и калия устанавливали методами, предложенными ЦИНАО. [3]

Биометрические анализы растительных проб проводили с фазы всходов и далее через 10...15 дн. до конца вегетации, приурочивая отбор проб к фазам развития.

Урожайные данные математически обрабатывали по Б.А. Доспехову. [3] Значение фиксированного азота воздуха находили по методике Г.С. Посыпанова. [9]

Цель работы – изучение влияния совместного действия microbiологических удобрений и микроэлементов на формирование фотосинтетического и симбиотического аппарата, величину и структуру урожая, химический состав и качество семян сои.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Симбиотическая фиксация азота воздуха соей возможна только при наличии на ее корнях активных клубеньковых бактерий. [8]

Установлено, что изучаемые в опыте microbiологические удобрения и микроэлементы существенно влияют на формирование клубеньков на корнях растений сои (табл. 1).

В 2022 году наибольшее количество клубеньков, в том числе активных, образовалось в варианте Фон + Ультрастим®, наименьшее – в контроле. В 2023 году, менее влагообеспеченном для активного функционирования симбиотической системы, максимальное количество клубеньков сформировано в варианте Фон + АТУВА®.

Максимальная площадь листьев во всех вариантах была достаточно большой как в 2022, так и 2023 годах, этот показатель мало зависел от условий возделывания сои (табл. 2).

Наибольшая листовая поверхность за два года была сформирована в варианте Фон + АТУВА®. По нашему мнению, это объясняется созданием более благоприятных условий для активного функционирования бобоворизобияльного симбиоза, по сравнению с другими вариантами. Фотосинтетический потенциал в

2022 году оказался выше, чем в 2023 на 813...1269 ед. Объективную оценку состоянию посевов сои дают показатели накопления сухого вещества и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Наибольшее количество сухого вещества накоплено в варианте Фон + АТУВА®: 2022 – 120,3, 2023 – 108,8 ц/га. Чистая продуктивность фотосинтеза в 2022 году была ниже, чем

в 2023. Достаточно высоким этот показатель был в вариантах Фон + Ризоторфин В (2022 год) и Фон + Азотофикс, Фон + Ультрастим®, Фон + АТУВА® (2023).

Микробиологические препараты и микроэлементы положительно повлияли на формирование основных элементов структуры урожая (табл. 3).

В 2022 году количество семян на один боб в контроле – 1,3, в других вариантах – 1,4...1,5. Биологический урожай в контроле – 21,0 ц/га, что на 15,0 и 9,0 ц/га ниже, по сравнению с вариантом Фон + АТУВА® и Фон + Хайстик.

В 2023 году количество бобов на одно растение, по сравнению с 2022, было несколько ниже. Биологический урожай мало отличался от такого же показателя 2022.

В 2023 году мы рассчитали удельную активность симбиоза (УАС) сои по активному симбиотическому потенциалу (АСП) и потребленному количеству азота растениями в разные фазы развития.

Самый высокий УАС отмечен в период образования бобов – полный налив семян: от 7,9 (контроль) до 14,1 (Фон + Азотофикс и Фон + АТУВА®). Максимальное накопление азота у сои за два года отмечено в фазе полного налива семян, но наибольшая интенсивность его потребления – при образовании бобов (табл. 4).

Для расчета количества фиксированного азота соей следует взять АСП до фазы полного налива семян. УАС за вегетацию мы вывели по УАС в разные периоды развития растений. Чтобы точнее оценить симбиотическую деятельность посевов, мы нашли среднее значение УАС для всех вариантов опыта – 10,2 ед.

Таблица 1.
Динамика формирования сырой массы клубеньков (числитель – активные, знаменатель – всего) в зависимости от применяемых микробиологических удобрений и микроэлементов, кг/га

Фаза развития	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Ультрастим®	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
2022						
Первый тройчатый лист	25,6	34,2	50,7	65,6	48,5	48,5
Бутонизация	27,9	35,9	50,7	66,7	49,6	47,3
Цветение	34,8	46,7	61,6	76,4	55,9	52,4
Образование семян	72,9	80,9	96,3	116,9	95,2	95,8
Полный налив семян	66,7	79,2	88,9	113,4	85,5	94,6
	68,4	81,5	95,2	119,7	88,9	95,2
Начало созревания	10,4	16,5	21,6	18,2	18,8	21,1
	45,6	48,5	51,3	55,3	49,6	46,2
2023						
Первый тройчатый лист	15	26,0	34,7	33,0	35,2	36,9
Бутонизация	17	26,4	28,1	46,8	51,2	51,9
Цветение	21	33,0	35,8	40,7	47,9	49,0
Образование семян	24	38,0	55,0	62,7	67,7	73,7
Полный налив семян	69,0	83,1	94,0	111,0	120,2	130,0
	74,1	94,1	104,0	121,0	132,6	137,5
Начало созревания	12,1	25,9	20,9	38,5	34,7	62,7
	29,3	34,7	33,6	46,2	53,4	94,6

Таблица 2.
Показатели фотосинтетической деятельности сои в зависимости от применяемых микробиологических удобрений и микроэлементов

Показатель	Год	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	2022	50,1	52,9	55,8	61,1	64,2
	2023	46,1	47,5	48,0	50,2	53,0
ФСР, тыс. м ² дн./га	2022	3779	3763	4016	4263	4506
	2023	2966	3034	3038	3112	3237
Максимальное накопление сухого вещества, ц/га	2022	101,6	114,7	113,3	118,5	120,3
	2023	82,7	96,6	104,2	106,0	108,8
ЧПФ, г/м ² /сут.	2022	2,7	3,0	2,8	2,8	2,7
	2023	2,9	3,2	3,4	3,4	3,4

Таблица 3.
Влияние микробиологических препаратов и микроэлементов на основные элементы структуры урожая сои

Показатель	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Ультрастим®	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
2022						
Густота стояния (тыс. шт.) перед уборкой	228	228	228	228	228	228
Высота растений, см	112	112	112	113	113	112
Бобы, шт./раст.	46	47	47	48	48	50
Семена, шт./бобов	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
Семена шт./раст.	60	66	66	67	72	75
Масса семян, г/раст.	9,2	10,8	11,2	12,1	13,0	15,7
Масса 1000 семян, г	153	164	169	181	180	209
Биологический урожай, ц/га	21,0	24,6	25,5	27,6	29,6	35,8
2023						
Густота стояния (тыс. шт.) перед уборкой	220	220	220	220	220	220
Высота растений, см	112	111	112	113	115	114
Бобы, шт./раст.	37	38	42	43	45	49
Семена шт./бобов	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
Семена, шт./раст.	56	57	63	69	72	78
Масса семян, г/раст.	9,2	10,7	11,5	12,8	13,6	16,5
Масса 1000 семян, г	164	187	183	186	189	211
Биологический урожай, ц/га	20,2	23,5	25,3	28,2	29,9	36,3

Таблица 4.
Расчет удельной активности симбиоза сои по АСП и потреблению азота растениями в разные периоды онтогенеза, 2023 год

Вариант	Цветение – образование бобов			Образование бобов – полный налив семян			За вегетацию		
	АСП	N (кг)	УАС г/кг/сут.	АСП	N (кг)	УАС г/кг/сут.	АСП	N (кг)	УАС г/кг/сут.
Контроль	438,0	97,0	3,8	1506,0	30,0	7,9	1944,0	127,0	5,8
Фон + Ризоторфин В	781,0	95,0	5,9	2178,0	57,0	12,4	2959,0	152,0	9,1
Фон + Азотофикс	999,0	104,0	7,0	2623,0	67,0	14,1	3622,0	171,0	10,5
Фон + Ультрастим®	1137,0	106,0	7,9	3031,0	69,0	12,9	4168,0	175,0	10,4
Фон + Хайстик	1271,0	111,0	11,0	3146,0	74,0	14,0	4417,0	185,0	12,5
Фон + АТУВА®	1351,0	112,0	11,1	3394,0	78,0	14,1	4744,0	190,0	12,6

Зная УАС и АСП можно определить количество фиксированного азота воздуха. В варианте Фон + Ризоторфин В АСП – 2959, УАС – 10,2 ед. Рассчитали количество усвоенного растениями азота воздуха в результате симбиоза за вегетацию: $2959 \times 10,2 = 30,2$ кг/га. По такому же методу рассчитывается этот показатель в других вариантах опыта (табл. 5).

Большой практический и теоретический интерес представляют источники азота (почва, воздух, вегетативные органы) для формирования урожая семян сои. По количеству поступления или оттока азота в растения установили из каких органов растения, почвы и воздуха и в каких количествах в течение онтогенеза азот поступает в репродуктивные органы (табл. 6). Из данных таблицы следует, что во всех вариантах (исключение – контроль) из воздуха и почвы поступает в семена более половины необходимого количества азота. Доля вегетативных органов, как источника азота для формирования семян сои, несколько ниже.

Более активный симбиоз обнаружен там, где выше общее поступление азота в семена. Наибольшее количество азота в семенах было в вариантах опыта Фон + Хайстик и Фон + АТУВА®, в контроле – в два раза меньше, чем в варианте Фон + АТУВА®.

Количество фиксированного азота воздуха (табл. 5) во всех вариантах, за исключением контроля (где не было клубеньков) и инокуляции семян, примерно соответствует данным по поступлению азота из почвы и воздуха (табл. 6). Это говорит о том, что в условиях хорошего симбиоза соя способна фиксировать более половины необходимого азота для формирования семян из воздуха и в меньшей степени использовать его из почвы.

Урожай семян сои в 2022 году был немного выше, чем в 2023 (табл. 7). Очень важный качественный показатель семян сои – содержание в них белка и жира. Содержание жира в абсолютно сухом веществе в среднем за два года в семенах находилось на уровне 20,4...21,5, белка – 36,7...37,8%. Сбор белка и жира определяется, в основном, уровнем урожайности, обусловленной условиями выращивания.

Наибольший сбор белка и жира мы отмечали в вариантах Фон + АТУВА®, Фон + Хайстик, наименьший – в контроле. Примерно такая же закономерность была в 2022 и 2023 годах.

Выводы. Использование микробиологических удобрений и микроэлементов в качестве препаратов для предпосевной обработки семян сои увеличивает вес активных клубеньков на 46,7...61 кг/га, АСП – 2,4...2,8 тыс. ед., количество фиксированного азота воз-

Таблица 5.
Расчет фиксированного азота воздуха (кг/га) по удельной активности симбиоза (УАС) и активному симбиотическому потенциалу (АСП) за вегетацию, 2023 год

Показатель	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Ультрастим®	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
	УАС – 10,2 г/кг/сут.					
АСП (до полного налива семян)	2581	4189	5067	5678	6120	6505
Фиксированный азот, кг/га	26,3	42,7	51,7	57,9	62,4	66,4

Таблица 6.
Доля отдельных источников азота (числитель – кг/га, знаменатель – воздух/почва) в формировании репродуктивных органов, 2023 год

Источник поступления азота	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Ультрастим®	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
Общее поступление	$\frac{79}{100}$	$\frac{106}{100}$	$\frac{116}{100}$	$\frac{127}{100}$	$\frac{134}{100}$	$\frac{137}{100}$
Из почвы и воздуха	$\frac{30}{38}$	$\frac{58}{55}$	$\frac{67}{58}$	$\frac{69}{54}$	$\frac{74}{55}$	$\frac{78}{57}$
Из вегетативных органов	$\frac{49}{62}$	$\frac{48}{45}$	$\frac{49}{42}$	$\frac{58}{46}$	$\frac{60}{45}$	$\frac{59}{43}$

Таблица 7.
Урожай семян сои в зависимости от условий выращивания, т/га

Год	Контроль	Фон + Ризоторфин В	Фон + Азотофикс	Фон + Ультрастим®	Фон + Хайстик	Фон + АТУВА®
2022	1,74	2,04	2,14	2,35	2,40	3,07
2023	1,57	1,93	2,07	2,25	2,31	2,60
НСР 0,95				2022 – 0,27 т/га 2023 – 0,44 т/га		

духа симбиотической системой сои – 36,1...40,1 кг/га. В 2022 году максимальное количество клубеньков, в том числе активных, образовалось в варианте Фон + Ультрастим®, наименьшее – в контроле. В менее влагообеспеченном для образования клубеньков 2023 году их максимальное количество было в варианте Фон + АТУВА®.

Создание оптимальных условий для биологической азотфиксации (Фон + АТУВА®) повышает площадь листьев сои на 14,1 тыс. м²/га, ФП – 72,7 тыс. ед., накопление сухого вещества – 1,84 т/га, урожай семян – 1,33 т/га.

Применение микробиологических удобрений и микроэлементов (Фон + АТУВА®) увеличивает содержание азота в вегетативных и генеративных органах сои в течение всей вегетации, повышает накопление азота посевами на 36,1...40,1 кг/га, долю участия азота воздуха в питании растений – 42...50%, содержание белка в семенах – 1,1%, при этом сбор белка с семенами сои возрастает на 479 кг.

Создание оптимальных условий (Фон + АТУВА®) для симбиотической азотфиксации помогает сформировать урожай семян сои порядка 3,0 т/га без затрат дорогостоящих азотных удобрений и это обеспечивает экологически чистое производство.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бозиев А.Л., Шукаев А.А., Ханиева И.М. и др. Эффективность применения биопрепаратов на посевах сои в предгорной зоне КБР // Перспективные инновационные проекты молодых ученых: Мат. IX Всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Нальчик, 10–15 января 2022 года. Нальчик: Принт Центр, 2022. С. 244–250. EDN JQCHNP.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов по состоянию на 3 октября 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rastenyi/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/>.
- 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. М.: Альянс, 2011. 350 с.
- Жеруков Б.Х. Обоснование фактических и возможных объемов биологической фиксации азота воздуха в Северокавказском регионе: На прим. Кабардин.-Балкар. Респ.: Автореф. дис. ... докт. с-х. наук: 06.01.09. М.: ТСХА, 1995. 35 с.
- Зонн С.В., Герасимов И.П. Краткий почвенно-географический очерк – КБАССР. В сб.: Природные ресурсы КБАССР. М.-Л., изд. АН СССР, 1964.
- Кереев К.Н., Фиашев Б.Х. Природные зоны и пояса Кабардино-Балкарской АССР. Кабард.-Балкар. гос. ун-т, Кабард.-Балкар. респ. совет Всерос. о-ва охраны природы. Нальчик: Б. и., 1977. 71 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Технол. оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур; [Под общ. ред. М. А. Федина]. М.: Б. и., 1988. 121 с.
- Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: монография. М.: ИНФРА-М, 2015. 250 с.
- Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 299 с.
- Апажихов Б.Х. Оптимизация технологических приемов возделывания сои в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республик: Автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.09. Нальчик: 2008. 24 с. <https://earthpapers.net/optimizatsiya-tehnologicheskikh-priemov-vozdelyvaniya-soi-v-usloviyah-predgornoy-zony-kabardino-balkarskoy-respubliki#2>
- Bozиеv A.L., Shukaev A.A., Hanieva I.M. i dr. Effektivnost' primeneniya biopreparatov na posevah soi v predgornoy zone KBR // Perspektivnye innovacionnye proekty molodyh uchenyh: Mat. IX Vseros. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Nal'chik, 10–15 yanvarya 2022 goda. Nal'chik: Print Centr, 2022. S. 244–250. EDN: JQCHNP.
- Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimiKatov po sostoyaniyu na 3 oktyabrya 2022 g. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rastenyi/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/>.
- Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya studentov vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij po agronomicheskim special'nostyam. Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. M.: Al'yans, 2011. 350 s.
- Zherukov B.H. Obosnovanie fakticheskikh i vozmozhnyh ob'ёмov biologicheskoy fiksatsii azota vozduha v Severokavkazskom regione: Na prim. Kabardin.-Balkar. Resp.: Avto-ref. dis. ... dokt. s-h. nauk: 06.01.09. M.: TSHA, 1995. 35 s.
- Zonn S.V., Gerasimov I.P. Kratkij pochvenno-geograficheskij очерк – KBASSR. V sb.: Prirodnye resursy KBASSR. M.-L., izd. ANSSSR, 1964.
- Kerefov K.N., Fiapshev B.H. Prirodnye zony i poyasa Kabardino-Balkarskoj ASSR. Kabard.-Balkar. gos. un-t, Kabard.-Balkar. resp. совет Vseros. o-va ohrany prirody. Nal'chik: B. i., 1977. 71 s.
- Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: Tekhnol. ocenka zernovyh, krupyanyh i zernobobovyh kul'tur / Gos. komis. po sortoispytaniyu s.-h. kul'tur; [Pod obshch. red. M. A. Fedina]. M.: B. i., 1988. 121 s.
- Posypanov G.S. Biologicheskij azot. Problemy ekologii i rastitel'nogo belka: monografiya. M.: INFRA-M, 2015. 250 s.
- Posypanov, G.S. Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozduha. M.: Agropromizdat, 1991. 299 s.
- Apazhihov B.H. Optimizatsiya tekhnologicheskikh priemov vozdelyvaniya soi v usloviyah predgornoy zony Kabardino-Balkarskoj Respublik: Avto-ref. dis. ... kand. s-h. nauk: 06.01.09. Nal'chik: 2008. 24 s. <https://earthpapers.net/optimizatsiya-tehnologicheskikh-priemov-vozdelyvaniya-soi-v-usloviyah-predgornoy-zony-kabardino-balkarskoy-respubliki#2>

Поступила в редакцию 14.06.2024
Принята к публикации 28.06.2024