

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 312-325.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 2. P. 312-325.

Научная статья
УДК 633.358(470.54)
doi: 10.33284/2658-3135-109-2-312

Урожайность горохоовсяной смеси и питательность зеленого корма в зависимости от погодных условий и фона питания

Павел Афанасьевич Постников¹, Ольга Владимировна Васина², Елизавета Федоровна Данько³, Мария Валентиновна Цепилова⁴

^{1,2,3,4}Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

¹postnikov.ural@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7208-3904>

²vasina_ov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4218-6101>

³elizaveta25081@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3397-5675>

⁴Marussia1002@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-3927-1053>

Аннотация. Исследования проведены с целью изучения влияния фонов питания и погодных условий на урожайность горохоовсяной смеси. Работу выполняли на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве в Свердловской области в 2016-2025 гг. В зернотравяном севообороте (однолетние травы, поукосно рапс, ячмень+клевер, клевер 1 г. п., пшеница, овес) включено изучение следующих вариантов: фон питания 1 – контроль; 2 – минеральный (N₃₀P₃₀K₃₆); 3 – органоминеральный (N₂₄P₂₄K₃₀+сидераты и солома). Наибольшие прибавки урожайности зеленой массы горохоовсяной смеси по отношению к варианту без удобрений (16,3 т) получены при избыточно влажных условиях (ГТК – 2,2), они составили 7,7-10,1 т/га. В зависимости от фона питания минимальный сбор зеленой массы (7,4-10,9 т/га) отмечен при засушливых условиях (ГТК – 0,41). Урожайность однолетних трав находилась в сильной положительной зависимости от количества атмосферных осадков за вегетационный период (май – июнь), на фоне удобрений коэффициент корреляции $r=0,71-0,75$. Между сбором зеленой массы и среднесуточными температурами воздуха выявлена отрицательная взаимосвязь $r=-0,73...-0,80$, независимо от фона питания. Внесение минеральных удобрений повысило содержание общего азота в сухой массе однолетних трав на 0,21-0,22 %, фосфора – на 0,07-0,09 и калия – на 0,20-0,32 %, а сырого протеина – на 1,3-1,4, сырого жира – 0,42-0,43 %, по сравнению с естественным фоном плодородия. При применении минеральных удобрений в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ и их сочетания с органическими удобрениями (сидераты, солома – последствие) содержание переваримого протеина возросло на 1,29-1,39 % (в контроле – 7,42 %). Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином при внесении удобрений составила 104-105 г.

Ключевые слова: зеленая масса, фон питания, гидротермический коэффициент, сухое вещество, биохимический состав, протеин, питательность корма

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (№ 0532-2026-0014).

Для цитирования: Урожайность горохоовсяной смеси и питательность зеленого корма в зависимости от погодных условий и фона питания / П.А. Постников, О.В. Васина, Е.Ф. Данько, М.В. Цепилова // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 312-325. [Postnikov PA, Vasina OV, Danko EF, Tsepilova MV. Pea-oat mixture yield and green fodder nutritional value depending on weather conditions and nutritional background. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(2):312-325. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-312>

Original article

Pea-oat mixture yield and green fodder nutritional value depending on weather conditions and nutritional background

Pavel A Postnikov¹, Olga V Vasina², Elizaveta F Danko³, Maria V Tsepilova⁴

^{1,2,3,4}Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

¹postnikov.ural@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7208-3904>

²vasina_ov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4218-6101>

³elizaveta25081@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3397-5675>

⁴Marussia1002@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-3927-1053>

Abstract. The studies were conducted to investigate the effect of nutrition backgrounds and weather conditions on the yield of a pea-oat mixture. The work was carried out on dark gray forest heavy loamy soil in the Sverdlovsk Region in 2016-2025. The study of the following options is included in the grain–grass crop rotation (annual grasses, rapeseed, barley + clover, clover 1 year, wheat, oats): 1 - control background; 2 – mineral ($N_{30}P_{30}K_{36}$); 3 – organomineral ($N_{24}P_{24}K_{30}$ + green manure and straw). The highest yields of green mass of the pea-oat mixture in relation to the variant without fertilizers (16.3 t) were obtained under excessively wet conditions (HTC – 2.2), they amounted to 7.7-10.1 t/ha. Depending on the background of nutrition, the minimum yield of green mass (7.4-10.9 t/ha) was noted under dry conditions (HTC – 0.41). The yield of annual grasses was strongly positively dependent on the amount of precipitation during the growing season (May – June), and the correlation coefficient (r) was 0.71–0.75 against the background of fertilizers. A negative relationship was found between the collection of green mass and the average daily air temperatures (r – -0.73 -0.80), regardless of the nutritional background. The application of mineral fertilizers increased the total nitrogen content in the dry mass of annual grasses by 0.21-0.22%, phosphorus – by 0.07-0.09% and potassium – by 0.20-0.32%, and crude protein – by 1.3-1.4%, crude fat – 0.42-0.43%, compared with the natural background of fertility. When mineral fertilizers were applied at a dose of $N_{45}P_{45}K_{45}$ and combined with organic fertilizers (green manure, straw), the content of digestible protein increased by 1.29-1.39% (in the control – 7.42%). The provision of one feed unit with digestible protein when applying fertilizers was 104-105 g.

Keywords: green mass, nutritional background, background nutrition, hydrothermal coefficient, dry matter, biochemical composition, protein, nutritional value of the feed

Acknowledgments: the work was supported in accordance to the plan of research works of Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (No. 0532-2026-0014).

For citation: Postnikov PA, Vasina OV, Danko EF, Tsepilova MV. Pea-oat mixture yield and green fodder nutritional value depending on weather conditions and nutritional background. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(2):312-325. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-312>

Введение.

Развитие животноводства во многом зависит от наличия стабильной кормовой базы в хозяйствах. Значительная часть объемистых кормов производится на пашне (Косолапов В.М. и Чернявских В.И., 2022; Шпаков А.С., 2024). Увеличение объемов производства кормов возможно за счет совершенствования структуры посевных площадей под кормовыми культурами. Целесообразно расширение площадей под кормовыми культурами до 7 млн га и больше, при продуктивности не менее 3,0 тыс. корм. ед./га. Кроме использования многолетних злаковых и бобовых трав на корм, широко применяется такой прием как посев однолетних трав. В качестве одного из основных компонентов для смешанных посевов высевается овес (Николаева Е.В. и др., 2022). Он отличается

быстрым накоплением надземной массы за короткий период вегетации, хорошей облиственностью. Благодаря таким биологическим особенностям, овес в смеси с бобовыми культурами обеспечивает сбалансированный корм по содержанию сухого вещества и протеина (Barsila SR, 2018). В качестве бобовых компонентов чаще всего используют горох, вику, бобы и т. д. (Bezgodov AV and Maron KA, 2022; Luo F et al., 2023; Подласова Е.Ю. и др., 2021).

Посев однолетних бобово-злаковых смесей в различные сроки позволяет обеспечить высококачественным кормом крупно рогатый скот в течение летнего и осеннего периода. В зависимости от потребности и рациона животных горохоовсяные смеси используют как на зеленый корм, так и на приготовление сена, сенажа и силоса (Павлова С.А. и Пестерева Е.С., 2021; Платонов А.В. и др., 2021; Кашеваров Н.И. и др., 2021). Особенно это актуально при переходе на стойловое содержание, когда в рационах удойных коров практически отсутствует зеленая подкормка (Зезин Н.Н. и др., 2024).

Для повышения выхода зеленой массы однолетних трав с единицы площади важно подобрать оптимальные дозы минеральных удобрений с учетом почвенно-климатических условий (Безгодова И.Л. и Коновалова Н.Ю., 2022). Наличие бобового компонента в смесях со злаковыми культурами позволяет снизить дозы минеральных удобрений. В многолетнем опыте при изучении систем удобрения установлено, что в варьировании урожайности горохоовсяной смеси доля минеральных удобрений может достигать до 88,3 %, а навоза – до 8,1 % (Окорков В.В. и др., 2023). При умеренных условиях увлажнения (ГТК – не менее 1,2) на 1 кг внесенной аммиачной селитры получено дополнительно 9,0 з. е.

Использование бобово-злаковых смесей в паровых полях является также почвозащитным мероприятием, дающим возможность использования летних осадков для получения зеленого корма для животноводства, а также за счет пожнивно-корневых остатков – пополнения почвы питательными веществами и органическим веществом (Скороходов В.Ю., 2023). При раннем сроке посева после скашивания зеленой массы возможен посев промежуточных культур, которые запахиваются на сидерат.

Цель исследований.

Изучить влияние фонов питания и погодных условий на урожайность горохоовсяной смеси зернотравяном севообороте в условиях Среднего Урала.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Районированные сорта: горох Марафон и овес Стайер.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Исследования проведены в стационарном опыте Уральского НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Почва опытного участка – темно-серая лесная, по гранулометрическому составу – тяжелосуглинистая. Пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 156-182; подвижного фосфора – 146-195 и обменного калия – 100-106 мг/кг (по Кирсанову в модификации ЦИНАО, ГОСТ 54650-2011); pH солевой вытяжки по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85) – 4,98-5,09; гумуса – 4,44-4,82 % (ГОСТ 26213-2021).

Схема эксперимента. Однолетние травы (горохоовсяная смесь) высевались в соотношении компонентов (0,5+2,5 млн всхожих семян) и размещались в зернотравяном севообороте: однолетние травы, поукосно рапс, ячмень с подсевом многолетних трав, клевер 1 г. п., пшеница, овес. Смесь однолетних трав Культуры севооборотов на опытном участке высевались в пространстве и во времени, в трехкратной повторности. Общая площадь делянки – 156 м². Для внесения удобрений делянка делилась на 2 субделянки (78 м²). Делянки без удобрений вынесены в отдельный блок.

Эффективность применения удобрения изучена в 2016-2025 годах (3-4 ротация севооборота) на трех фонах питания: 1. Контроль (без удобрений); 2. Минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{36}$ (в среднем на 1 га севооборотной площади); 3. Органоминеральный фон – $N_{24}P_{24}K_{30}$ в сочетании с сидератами и соломой (последствие на горохоовсяной смеси). В качестве минерального удобрения использовали азофоску с врезанием в почву перед посевом сеялкой СН-16. Непосредственно под горохоовсяную смесь доза удобрений была $N_{45}P_{45}K_{45}$. Для выравнивания баланса калия 1 раз за ротацию севооборотов дополнительно внесен хлористый калий в дозе K_{30} . На органоминеральном фоне на сидерат запахивались поукосный рапс и отава клевера, а также солома пшеницы.

Агротехника возделывания бобово-злаковой смеси соответствовала рекомендациям для Среднего Урала. Учет зеленой массы проводился вручную косилкой Триммер. Уборка однолетних трав осуществлялась в фазу выметывания овса – начала формирования бобика у гороха.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены на приборной базе аналитической лаборатории и сельскохозяйственной техники Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Посев сеялкой СН-16, скашивание зеленой массы с делянки – косилкой КРН-2,1. Химический анализ растительных образцов проведен следующими методами: содержание общего азота – ГОСТ 32044.1 -2012; фосфора – ГОСТ 26657-97; калия – ГОСТ 30504-97; сырая зола – ГОСТ 32933-2014; сырой жир – ГОСТ 13496.15-2016; сырая клетчатка – ГОСТ 31675-2012; расчет питательности корма – Методические указания... , (2002).

Статистическая обработка. Статистическую обработку и корреляционную зависимость полученных экспериментальных данных, осуществляли методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 2011).

Результаты исследования.

Наблюдения за погодой в годы исследований показали, что в вегетационный период горохоовсяной смеси отмечено неравномерное выпадение атмосферных осадков (табл. 1). В 2016, 2021 и 2023 годах в мае выпало менее 10 мм. Превышение среднемноголетнего показателя по осадкам на 9,6-11,1 мм зафиксировано только в 2022 и 2024 гг. В среднем за годы исследований поступление атмосферных осадков в мае составило около 60 % от многолетнего значения. В июне 2016, 2018, 2021, 2023 гг. в среднем выпало около 30,8 мм, что ниже среднемноголетней нормы на 55 %. В 2017, 2022 и 2024 гг. превышение количества осадков в начале лета над среднемноголетним показателем равнялось 24,5-101,5 мм или выше нормы в 1,4-2,5 раза.

Таблица 1. Гидротермические условия вегетационного периода в годы исследований
 Table 1. Hydrothermal conditions of the growing season in the years of research

Год/ Year	Май / May			Июнь / June		
	осадки, мм/ Precipitation, mm	температура, °C/ Temperature, °C	ГТК/ HTC	осадки, мм/ Precipitation, mm	температура, °C/ Temperature, °C	ГТК/ HTC
2016	9,0	12,1	0,12	40,0	16,2	0,82
2017	40,9	10,0	1,90	92,5	15,0	2,06
2018	22,8	8,7	1,00	17,8	13,7	0,43
2019	36,1	12,5	1,31	47,6	15,0	1,06
2020	13,7	13,7	0,33	72,2	13,9	1,73
2021	8,5	16,8	0,18	34,4	17,8	0,64
2022	55,6	11,6	2,81	100,6	14,6	2,31
2023	0,7	14,8	0,02	31,2	15,1	0,69
2024	57,1	7,4	0,91	169,5	18,2	3,10
2025	29,8	12,4	0,86	49,1	17,5	0,94
Среднее/ Average	27,4	12,0	0,92	65,5	15,6	1,38
Среднемноголетнее/ Average annual	46,0	10,4	1,16	68,0	15,1	1,50

Весной в начале вегетации однолетних трав в большинстве лет наблюдений среднесуточная температура воздуха превысила норму, за исключением 2018 и 2024 годов. В среднем за май она была выше среднеемноголетнего значения на 1,6 °С. В июне превышение температуры воздуха над нормой отмечено в 2016, 2021, 2024 и 2025 гг., в остальные годы наблюдений она была на уровне среднеемноголетнего показателя или ниже. В среднем за 2 ротации температура воздуха практически была на уровне многолетней нормы.

Расчеты гидротермического коэффициента (по Селянинову) показали, что в мае отмечено сильное варьирование данного показателя, оно в 2016-2025 гг. было в интервале от 0,12 до 2,8. Недостаток осадков в начале вегетации однолетних трав снизил величину гидротермического коэффициента по сравнению с нормой на 0,24 ед. Аналогичная тенденция выявлена в начале летнего периода.

Урожайность горохоовсяной смеси из-за короткого периода вегетации (от всходов до образования бобика у гороха в среднем – около 42 дней) во многом зависела от гидротермических условий. Минимальный уровень сбора зеленой массы и сухого вещества (СВ) получен в остро засушливые годы (табл. 2). При недостаточном увлажнении почвы отдача от внесенных удобрений была низкой, прибавка урожайности по зеленой массе по сравнению с контролем составила 3,5 т, а по сухому веществу – 0,75-0,84 т/га.

Таблица 2. Влияние гидротермических условий и фона питания на урожайность горохоовсяной смеси, т/га
 Table 2. Influence of hydrothermal conditions and nutrition background on the yield of a pea-oat mixture, t/ha

Условия увлажнения/ <i>Humidification conditions</i>	Год/ <i>Year</i>	Фон питания/ <i>Nutrition background</i>		
		контроль/ <i>control</i>	минеральный/ <i>mineral</i>	органоминеральный/ <i>organo-mineral</i>
Остро засушливые/ <i>Severely arid</i>	2016, 2021, 2023	<u>7,36*</u> 1,75	<u>10,9</u> 2,50	<u>10,9</u> 2,59
	2018, 2025	<u>15,8</u> 3,53	<u>22,2</u> 4,50	<u>21,4</u> 4,52
Слабо засушливые/ <i>Moderately arid</i>	2019, 2020	<u>15,1</u> 2,75	<u>19,4</u> 4,25	<u>19,6</u> 4,34
	2017, 2022, 2024	<u>16,3</u> 3,26	<u>26,4</u> 5,03	<u>24,0</u> 4,81
НСП ₀₅ фон/ <i>NSR₀₅ background</i>	–		<u>0,96</u> 0,21	
НСП ₀₅ для частных различий/ <i>NSR₀₅ for particular differences</i>	–		<u>3,11</u> 0,66	

Примечание: * в числителе – урожайные данные по зеленой массе, в знаменателе – по сухому веществу

Note: * the numerator shows the yield data for green mass, and the denominator shows the yield data for dry matter

В слабо засушливых условиях, которым предшествовал избыток осадков в послеуборочный период после овса и в течение зимы, запасы продуктивной влаги в метровом слое находились на уровне 140-160 мм (Постников П.А. и др., 2025), что позволило нивелировать негативные явления при температурах воздуха выше нормы в третьей декаде мая и в начале июня. В результате сбор зе-

ленной массы по сравнению с засушливыми условиями возрос в 2,0-2,1 раза, СВ в контроле – в 2,2, на удобренных фонах питания – в 1,7-1,8 раза. Применение минеральных удобрений в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ обеспечило прибавки урожайности горохоовсяной смеси, соответственно 5,6-6,4 т и 0,97-0,99 т/га.

В умеренно влажные годы, которым предшествовало недостаточное увлажнение в пахотном и подпахотных почвенных горизонтах в весенний период, выявлено снижение продуктивности однолетних трав по сравнению со слабо засушливыми по зеленой массе на 9-20 %, по сухому веществу – на 4-22 %. Наибольшее снижение урожайности отмечено на естественном фоне плодородия почвы.

Корреляционный анализ урожайных данных показал, что в начале вегетации горохоовсяной смеси была сильная положительная связь между урожайностью и осадками на удобренных фонах питания (табл. 3). В контроле она характеризовалась средней сопряженностью между данными показателями. В июне, когда в большинстве лет наблюдений количество выпавших атмосферных осадков было близко к норме или выше, взаимосвязь между сбором зеленой массы и осадками заметно ослабевала, в особенности на естественном фоне плодородия темно-серой почвы. За вегетационный период (май-июнь) однолетних трав в среднем выявлена высокая сопряженность между данными показателями и средняя – в контрольном варианте.

Таблица 3. Корреляционные связи (r) между урожайностью однолетних трав и погодными условиями, 2016-2025 гг.

Table 3. Correlation coefficients (r) between the yield of annual grasses and weather conditions, 2016-2025

Показатель/ <i>Indicator</i>	Месяц/ <i>Month</i>	Фон питания/ <i>Nutrition background</i>		
		контроль/ <i>control</i>	минеральный/ <i>mineral</i>	органоминеральный/ <i>organomineral</i>
Осадки, мм/ <i>Precipitation, mm</i>	Май / <i>May</i>	0,68	0,90	0,85
Среднесуточная температура, °C / <i>Average daily temperature, °C</i>		-0,60	-0,82	-0,77
ГТК/ НТС		0,84	0,81	0,79
Осадки, мм/ <i>Precipitation, mm</i>	Июнь / <i>June</i>	0,29	0,69	0,59
Среднесуточная температура, °C / <i>Average daily temperature, °C</i>		-0,43	-0,18	-0,20
ГТК/ НТС		0,37	0,67	0,63
Осадки, мм/ <i>Precipitation, mm</i>	Май-июнь / <i>May-June</i>	0,42	0,75	0,71
Среднесуточная температура, °C / <i>Average daily temperature, °C</i>		-0,73	-0,80	-0,77
ГТК/ НТС		0,69	0,85	0,82

Для мая характерна сильная отрицательная корреляционная связь между урожайностью однолетних трав и среднесуточной температурой воздуха в вариантах с применением минеральных удобрений, а в контроле – средняя. В период формирования биомассы горохоовсяной смеси при достаточном увлажнении почвы воздействие температур на урожайность кормовой культуры заметно ослабевало, в особенности при внесении удобрений. В целом за май-июнь выявлена сильная отрицательная связь между данными показателями, независимо от фона питания.

Химический анализ однолетних трав показал, что применение минеральных удобрений в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ способствовало достоверному увеличению основных элементов питания в растительной продукции по отношению к контролю: общего азота – на 0,21-0,22 %, фосфора – на 0,07-0,09 и калия – на 0,20-0,32 % (табл. 4).

Таблица 4. Биохимический состав горохоовсяной смеси, %, (2016-2025 гг.)
Table 4. Biochemical composition of the pea-oat mixture, %, (2016-2025)

Показатель/ <i>Indicator</i>	Фон питания/ <i>Nutrition background</i>			НСР ₀₅ фон/ <i>NSR₀₅ background</i>
	контроль/ <i>control</i>	минераль- ный/ <i>mineral</i>	органомине- ральный/ <i>organomineral</i>	
Сухое вещество, %/ <i>Dry matter, %</i>	23,6	23,3	23,3	$F\phi < F_T / F_f < F_t$
Общий азот/ <i>Total nitrogen</i>	1,84	2,05	2,06	0,13
P ₂ O ₅ / <i>P₂O₅</i>	0,47	0,56	0,54	0,06
K ₂ O/ <i>K₂O</i>	2,02	2,34	2,22	0,11
Содержание золы, %/ <i>Ash content, %</i>	6,29	7,04	7,06	0,43
Сырой протеин, %/ <i>Crude protein, %</i>	11,5	12,8	12,9	0,48
Сырой жир, %/ <i>Crude fat, %</i>	2,82	3,25	3,24	0,22
Сырая клетчатка, %/ <i>Crude fiber, %</i>	27,4	26,5	26,9	$F\phi < F_T / F_f < F_t$
БЭВ / <i>NFS</i>	52,7	50,4	49,9	—

По содержанию N и P₂O₅ в сухом веществе не установлено различий между минеральным и органоминеральным фонами питания, т. е. органические удобрения (сидераты, солома), внесенные за ротацию севооборота, в последствии не показали их преимущества. В то же время на минеральном фоне питания усвоение K₂O растениями достоверно выше варианта, где минеральные удобрения за ротацию севооборота внесены в сочетании с органическими.

Большее накопление питательных веществ в растительной продукции при систематическом применении удобрений увеличило долю золы в сухом веществе, по отношению к варианту без удобрений она возросла на 0,75-0,77 %.

Внесение удобрений на минеральном и органоминеральном фонах питания обеспечило достоверное повышение содержания сырого протеина и сырого жира в сухой массе однолетних трав по отношению к контрольному варианту, соответственно, на 1,3-1,4 и 0,42-0,43 %. Между фонами питания различий не выявлено. Также за период с 2016 по 2025 годы в среднем не установлено существенных различий по содержанию сырой клетчатки в сухом веществе в зависимости от фона питания.

Внесение минеральных удобрений и последствие органических обеспечило увеличение содержания переваримого протеина на 1,29-1,39 % по сравнению с контрольным вариантом (табл. 5). Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином возросла на 13,2-14,4 г.

Таблица 5. Питательность горохоовсяной смеси, % СВ (2016-2025 гг.)
Table 5. Nutrient content of pea-oat mixture, % SV (2016-2025)

Показатель/ <i>Indicator</i>	Фон питания/ <i>Nutrition background</i>			НСР ₀₅ фон/ <i>NSR₀₅ background</i>
	кон- троль/ <i>control</i>	мине- ральный/ <i>mineral</i>	органомине- ральный/ <i>organomineral</i>	
Кормовые единицы/ <i>Feed units</i>	0,82	0,84	0,84	$F\phi < F_T / F_f < F_t$
Переваримый протеин, %/ <i>Digestible protein, %</i>	7,42	8,71	8,81	0,81
Содержание протеина на 1 кормовую единицу, г/ <i>Protein content per 1 feed unit, g</i>	90,5	103,7	104,9	8,25
Обменная энергия, МДж/ <i>Metabolizable energy, MJ</i>	10,1	10,2	10,2	$F\phi < F_T / F_f < F_t$

Анализ урожайных данных горохоовсяной смеси показал, что в среднем за две ротации зернотравяного севооборота сбор зеленой массы при применении удобрений по сравнению с контролем увеличился на 5,5-6,8 т, сухого вещества – на 1,35-1,56 т/га (табл. 6). Существенных различий по показателям продуктивности бобово-злаковой смеси между минеральным и органоминеральным фонами питания не выявлено.

Таблица 6. Продуктивность горохоовсяной смеси, 2016-2025 гг.
 Table 6. Productivity of a pea-oat mixture, 2016-2025

Фон питания/ <i>Nutrition background</i>	Сбор / <i>Collecting</i>				
	Зеленая масса, т/га/ <i>Green mass, t/ha</i>	Сухое вещество, т/га/ <i>Dry matter, t/ha</i>	Кормовые единицы, тыс./ <i>Feed units, thousand</i>	Переваримый протеин, кг/га/ <i>Digestible protein, kg/ha</i>	Обменная энергия, ГДж/га/ <i>Exchange energy, GJ/ha</i>
Контроль/ <i>Control</i>	12,7	2,98	2,44	221	29,5
Минеральный/ <i>Mineral</i>	19,5	4,54	3,81	381	46,3
Органоминеральный/ <i>Organomineral</i>	18,6	4,33	3,64	364	44,2
НСП ₀₅ фон/ <i>NSR₀₅ background</i>	1,74	0,46	0,26	25,9	3,13

В сухом веществе горохоовсяной смеси по отношению к естественному фону плодородия дополнительно накоплено больше кормовых единиц на 1,20-1,37 тыс., переваримого протеина – на 143-160 кг/га и обменной энергии – на 14,7-16,8 ГДж/га.

Обсуждение полученных результатов.

В мае и начале летнего периода отмечено сильное варьирование гидротермического коэффициента. Анализ многолетних наблюдений позволил разбить годы исследований на следующие группы по условиям увлажнения за май – июнь: остро засушливые (ГТК – 0,41); слабо засушливые (ГТК – 0,81); умеренно влажные (ГТК – 1,10); избыточно влажные (ГТК – 2,26).

Существует высокая корреляционная взаимосвязь между метеорологическими показателями и урожайностью горохоовсяной смеси. Установлена высокая сопряженность между ГТК и сбором зеленой массы в мае ($r=0,79-0,84$) и в целом за вегетацию ($r=0,69-0,85$) независимо фона питания.

Оценка качества зеленой массы горохоовсяной смеси в многолетних исследованиях показала, что при применении удобрений по содержанию сухого вещества, сырой золы, сырой клетчатки она соответствовала нормативным требованиям для зеленого корма, за исключением сырого протеина. Недостаточное содержание сырого протеина в зеленом корме связано с тем что в большинстве лет наблюдений отмечено недостаточное увлажнение почвы в начале вегетации гороха, что отрицательно сказалось на его росте и развитии в смеси. Негативную реакцию гороха на недостаточное увлажнение в летний период отмечали и другие авторы (Митрофанов Д.В., 2025; Гаевая Э.А. и др., 2025). Для повышения содержания протеина в горохоовсяной смеси при проведении дальнейших исследований в длительном опыте целесообразно увеличение доли зернобобовой культуры или уменьшение нормы посева овса.

Содержание кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе мало зависело от фона питания. Подобные закономерности по питательности зеленого корма выявлены другими авто-

рами (Кашеваров Н.И. и др., 2021). Содержание переваримого протеина и обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином увеличилось при применении удобрений.

Заключение.

В зернотравяном севообороте максимальная продуктивность горохоовсяной смеси достигнута при избыточном увлажнении (ГТК – 2,2), прибавки урожайности зеленой массы от применения удобрений составили 7,7-10,1 т, сухого вещества – 1,6-1,7 т/га.

Установлена сильная положительная взаимосвязь между урожайностью бобово-злаковой смеси и осадками, коэффициент корреляции в начале вегетации равнялся 0,85-0,90, в целом за вегетационный период – 0,77-0,80. Выявлена отрицательная сопряженность между урожайностью горохоовсяной смеси и среднесуточной температурой воздуха в среднем за май – июнь на уровне 0,73-0,80, независимо от фона питания.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ способствовало достоверному увеличению концентрации основных элементов питания по отношению к контролю: общего азота – на 0,21-0,22 %, фосфора – на 0,07-0,09 и калия – на 0,20-0,32 %. При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ и на фоне последействия сидератов, соломы выявлено увеличение сырого протеина и сырого жира в сухой массе однолетних трав по отношению к контрольному варианту, соответственно, на 1,3-1,4 и 0,42-0,43 %.

Внесение минеральных удобрений и последействие органических повысило содержание переваримого протеина в сухом веществе на 1,29-1,39 % по сравнению с контрольным вариантом, обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином возросла на 13,2-14,4 г.

Список источников

1. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю. Действие минеральных удобрений и норм высева на продуктивность и питательность гороха полевого в моно-и бипосевах при выращивании на семена // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4(60). С. 30-37. [Bezgodova IL, Konovalova NYu. Effect of mineral fertilizers and seeding rates on the productivity and nutritional value of field peas in mono- and bi-sowing when cultivated for seeds. Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2022;4(60):30-37. (In Russ.)]. doi: 10.35694/YARCX.2022.60.4.004
2. Влияние режима влажности темно-серой лесной почвы на урожайность яровой пшеницы / П.А. Постников, О.В. Васина, П.Ю. Овчинников, М.В. Цепилова // Вестник университета биотехнологий. 2025. № 4(77). С. 101-111. [Postnikov PA, Vasina OV, Ovchinnikov PYu, Tsepilova MV. Influence of moisture regime of dark gray forest soil on spring wheat yield. Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2025;4(77):101-111. (In Russ.)]. doi: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-101-111
3. Гаевая Э.А., Гринько А.В., Безуглова О.С. Урожайность гороха в изменяющихся климатических условиях Северного Приазовья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 5. С. 5-19. [Gaevaya EA, Grin'ko AV, Bezuglova OS. Pea yield under changing climatic conditions of the Northern Azov zone. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2025;5:5-19. (In Russ.)]. doi: 10.26897/0021-342X-2025-5-5-19
4. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. Введ. 2018-01-01. М.: Стандартинформ, 2016. 9 с. [GOST 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Vved. 2018-01-01. Moscow: Standartinform; 2016: 9 p. (In Russ.)].
5. ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества. Введ. 2022-08-01. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 7 с. [GOST 26213-2021. Soils. Methods

for determination of organic matter. Vved. 2022-08-01. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2021: 7 p. (*In Russ.*).

6. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Введ. 1986-07-01. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 4 с [GOST 26483-85. Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by CINA method. Vved. 1986-07-01. Moscow: USSR State Committee on Standards; 1985: 4 p. (*In Russ.*)].

7. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 1999-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. 10 с [GOST 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Flame photometric method for determination of potassium content. Vved. 1999-01-01. Minsk: Interstate council for standardization, metrology and certification; 1999: 10 p. (*In Russ.*)].

8. ГОСТ 30504-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Введ. 1999-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. 8 с. [GOST 30504-97. Fodders, mixed fodders and mixed fodder raw materials. Flame photometric method for determination of potassium content. Vved. 1999-01-01. Minsk: Interstate council for standardization, metrology and certification; 1998: 8 p. (*In Russ.*)].

9. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с. [GOST 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Vved. 2013-07-01. Moscow: Standartinform; 2014: 9 p. (*In Russ.*)].

10. ГОСТ 32044.1-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Кьельдаля. Введ. 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 11 с. [GOST 32044.1-2012. Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Part 1. Kjeldahl method. Vved. 2014-07-01. Moscow: Standartinform; 2014: 11 p. (*In Russ.*)].

11. ГОСТ 32933-2014. Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы. Введ. 2016-01-01. М.: Стандартинформ, 2020. 7 с. [GOST 32933-2014. Feeds, compound feeds. Method for determination of crude ash. Vved. 2016-01-01. Moscow: Standartinform; 2020: 7 p. (*In Russ.*)].

12. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Введ. 2013-01-01. М.: Стандартинформ, 2013. 7 с. [GOST 54650-2011. Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINA method. Vved. 2013-01-01. Moscow: Standartinform; 2013: 7 p. (*In Russ.*)].

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с. [Dospheov BA. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. Moscow: Alliance; 2011: 350 p. (*In Russ.*)].

14. Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю. Конкурентная способность компонентов в смешанных агроценозах зернофуражных культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 42-50. [Kashevarov NI, Sadokhina TA, Bakshaev DYU. Competitive ability of components in mixed agrocenoses of fodder grain crops. Siberian Herald of Agricultural Science. 2021;51(1):42-50. (*In Russ.*)]. doi: 10.26898/0370-8799-2021-1-5

15. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 5-14. [Kosolapov VM, Chernivskih VI. Fodder production: state, problems, and role of the Federal Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology in their solving. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022;36(4):5-14. (*In Russ.*)]. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_5

16. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: ЦИНАО, 2002. 76 с. [Metodicheskie ukazaniya po ocenke kachestva i pitatelnosti kormov. Moscow: CINAО; 2002: 76 p. (*In Russ.*)].
17. Митрофанов Д.В. Влияние погодных условий, продуктивной влаги, макроэлементов питания почвы и сорных растений на урожайность гороха // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 1. С. 22-42. [Mitrofanov DV. Effect of weather conditions, productive moisture, soil macronutrients and weeds on pea yield. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2025;1:22-42. (*In Russ.*)]. doi: 10.26897/0021-342X-2025-1-22-42
18. Научно обоснованная система кормопроизводства в условиях аридизации климата Свердловской области / Н.Н. Зезин, М.Ю. Севостьянов, П.А. Постников и др. Екатеринбург: ИП Чичадаев Н.П., 2024. 259 с. [Zezin NN, Sevostyanov MYu, Postnikov PA, et al. Nauchno obosnovannaja sistema kormoproizvodstva v usloviyah aridizacii klimata Sverdlovskoj oblasti. Ekaterinburg: IP Chichadeev NP; 2024: 259 p. (*In Russ.*)].
19. Николаева Е.В., Голубева О.А., Кузнецова Л.А. Оценка взаимовлияния однолетних кормовых культур на ранних стадиях развития растений // Вестник ИрГСХА. 2022. № 110. С. 24-32. [Nikolaeva EV, Golubeva OA, Kuznetsva LA. Evaluation of the mutual influence of annual forage crops at the early stages of plant development. Vestnik IrGSHA. 2022;3(110):24-32. (*In Russ.*)]. doi: 10.51215/1999-3765-2022-110-24-32
20. Окорков В.В., Окоркова Л.А., Лебедева А.Е. Удобрение однолетних трав на серых лесных почвах Владимирского Ополя // Агрохимия. 2023. № 10. С. 26-37. [Okorkov VV, Okorkova LA, Lebedeva AE. Fertilization of annual grasses on gray forest soils of the Vladimir Opole. Agricultural Chemistry. 2023;10:26-37. (*In Russ.*)]. doi: 10.31857/S0002188123100113
21. Павлова С.А., Пестерева Е.С. Опыт по возделыванию кормовых культур на сенаж в условиях Севера // Ветеринария и кормление. 2021. № 4. С. 43-45. [Pavlova SA, Pestereva ES. Experience on the cultivation of forage crops for silage in the North. Veterinaria i kormlenie. 2021;4:43-45. (*In Russ.*)]. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-4-12
22. Платонов А.В., Рассохина И.И., Никулина А.С. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании горохо-овсяной травосмеси // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8(173). С. 125-130. [Platonov AV, Rassokhina II, Nikulina AS. Biologicals' use efficiency when cultivating pea-oat grass mix. Bulletin of KSAU. 2021;8(173):125-130. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2021-8-125-130
23. Подласова Е.Ю., Лебедев С.В., Поберухин М.М. Эффективность предпосевной обработки семян однолетних культур при производстве зелёных кормов // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 1. С. 149-155. [Podlasova EYu, Lebedev SV, Poberukhin MM. Efficiency of pre-sowing seed treatment of annual crops in the production of green feed. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):149-155. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-149
24. Скороходов В.Ю. Продуктивность парозанимающих культур и роль паров в засушливых условиях степной зоны Южного Урала // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10(199). С. 82-92. [Skorokhodov VYu. Fallow crops productivity and the role of fallow under drid conditions of the Southern Urals steppe zone. Bulletin of KSAU. 2023;10(199):82-92. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-82-92
25. Шпаков А.С. Основные направления интенсификации и ресурсосбережения кормопроизводства лесной зоны // Кормопроизводство. 2024. № 9. С. 29-34. [Shpakov AS. Main directions of intensification and resource saving of fodder production in the forest zone. Kormoproizvodstvo. 2024;9:29-34. (*In Russ.*)]. doi: 10.30906/1562-0417-2024-9-29-34
26. Barsila SR. The fodder oat (*Avena sativa*) mixed legume forages farming: Nutritional and ecological benefits. Journal of Agriculture and Natural Resources. 2018;1(1):206-222. doi: 10.3126/janr.v1i1.22236

27. Bezgodov AV, Maron KA. Growing lupine and vetch in mixed crops. *Acta Biologica Sibirica*. 2022;8:199-209. doi: 10.14258/abs.v8.e13
28. Luo F, Liu W., Mi W., Ma X., Liu K., Ju Z., Li W. Legume-grass mixtures increase forage yield by improving soil quality in different ecological regions of the Qinghai-Tibet Plateau. *Front in Plant Sci*. 2023;14:1280771. doi: 10.3389/fpls.2023.1280771

References

1. Bezgodova IL, Konovalova NYu. Effect of mineral fertilizers and seeding rates on the productivity and nutritional value of field peas in mono- and bi-sowing when cultivated for seeds. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2022;4(60):30-37. doi: 10.35694/YARCX.2022.60.4.004
2. Postnikov PA, Vasina OV, Ovchinnikov PYu, Tsepilova MV. Influence of moisture regime of dark gray forest soil on spring wheat yield. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2025;4(77):101-111. doi: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-101-111
3. Gaevaya EA, Grin'ko AV, Bezuglova OS. Pea yield under changing climatic conditions of the Northern Azov zone. *News of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025;5:5-19. doi: 10.26897/0021-342X-2025-5-5-19
4. State Standart 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds and feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Implementation date 2018.01.01. Moscow: Standartinform; 2016:9 p.
5. State Standart 26213-2021. Soils. Methods for determination of organic matter. Implementation date 2022.08.01. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2021:7 p.
6. State Standart 26483-85. Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by CINA method. Implementation date 1986.07.01. Moscow: USSR State Committee on Standards; 1985:4 p.
7. State Standart 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Flame photometric method for determination of potassium content. Implementation date 1999.01.01. Minsk: Interstate council for standardization, metrology and certification; 1999:10 p.
8. State Standart 30504-97. Fodders, mixed fodders and mixed fodder raw materials. Flame photometric method for determination of potassium content. Implementation date 1999.01.01. Minsk: Interstate council for standardization, metrology and certification; 1998:8 p.
9. State Standart 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Implementation date 2013.07.01. Moscow: Standartinform; 2014:9 p.
10. State Standart 32044.1-2012. Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Part 1. Kjeldahl method. Implementation date 2014.07.01. Moscow: Standartinform; 2014:11 p.
11. State Standart 32933-2014. Feeds, compound feeds. Method for determination of crude ash. Implementation date 2016.01.01. Moscow: Standartinform; 2020:7 p.
12. State Standart R 54650-2011. Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINA method. Implementation date 2013.01.01. Moscow: Standartinform; 2013:7 p.
13. Dospehov B.A. Methodology of field experiment: (with the basics of statistical processing of research results). 6th ed., reprinted from the 5th ed. 1985. Moscow: Alliance; 2011:350 p.
14. Kashevarov NI, Sadokhina TA, Bakshaev DYU. Competitive ability of components in mixed agrocenoses of fodder grain crops. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021;51(1):42-50. doi: 10.26898/0370-8799-2021-1-5
15. Kosolapov VM, Chernivskii VI. Fodder production: state, problems, and role of the Federal Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology in their

solving. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2022;36(4):5-14. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_5

16. Methodological guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed. Moscow: CINAО, 2002. 76 p.

17. Mitrofanov DV. Effect of weather conditions, productive moisture, soil macronutrients and weeds on pea yield. News of Timiryazev Agricultural Academy. 2025;1:22-42. doi: 10.26897/0021-342X-2025-1-22-42

18. Zezin NN, Sevostyanov MYu, Postnikov PA, et al. Scientifically based system of forage production in the conditions of aridization of the climate of the Sverdlovsk region. Ekaterinburg: IP Chichadeev NP; 2024: 259 p.

19. Nikolaeva EV, Golubeva OA, Kuznetsva LA. Evaluation of the mutual influence of annual forage crops at the early stages of plant development. Bulletin of IrgSHA. 2022;3(110):24-32. doi: 10.51215/1999-3765-2022-110-24-32

20. Okorkov VV, Okorkova LA, Lebedeva AE. Fertilization of annual grasses on gray forest soils of the Vladimir Opole. Agricultural Chemistry. 2023;10:26-37. doi: 10.31857/S0002188123100113

21. Pavlova SA, Pestereva ES. Experience on the cultivation of forage crops for silage in the North. Veterinary science and feeding. 2021;4:43-45. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-4-12

22. Platonov AV, Rassokhina II, Nikulina AS. Biologicals' use efficiency when cultivating pea-oat grass mix. Bulletin of KSAU. 2021;8(173):125-130. doi: 10.36718/1819-4036-2021-8-125-130

23. Podlasova EYu, Lebedev SV, Poberukhin MM. Efficiency of pre-sowing seed treatment of annual crops in the production of green feed. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(1):149-155. doi: 10.33284/2658-3135-104-1-149

24. Skorokhodov VYu. Fallow crops productivity and the role of fallow under drier conditions of the Southern Urals steppe zone. Bulletin of KSAU. 2023;10(199):82-92. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-82-92

25. Shpakov AS. Main directions of intensification and resource saving of fodder production in the forest zone. Forage production. 2024;9:29-34. doi: 10.30906/1562-0417-2024-9-29-34

26. Barsila SR. The fodder oat (*Avena sativa*) mixed legume forages farming: Nutritional and ecological benefits. Journal of Agriculture and Natural Resources. 2018;1(1):206-222. doi: 10.3126/janr.v1i1.22236

27. Bezgodov AV, Maron KA. Growing lupine and vetch in mixed crops. Acta Biologica Sibirica. 2022;8:199-209. doi: 10.14258/abs.v8.e13

28. Luo F, Liu W., Mi W., Ma X., Liu K., Ju Z., Li W. Legume-grass mixtures increase forage yield by improving soil quality in different ecological regions of the Qinghai-Tibet Plateau. Front in Plant Sci. 2023;14:1280771. doi: 10.3389/fpls.2023.1280771

Информация об авторах:

Павел Афанасьевич Постников, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 620061, г. Екатеринбург, Свердловская обл., пос. Исток, ул. Главная, д. 21, тел.: +79222933807.

Ольга Владимировна Васина, младший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 620061, г. Екатеринбург, Свердловская обл., пос. Исток, ул. Главная, д. 21, тел.: +79045488892.

Елизавета Федоровна Данько, научный сотрудник аналитической лаборатории, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 620061, г. Екатеринбург, Свердловская обл., пос. Исток, ул. Главная, д. 21, тел.: +79533855762.

Мария Валентиновна Цепилова, младший научный сотрудник аналитической лаборатории, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 620061, г. Екатеринбург, Свердловская обл., пос. Исток, ул. Главная, д. 21, тел.: +79221356302.

Information about the authors:

Pavel A Postnikov, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Agriculture and Fodder Production, Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 21 Glavnaya St., Istok village, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 620061, tel.: +79222933807.

Olga V Vasina, Junior Researcher, Department of Agriculture and Fodder Production, Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 21 Glavnaya St., Istok village, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 620061, tel.: +79045488892.

Elizaveta F Danko, Researcher at the Analytical laboratory, Ural Research Institute of Agriculture – branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 21 Glavnaya St., Istok village, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 620061, tel.: +79533855762.

Maria V Tsepilova, Junior Researcher at the Analytical laboratory, Ural Research Institute of Agriculture – branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 21 Glavnaya St., Istok village, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 620061, tel.: +79221356302.

Статья поступила в редакцию 11.03.2026; одобрена после рецензирования 27.04.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 11.03.2026; approved after reviewing 27.04.2026; accepted for publication 15.06.2026.