

Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность смешанных посевов однолетних бобово-злаковых культур

О. А. Благополучная¹, Н. И. Мамсиров²

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
385064, Россия, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48

² Майкопский государственный технологический университет
385000, Россия, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Аннотация. В статье приводятся результаты многолетних исследований по использованию сои в смешанных посевах с овсом для получения максимального урожая, сбалансированного по переваримому протеину. Основная цель исследования заключалась в установлении влияния пошагового внесения минеральных удобрений и различных способов обработки почвы на продуктивность и питательную ценность зеленой массы соево-овсяной смеси. Исследования проводились на фоне двух способов основной обработки почвы – глубокой, с оборотом пласта на 25–27 см и минимальной – на 12–14 см. Стационарные опыты были заложены на слитых выщелоченных черноземах по четырем вариантам: фон N₁₈P₇₈ (контроль) + весеннее внесение азотных подкормок в дозах N₂₀; N₄₀; N₆₀. Установлено, что внесение кратных доз азотных удобрений оказывало весьма значительное влияние на продуктивность зеленой массы однолетних культур. Наиболее высокая урожайность зеленого корма отмечена по вспашке – 19,6 т/га, а максимальная – по поверхностной обработке (17,9 т/га), получена на вариантах с применением повышенной дозы азотных удобрений. Доказано положительное влияние максимальных доз азотных подкормок как на урожайности культур, так и на качественные показатели полученного зеленого корма. Использование сои в смесях со злаковыми культурами способствовало обеспеченности в 1 кг сухого вещества переваримым протеином в пределах 117,92 г/кг на фоне вспашки и 123,23 г/кг на фоне поверхностной обработки с применением 60 кг д.в. азота. Анализ питательной ценности зеленой массы соево-злаковой смеси обеспечил содержание в 1 кг натурального корма по отвальной обработке 0,28–0,32 ЭКЕ, КРС, по безотвальной – 0,25–0,31 ЭКЕ, КРС. Рентабельность производства зеленого корма бобово-злаковой смеси на варианте фон + подкормка N₆₀ составила 45,3 % по обработке почвы с оборотом пласта и 39,8 % по обработке без оборота пласта.

Ключевые слова: соево-злаковая смесь, отвальная обработка почвы, поверхностная обработка, продуктивная влага, удобрения, урожайность, сырой протеин, кормовые единицы, обменная энергия, энергетические кормовые единицы

Поступила 30.10.2022, одобрена после рецензирования 18.11.2022, принята к публикации 13.12.2022

Для цитирования. Благополучная О. А., Мамсиров Н. И. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность смешанных посевов однолетних бобово-злаковых культур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 158–165. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-158-165

Influence of soil treatment methods and mineral fertilizers on yield of mixed crops of annual legumes and grains

O.A. Blagopoluchnaya¹, N.I. Mamsirov²

¹ Research Institute of Agriculture
Maikop State Technological University
385064, Russia, Maykop, Podgorny settlement, 48 Lenin street

² Maikop State Technological University
385000, Russia, Maykop, 191 Pervomayskaya street

Abstract. The article presents the results of many years of research on the use of soy in mixed crops with oats, to obtain the maximum yield, balanced in digestible protein. The main goal of the study was to establish the effect of the stepwise application of mineral fertilizers and various methods of tillage on the productivity and nutritional value of the green mass of the soybean-oat mixture. The studies were carried out against the background of two methods of basic tillage - deep, with a bed turnover of 25–27 cm and a minimum of 12–14 cm. Stationary experiments were conducted on fused leached chernozems according to four variants of nitrogen supplements in doses: N20; N40; N60. It has been established that the introduction of multiple doses of nitrogen fertilizers had a very significant effect on the productivity of the green mass of annual crops. The highest yield of green fodder was noted for plowing - 19.6 t/ha, and the maximum for surface treatment – 17.9 t/ha was obtained on variants with the use of an increased dose of nitrogen fertilizers. The positive effect of the maximum doses of nitrogen fertilizing both on crop yields and on the quality indicators of the obtained green fodder has been proven. The use of soy in mixtures with cereals contributed to the provision of 1 kg of dry matter with digestible protein in the range of 117.92 g/kg against the background of plowing and 123.23 g/kg against the background of surface treatment using 60 kg of a.i. nitrogen. Analysis of the nutritional value of the green mass of the soybean-cereal mixture provided the content of 1 kg of natural feed for moldboard processing 0.28–0.32 ECU, cattle, for non-moldboard 0.25–0.31 ECU, cattle. The profitability of the production of green fodder of the legume-cereal mixture on the background + top dressing N60 was 45.3% for tillage with a layer turnover of 39.8%, for cultivation without layer turnover.

Keywords: soybean-cereal mixture, moldboard tillage, surface tillage, productive moisture, fertilizers, yield, crude protein, feed units, exchange energy, energy feed units

Submitted 30.10.2022,

approved after reviewing 18.11.2022,

accepted for publication 13.12.2022

For citation. Blagopoluchnaya O.A., Mamsirov N.I. Influence of soil treatment methods and mineral fertilizers on yield of mixed crops of annual legumes and grains. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2022. No. 6(110). Pp. 158–165. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-158-165

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение животноводства высококачественными объемистыми кормами, содержащими 10,5–11,0 МДж обменной энергии (ОЭ) и 15–18 % (злаки), 18–23 % (бобовые) сырого протеина в сухом веществе [1, 2] является одной из главных задач современного кормопроизводства. Возможность получить такие корма реальна, однако для этого необходимо развивать всю систему кормопроизводства (селекция и семеноводство кормовых культур, полевое кормопроизводство, луговое хозяйство, технологии заготовки кормов, их хранения и использования) [3].

Совместное выращивание однолетних полевых культур в растениеводстве и кормопроизводстве применяется уже давно. При достаточном увлажнении, правильном подборе однолетних культур, обеспечении питательными веществами продуктивность смешанных посевов не уступает продуктивности одновидовых и часто превышает ее [4]. Основной целью смешанных посевов в растениеводстве является повышение урожайности и качества полученной продукции, в кормопроизводстве – прежде всего повышение качества кормов [1].

Для увеличения содержания растительного белка в зеленых кормах необходимо использовать многолетние бобовые травы и смешанные посевы бобовых и злаковых культур при интенсивной и разноглубинной системе основной обработки почвы в кормовом севообороте [5–7]. В опытах Т.М. Слободняк отмечено, что качество кормов улучшается за счет использования сои в смеси со злаковыми культурами, т.к. увеличивается не только общая белковость корма, но и его усвояемость [8]. В исследованиях Н. И. Мамсирова, К. Х. Хаткова и др. по вопросам установления степени воздействия различных доз минерального питания и оптимального способа основной обработки почвы на продуктивность и качество семян сои установлена наибольшая урожайность у позднеспелого сорта Изидор в пределах 2,03–2,30 т/га на фоне вспашки и 1,70–1,91 на фоне дискования почвы. Наиболее оптимальной и экономически эффективной дозой минерального питания сои является применение Аммофоса – 50 кг/га (N6H26) по вспашке почвы на глубину 25–27 см [9, 10]. Исследования ученых Всероссийского научно-исследовательского института сои показали, что использование сои в бобово-злаковых смесях повышает содержание протеина на 0,15–0,2 т/га [11].

Цель и задачи исследования – изучить влияние отвальных и безотвальных способов обработки почвы и возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность и питательную ценность зеленого корма соево-овсяной смеси.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Стационарные полевые исследования проводились в период 2019–2021 гг. на полях ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». Исследования проводились по четырем вариантам удобрённости: фон N₁₈P₇₈ (контроль) + весеннее внесение азотных минеральных удобрений в дозах N₂₀, N₄₀, N₆₀ кг д.в. по двум способам основной обработки почвы – вспашка на глубину 25–27 см и поверхностная обработка дисковой бороной на глубину 12–14 см. Полученные экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [12].

Предшественник – пшеница озимая. На опытных участках проводили следующие виды технологических приемов: в осенний период – дисковое лушение стерни в два следа на глубину 12–14 см; вспашку на глубину 25–27 см; в весенний период – внесение основного минерального удобрения аммофос (фон) N₁₈P₇₈ под предпосевную культивацию; посев сеялкой СЗ–5,4; учет урожая зеленой массы соево-овсяной смеси в фазу молочно-восковой спелости злакового компонента.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слитой, содержание подвижного фосфора P₂O₅ по вспашке – 33,2 мг/кг, по поверхностной обработке – 30,8 мг/кг; аммиачного азота – 18,0 мг/кг и 21,5 мг/кг; азота нитратов – 5,4 мг/кг и 4,5 мг/кг; гумуса – 4,26 мг/кг и 4,24 мг/кг. На опытных участках рН_{НС1} по отвальной обработке составила 4,86, по безотвальной – 5,18.

Сложившиеся метеорологические условия в годы проведения исследований оказали неоднозначное влияние на урожайность совместных посевов однолетних культур. В 2019 году из-за выпадения большого количества атмосферных осадков посев был проведен позже рекомендованных сроков (май-июнь). В мае и июне осадков выпало выше нормы: май – на 55,6 мм, июнь – на 23,3 мм, причем наибольшая часть осадков в июне пришлась на первую декаду, поэтому посев соево-злаковой смеси провели во второй декаде. В период полных всходов и начала развития растений (июль) количество выпавших осадков было в пределах нормы – 72,6 мм. В 2020 году погодные условия позволили провести сев в оптимальные сроки (II декада мая). В период полных всходов количество осадков превышало норму в 2,5 раза. Достаточное количество влаги благоприятно сказалось на всходах растений. В период налива бобов у сои и выметывания метелки у овса (июль) выпало 104,8 мм осадков (150,0 % от нормы). Из-за неравномерного выпадения осадков и высоких атмосферных температур количество продуктивной влаги в почве было недостаточным для роста и

полноценного развития растений. Посев бобово-злаковой смеси в третий год исследований был проведен в III декаде июня из-за неблагоприятно сложившихся климатических условий. Период, благоприятный для сева, характеризовался переувлажнением: в мае количество осадков превышало норму в 2,6 раза, в июне – в 1,3. Излишняя влага сказалась на угнетении и неравномерности всходов. В фазу активной вегетации растений (июль) количество выпавших осадков составило 100,2 мм (143,1 % от нормы). В фазу налива бобов у сои и выметывания у овса (август) осадков выпало в 1,5 раза больше нормы¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из основных факторов роста и развития растений является влага. В 2019 году содержание продуктивной влаги в почве в период посева соево-злаковой смеси по поверхностной обработке в слое 0–60 см составило 42,9 мм, по глубокой – 49,6 мм. В посевном слое 0–10 см содержание продуктивной влаги было низким: по поверхностной обработке – 5,2 мм, по вспашке – 12,7 мм. В 2020 году в слое 0–60 см по безотвальной обработке оно составило 31,1 мм, по обработке с оборотом пласта – 18,6 мм, в посевном слое – 2,3 мм и 1,0 мм соответственно. Содержание продуктивной влаги в посевах 2021 года в слое почвы 0–60 см составило по отвальной обработке – 34,6 % (30,6 мм) от предельной полевой влагоемкости, по безотвальной – 50,4 % (44,6 мм). В слое почвы 0–10 см запас продуктивной влаги по обоим способам обработки почвы был минимальным (вспашка – 4,9 мм, поверхностная обработка – 5,0 мм).

Таблица 1. Урожайность зеленой массы соево-овсяной смеси в зависимости от обработок почвы и доз удобрений

Table 1. Yield of green mass of soybean-oat mixture depending on tillage and fertilizer doses

Обработка почвы Фактор А	Доза удобрения Фактор В	Урожайность, т/га			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя
Вспашка 25-27 см	1. Контроль - N ₁₈ P ₇₈	19,2	12,9	11,2	14,4
	2. N ₁₈ P ₇₈ + N ₂₀	20,5	15,1	13,0	16,0
	3. N ₁₈ P ₇₈ + N ₄₀	22,3	17,1	14,5	18,0
	4. N ₁₈ P ₇₈ + N ₆₀	23,0	18,4	17,3	19,6
Поверхностная обработка 12-14 см	1. Контроль - N ₁₈ P ₇₈	17,7	11,2	10,7	13,2
	2. N ₁₈ P ₇₈ + N ₂₀	20,3	13,2	12,2	15,2
	3. N ₁₈ P ₇₈ + N ₄₀	21,8	15,9	13,5	17,1
	4. N ₁₈ P ₇₈ + N ₆₀	22,0	16,8	14,9	17,9
НСР ₀₅ Фактор В		+0,7 т/га	+2,1 т/га	+2,5 т/га	
НСР ₀₅ Фактор А		F _{факт.} < F _{теор.}	F _{факт.} < F _{теор.}	F _{факт.} < F _{теор.}	

Значительное влияние на формирование урожая соево-овсяной смеси оказали минеральные азотные удобрения, влагообеспеченность, способы обработки почвы. Урожайность зеленой массы совместных посевов бобовой и злаковой культур за годы исследований (среднее значение) в опыте составила: по отвальной обработке – 17,0 т/га, по безотвальной – 15,8 т/га (табл. 1). Наибольшая прибавка урожая была получена на варианте фон + весенняя подкормка N₆₀ – по отвальной обработке +5,2 т/га (к контролю), а по безотвальной обработке +4,7 т/га. Наименьшая урожайность соево-злаковой смеси получена на варианте с применением основного удобрения N₁₈P₇₈ на контроле, по обоим способам обработки почвы – 14,4 и 13,2 т/га соответственно.

¹ admin@pogoda360.ru

Внесение азотных подкормок в дозе 20, 40 кг д.в. не оказало существенного влияния на урожайность зеленой массы совместных посевов однолетних культур.

Наибольшая питательная ценность зеленой массы смешанных посевов сои и овса в среднем за годы исследований была зафиксирована на варианте с максимальным внесением азотного удобрения по обоим способам обработки почвы, который обеспечил содержание в 1 кг сухого корма 1,02–1,11 г/кг кормовых единиц по отвальной обработке и 1,00–1,08 г/кг по поверхностной обработке. Выход кормовых единиц, полученных по обработке почвы без оборота пласта, уступал отвальной вспашке на 2,06 %. Содержание обменной энергии варьировало в пределах 11,19–11,70 МДж по вспашке, 11,05–11,56 МДж по безотвальной обработке (табл. 2). Наибольшая обеспеченность переваримым протеином зафиксирована на варианте с внесением азота в дозе 60 кг д. в. – 117,92 г/кг по отвальной обработке и 123,23 г/кг по поверхностной обработке почвы. Содержание влаги к уборке составило в среднем 74,90 % по обработке почвы без оборота пласта, а с оборотом пласта – 74,14%.

В 1 кг сухого вещества корма содержание сырого протеина варьировало по вариантам: 13,18–15,85 % по вспашке, 14,47–16,32 % по поверхностной обработке.

За годы исследований анализ питательной ценности зеленой массы смешанных посевов однолетних культур показал содержание в 1 кг натурального корма по вспашке 0,28–0,32 ЭКЕ (энергетические кормовые единицы), КРС, по поверхностной обработке – 0,25–0,31 ЭКЕ, КРС.

Таблица 2. Питательная ценность соево-овсяной смеси в 1 кг сухого корма (2019–2021 гг.)

Table 2. Nutritional value of soy-oat mixture per 1 kg of dry food (2019-2021)

№ п/п	Определяемые показатели	Ед. изм.	Соево-овсяная смесь, т/га			
			Контроль N ₁₈ P ₇₈	N ₁₈ P ₇₈ + подкормка N ₂₀	N ₁₈ P ₇₈ + подкормка N ₄₀	N ₁₈ P ₇₈ + подкормка N ₆₀
вспашка						
1.	Влага	%	74,63	74,36	75,32	72,25
2.	Сырой протеин	%	13,18	15,45	16,26	15,85
3.	Сырая клетчатка	%	18,89	19,06	20,45	19,81
4.	Сырая зола	%	9,27	9,37	8,97	9,34
5.	Переваримый протеин	г	105,52	107,33	107,25	117,92
9.	Сырой жир	%	2,3	2,3	2,3	2,3
10.	Кормовые единицы	кг	1,02	1,05	1,09	1,11
11.	Обменная энергия	МДж	11,19	11,50	11,53	11,70
12.	БЭВ	%	13,17	14,43	13,97	15,94
поверхностная обработка 12–14 см						
1.	Влага	%	77,24	74,34	74,53	73,51
2.	Сырой протеин	%	14,47	14,68	15,95	16,32
3.	Сырая клетчатка	%	18,20	20,14	19,34	20,60
4.	Сырая зола	%	9,29	9,55	9,76	10,06
5.	Переваримый протеин	г	108,55	113,23	117,44	123,23
9.	Сырой жир	%	2,3	2,3	2,3	2,3
10.	Кормовые единицы	кг	1,00	1,04	1,06	1,08
11.	Обменная энергия	МДж	11,05	11,39	11,46	11,56
12.	БЭВ	%	11,66	14,01	13,04	15,03

Возделывание смешанных посевов бобово-злаковых культур по всем показателям экономически эффективно. Наибольший чистый доход был получен на варианте N₁₈P₇₈+N₆₀ и

составил 12226,4 руб./га по вспашке, по поверхностной обработке – 10206,2 руб. с 1 га. Рентабельность производства зеленого корма соево-овсяной смеси на варианте фон + подкормка N₆₀ составила 45,3% по глубокой и 39,8% по минимальной обработке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За трехлетний период исследований выявлено, что внесение повышенных доз азотных удобрений по основным способам обработки почвы (отвальной и безотвальной) оказало существенное влияние на продуктивность зеленого корма двухкомпонентной смеси. Глубокая обработка почвы способствовала получению урожайности на 8,7 % выше, чем минимальная на варианте с применением максимального количества минеральных азотных удобрений.

Анализ питательной ценности зеленой массы соево-злаковой смеси показал, что применение бобового компонента позволило увеличить количество белка и повысить качество кормов. Содержание в 1 кг натурального корма по вспашке 0,32 ЭКЕ, КРС, по поверхностной обработке 0,31 ЭКЕ, КРС и наибольшая обеспеченность переваримым протеином – 117,92 г/кг по вспашке и 123,23 г/кг по поверхностной обработке зафиксировано на варианте фон + N₆₀.

Оценка экономической эффективности показала, что рентабельность производства зеленого корма соево-овсяной смеси на варианте, где применялось основное удобрение и наибольшая доза азота 60 кг д.в., составила 45,3 % по отвальной обработке почвы и 39,8 % по безотвальной обработке.

В Республике Адыгея возможно использование в системе сырьевого конвейера как альтернатива кукурузному силосу соево-овсяной смеси для производства высококачественных зеленых объемистых кормов. Зеленый корм с содержанием в 1 кг сухого вещества 105,0–123,0 г переваримого протеина, 13,0–15,0 % сырого протеина, 19,55–19,57 % сырой клетчатки, 10,0–11,0 МДж обменной энергии вполне вероятно получить за 80–85 дней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство – определяющий фактор сельского хозяйства России // Вестник Орловского ГАУ. 2012. № 1. С. 29–32.
2. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Бычков Г. Н., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 3–11.
3. Богданов Г. А. Сенаж и силос. Москва: Колос, 1983. 319 с.
4. Благополучная О. А. Влияние различных доз минеральных удобрений на формирование урожая кормовых культур // Новые технологии. 2017. № 3. С. 69–73.
5. Косолапов В. М. Проблемы кормопроизводства и пути их решения на современном этапе // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 23–25.
6. Емельянов А. Н., Наумова Т. В., Хасбиулина О. И. Соя как источник белка в смешанных посевах кормовых культур // Кормопроизводство. 2013. № 1. С. 11–13.
7. Тишков Н. М., Бушнев А. С. Урожайность масличных культур в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2012. № 2 (151–152). С. 121–126.
8. Слободняк Т. М. Использование соево-злаковых смесей в сырьевом конвейере для производства высокобелковых объемистых кормов // Кормопроизводство. 2012. № 1. С. 10–13.

9. Мамси́ров Н. И., Хатков К. Х., Теше́ва С. А., Табо́лин Н. Г. Оптимизация режима минерального питания сои // Актуальные вопросы науки и образования. 2022. № 1. С. 60–65.
10. Мамси́ров Н. И., Хатков К. Х. Эффективность припосевного удобрения под сою на фоне различных способов обработки почвы // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2021. С. 21–27.
11. Синеговская В. Т., Чепелев Г. П., Слободняк Т. М. Продуктивность и питательность овса и овсяно-соевой смеси при уборке в разные фазы развития // Дальневосточный вестник. 2017. № 2 (42). С. 35–41.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.

Информация об авторах

- Благополучная Ольга Анатольевна**, ст. науч. сотр. отдела земледелия, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Майкопский государственный технологический университет; 385064, Россия, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48; blagopolu4naya@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-6057>
- Мамси́ров Нурбий Ильясович**, д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университет; 385000, Россия, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191; nur.urup@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

REFERENCES

1. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Feed production is a determining factor in Russian agriculture. *Vestnik Orlovskogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Orel SAU]. 2012. No. 1. Pp. 29–32. (In Russian)
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Bychkov G.N., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Feed production, environmental management and agroecology. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. 2016. No. 8. Pp. 3–11. (In Russian)
3. Bogdanov G.A. *Senazh i silos* [Haylage and silage]. Moscow: Kolos, 1983. 319 p. (In Russian)
4. Blagopoluchnaya O.A. Influence of various doses of mineral fertilizers on the formation of forage crops. *Novyye tekhnologii* [New technologies]. 2017. No. 3. Pp. 69–73. (In Russian)
5. Kosolapov V.M. Problems of fodder production and ways to solve them at the present stage // *Dostizheniye nauki i tekhniki APK* [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex]. 2010. No. 11. Pp. 23–25. (In Russian)
6. Emelyanov A.N., Naumova T.V., Khasbiulina O.I. Soya as a source of protein in mixed forage crops. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. 2013. No. 1. Pp. 11–13. (In Russian)
7. Tishkov N.M., Bushnev A.S. The yield of oil crops in relation to the systems of main tillage in crop rotation. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur* [Oil crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds]. 2012. No. 2 (151–152). Pp. 121–126. (In Russian)
8. Slobodnyak T.M. The use of soybean-cereal mixtures in the raw material conveyor for the production of high-protein bulky feed. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. 2012. No. 1. Pp. 10–13. (In Russian)
9. Mamsirov N.I., Khatkov K.Kh., Tesheva S.A., Tabolin N.G. Optimization of the regime of mineral nutrition of soybeans. *Aktual'nyye voprosy nauki i obrazovaniya* [Topical issues of science and education]. 2022. No. 1. Pp. 60–65. (In Russian)

10. Mamsirov N.I., Khatkov K.Kh. Efficiency of seed fertilizer for soybeans against the background of various tillage methods. *Vklad nauki i praktiki v obespecheniye prodovol'stvennoy bezopasnosti strany pri tekhnogennom yeye razviti* [The contribution of science and practice to ensuring the food security of the country with its technogenic development]. *Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2021. Pp. 21–27. (In Russian)

11. Sinegovskaya V.T., Chepelev G.P., Slobodnyak T.M. Productivity and nutritional value of oats and oat-soy mixture during harvesting in different phases of development. *Dal'nevostochnyy vestnik* [Far Eastern Bulletin]. 2017. No. 2(42). Pp. 35–41. (In Russian)

12. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (In Russian)

Information about the authors

Blagopoluchnaya Olga Anatolievna, Senior Researcher, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture of Maikop State Technological University;

385064, Russia, Maikop, Podgorny settlement, 48 Lenin street;

blagopolu4naya@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-6057>

Mamsirov Nurbiy Ilyasovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Production Technology of Maikop State Technological University;

385000, Russia, Maikop, 191 Pervomayskaya street;

nur.urup@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>