

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



УДК 636.085.1:633.3:631.5(571.56)

Поступила: 04.05.2026

Принята к публикации: 19.06.2026

Опубликована: 22.06.2026

Кормовые достоинства перспективных однолетних кормовых культур при разных сроках посева в условиях криолитозоны Якутии

Н. Н. Жиркова¹, Е. С. Пестерева², С. А. Павлова³, Г. Е. Захарова⁴, А. И. Винокурова⁵

^{1,2,3,4,5} ФИЦ ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова»

² ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет

¹ e-mail: zhirkova.jinni@yandex.ru

² e-mail: lena79pestereva@mail.ru

³ e-mail: sachayana@mail.ru

⁴ e-mail: galina61zaxarova@mail.ru

⁵ e-mail: vinokurova-a-i@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты сравнительного изучения химического состава и питательной ценности амаранта, горохо-овсяной и вико-овсяной смесей при разных сроках посева в условиях Центральной Якутии. Полевой опыт проведен в 2019–2022 гг. на мерзлотной дерново-луговой почве. Сроки посева: 1 июня (первый срок посева), 15 июня (второй срок посева), 30 июня (третий срок посева). Установлено, что наибольшее содержание сырого протеина в сухом веществе достигается при третьем сроке посева: 24,1 % у амаранта, 23,4 % у вико-овсяной и 22,4 % у горохо-овсяной смеси. При этом количество сырой клетчатки также возрастает к третьему сроку 30,8–31,7 %. Концентрация кормовых единиц в сухом веществе слабо варьирует по срокам 0,70–0,75, тогда как обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином последовательно увеличивается от раннего срока к позднему, достигая максимума у амаранта в третий срок – 184,4 г. Макроэлементный состав характеризуется стабильным содержанием фосфора 0,30–0,34 % и кальция 1,46–1,85 % с тенденцией к накоплению кальция к поздним посевам.

Ключевые слова: амарант, горохо-овсяная смесь, вико-овсяная смесь, химический состав, питательная ценность, сроки посева, Центральная Якутия

DOI: <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2026-2-19-36>

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова ФИЦ ЯНЦ СО РАН в лаборатории кормопроизводства (FWRS-2021-0006) и выполнена с использованием оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН.



Submitted: 04.05.2026

Accepted: 19.06.2026

Published: 22.06.2026

Feeding qualities of promising annual fodder crops at different sowing dates in the cryolithozone of Yakutia

Natalya N. Zhirkova¹, Elena S. Pestereva², Sakhayana A. Pavlova³, Galina E. Zakharova⁴, Anastasiya I. Vinokurova⁵

^{1,2,3,4,5} Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

² Arctic State Agrotechnological University

¹ e-mail: zhirkova.jinni@yandex.ru

² e-mail: lena79pestereva@mail.ru

³ e-mail: sachayana@mail.ru

⁴ e-mail: galina61zaxarova@mail.ru

⁵ e-mail: vinokurova-a-i@mail.ru

Abstract. The results of a comparative study of the chemical composition and nutritional value of amaranth, pea-oat and vetch-oat mixtures at different sowing dates in Central Yakutia are presented. The field experiment was conducted in 2019–2022 on permafrost sod-meadow soil. Sowing dates: June 1 (first sowing date), June 15 (second sowing date), June 30 (third sowing date). It was established that the highest crude protein content in dry matter is achieved at the third sowing date: 24.1% in amaranth, 23.4% in vetch-oat and 22.4% in pea-oat mixtures. At the same time, the amount of crude fiber also increases by the third date 30.8–31.7%. The concentration of feed units in dry matter varies slightly across dates (0.70–0.75), while the provision of a feed unit with digestible protein consistently increases from early to late sowing, reaching a maximum in amaranth at the third date – 184.4 g. The macroelement composition is characterized by a stable content of phosphorus 0.30–0.34% and calcium 1.46–1.85% with a tendency for calcium accumulation at late sowings.

Key words: *amaranth, pea-oat mixture, vetch-oat mixture, chemical composition, nutritional value, sowing dates, Central Yakutia*

DOI: <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2026-2-19-36>

Введение. В Центральной Якутии производство объемистых кормов для молочного скота ограничено краткостью вегетационного периода и неустойчивым теплообеспечением [6, 9, 10, 14]. Наряду с уровнем урожайности, первостепенное значение приобретает качество получаемого сырья, определяемое концентрацией протеина, энергии и структурных углеводов [14]. В регионе традиционно возделываются овсяно-бобовые смеси, однако в последние годы интерес вызывает амарант как культура с высоким содержанием белка и биологически активных веществ [1-4, 6, 7, 9, 10, 14, 18-20].

Качество корма зависит не только от генетических особенностей сорта, но и от абиотических факторов, среди которых срок посева играет одну из ключевых ролей [6,14]. Смещение даты посева изменяет температурный и световой режимы в критические периоды онтогенеза, что сказывается на накоплении протеина, клетчатки, зольных элементов и в конечном счете на энергетической и протеиновой питательности. Однако для мерзлотных дерново-луговых почв Центральной Якутии сравнительные данные о химическом составе амаранта и бобово-злаковых смесей в зависимости от срока посева практически отсутствуют.

Цель исследований. Изучить влияние сроков посева на химический состав и

питательную ценность амаранта, гороховяной и вико-овсяной смесей.

Научная новизна исследований. Впервые в почвенно-климатических условиях Центральной Якутии на мерзлотной дерново-луговой почве изучено влияние сроков посева на химический состав и питательную ценность однолетних кормовых культур. Установлены закономерности изменения содержания сырого протеина, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, макроэлементов, а также энергетической и протеиновой питательности при сдвиге даты посева. Показано, что отсрочка посева с начала на конец июня приводит к одновременному увеличению концентрации сырого протеина и сырой клетчатки в сухом веществе, а также к последовательному повышению обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином, превышающей зоотехническую норму. Выявлены особенности динамики зольности и калия при разных сроках посева. Полученные данные формируют научную основу для выбора срока посева как инструмента управления качеством зеленых кормов в регионе.

Материалы и методы. Результаты исследований получены на мерзлотной дерново-луговой почве полевого стационара Якутского НИИ сельского хозяйства, (г. Покровск, Хангаласский улус) Республики

Саха (Якутия) в 2019-2022 гг. Основной изучаемый признак представлен в виде трех календарных сроков, которые различались в пределах декад июня месяца: первый (1-10 июня), второй (11-20 июня), третий (21-30 июня). Изучаемые однолетние кормовые культуры различались по ботаническим, морфологическим и биологическим особенностям и в наших исследованиях представлены в виде вариантов: горохо-овсяная смесь, вико-овсяная смесь, амарант; Мерзлотная почва по плодородию характеризовалась слабощелочной реакцией среды и содержанием гумуса 3,1 %, со средним уровнем обеспеченности общим азотом (0,36 %), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (162 мг/кг) и обменного калия (254 мг/кг) с тяжелым гранулометрическим составом.

Полевой опыт размещался на отдельном земельном участке, в пределах которого располагались полевые опыты с рендомизированным размещением вариантов. Повторность - четырехкратная. Способ посева рядовой. Площадь делянок в полевых опытах составила $S = 72 \text{ м}^2$ (7.2 м x 10 м). Однолетние кормовые культуры высевали в одновидовых и смешанных посевах согласно принятой технологии возделывания с применением комплекса ключевых агротехнологических приемов: внесением полного минерального удобрения в качестве основного под

весеннюю культивацию, проведением периодических вегетационных поливов в течение сезона, а также варьированием календарных дат посева (разные декады июня). К уборке зеленой массы приступали в первой - второй декаде августа. Минеральные удобрения (NPK) вносили в виде азофоски (16:16:16) весной перед посевом в качестве основного удобрения. Вегетационный полив в виде орошения проводили периодически дождеванием с нормой 300-500 м³, особенно - в критический период развития растений (всходы - кущение). Сроки посева варьировали по мере оттаивания верхнего горизонта мерзлотных почв в интервале с первой по третью декаду июня.

Подготовка почвы представляла единую технологию - согласно «Система ведения сельского хозяйства» (Якутск, 2009), которая выражалась в виде осенней вспашки (зябь) с последующим 2-4-х кратным дискованием, весенним закрытием влаги, двукратным тяжелым и легким боронованием с повторным боронованием перед посевом. Опыты закладывали в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997) ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. Для посева использовали семена районированных сортов однолетних кормовых культур местной селекции Якутского НИИСХ и

высококонтинентальные инорайонированные сорта селекции СибНИИ кормов [5,10-12].

Статистический анализ проводили по общепринятым методикам (Савич,1972; Лакин,1980) с построением математических моделей для разных признаков с использованием пакета стандартных программ Excel (2010). Для статистической обработки данных урожайности применялся дисперсионный анализ по методике Доспехова Б.А. (1985), реализованный в программном пакете СНЕДЕКОР, разработанным О.Д. Сорокиным (СибНИИСХМ СО РАСХН). Агроэнергетическая и экономическая оценка эффективности возделывания кормовых культур представлена по методике ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса (1995, 2000). Метеорологический мониторинг в период проведения исследований осуществляли на основании данных, полученных с агрометеорологической станции г. Покровск Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия) [5,8,11-13,16,17].

Метеорологические условия.

Вегетационные периоды 2019-2022 гг. заметно различались по тепло- и влагообеспеченности, что типично для резко континентального климата Центральной Якутии.

2019 г. характеризовался ранней теплой весной и недостатком влаги в

начальный период: в мае выпало 14 мм осадков (на 5 мм ниже нормы). Июнь также был сухим (28 мм при норме 33 мм). В июле, напротив, осадки в первой половине месяца вдвое превысили многолетний показатель, однако их резкое сокращение во второй половине отрицательно сказалось на формировании урожая. Август был прохладным (средняя температура 12,8 °С, что на 2,3 °С ниже нормы), а сентябрь - влажным (48 мм). В целом ГТК составил 0,5, условия - засушливые.

2020 г. отмечен как крайне засушливый: сумма осадков за май-сентябрь достигла лишь 87,6 мм, что на 49,6 % ниже среднемноголетней нормы (176,3 мм). Наиболее сухими были май (4,9 мм) и август (11,1 мм). Температурный фон оставался близким к средним значениям, за исключением холодного августа (на 2,4 °С ниже нормы). ГТК снизился до 0,4, что соответствует острозасушливым условиям.

2021 г. также характеризовался засушливостью на фоне повышенных температур. Осадки мая и июня составили 10,3 мм, что в 2-3 раза ниже нормы; в июле и августе сохранялся дефицит влаги (31,2 и 30,5 мм соответственно). Среднемесячная температура июля достигала 19,5 °С. ГТК активного периода и лета оставался на уровне 0,4, что свидетельствует о жестком недостатке влаги.

2022 г. был наиболее благоприятным: среднесуточные температуры превышали норму на 1,3-4,1 °С, а сумма осадков в мае и июле в 1,5-2,0 раза превосходила многолетние значения. Несмотря на кратковременный дефицит влаги в начале июля, в целом увлажнение было достаточным (ГТК за сезон 1,1). Это обеспечило наилучшие условия для роста и развития кормовых культур среди всех лет наблюдений. Таким образом, годы исследований охватывали широкий спектр погодных условий - от острозасушливых (2020, 2021) до умеренно влажных (2019) и оптимальных по сочетанию тепла и влаги (2022), что позволило всесторонне оценить влияние сроков посева на качество корма.

Результаты исследований.

Химический состав культур существенно изменялся под влиянием срока посева (табл. 1-3). Концентрация сырого протеина в

сухом веществе последовательно возрастала от первого срока к третьему у всех вариантов.

Если при первом сроке посева максимальное содержание протеина отмечено у амаранта 23,0 %, у смесей оно было несколько ниже 20,7-22,5 %, то к третьему сроку посева наибольший показатель зафиксирован также у амаранта - 24,1 %, у вико-овсяной смеси - 23,4 %, у горохо-овсяной - 22,4 %. Содержание сырого жира оставалось стабильным 2,4-3,0 % без выраженной динамики по срокам.

Количество сырой клетчатки во всех вариантах повышалось к третьему сроку, достигая 30,8-31,7 %, что на 1,0-1,7 % выше значений первого срока. Зольность в смесях возрастала от первого ко второму сроку с 7,7 до 9,4 %, а затем снижалась к третьему 8,5-8,8 %, у амаранта она плавно убывала от 7,2 до 7,0 %.

Таблица 1 Химический состав однолетних кормовых культур первого срока посева (среднее за 2019-2022 гг.)

Table 1 Chemical composition of annual fodder crops of the first sowing period (average for 2019-2022)

Параметры оценки (по сырому веществу*)		Варианты опыта		
		овес + горох	овес + вика	амарант
гигровлага, %		5,16	5,48	4,53
протеин*	на % абс. сух. в-во	20,7	22,5	23,0
жир*		2,6	2,7	2,5
клетчатка*		30,1	30,5	29,0
зола*		7,7	8,3	7,2
БЭВ		38,9	36,0	38,7
Фосфор, %		0,31	0,30	0,31
Кальций, %		1,46	1,49	1,91
Калий, г/кг		14,8	14,5	11,4

Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) у смесей заметно уменьшалось от первого срока 36,0-38,9 % ко второму 34,5-35,1 % и оставалось

примерно на том же уровне в третий срок 33,9-34,4 %. Амарант сохранял высокие значения БЭВ 35,6-38,7 %, причем максимум приходился на первый срок.

Таблица 2 **Химический состав однолетних кормовых культур второго срока посева (среднее за 2019-2022 гг.)**

Table 2 **Chemical composition of annual fodder crops of the second sowing period (average for 2019-2022)**

Параметры оценки (по сырому веществу*)		Варианты опыта		
		овес + горох	овес + вика	амарант
гигровлага, %		5,03	5,50	4,53
протеин*	на % абс. сух. в-во	22,6	22,4	23,2
жир*		2,7	2,8	2,6
клетчатка*		30,0	30,2	29,3
зола*		9,4	9,4	7,8
БЭВ		34,5	35,1	35,6
Фосфор, %		0,31	0,31	0,32
Кальций, %	1,65	1,85	1,79	
Калий, г/кг	10,1	10,6	11,7	

Концентрация фосфора находилась в узком диапазоне 0,30-0,34 % и слабо зависела от срока. Содержание кальция в смесях увеличивалось к поздним посевам: с 1,46-1,49 % до 1,75 %, у амаранта,

напротив, несколько снижалось с 1,91 до 1,60 %. Количество калия уменьшалось от раннего срока к позднему, особенно резко в смесях с 14,5 до 7,36 г/кг, тогда как у амаранта этот показатель оставался сравнительно стабильным 11,4-12,9 г/кг.

Таблица 3 **Химический состав однолетних кормовых культур третьего срока посева (среднее за 2019-2022 гг.)**

Table 3 **Chemical composition of annual fodder crops of the third sowing period (average for 2019-2022)**

Параметры оценки (по сырому веществу*)		Варианты опыта		
		овес + горох	овес + вика	амарант
гигровлага, %		4,56	4,55	4,60
протеин*	на % абс. сух. в-во	22,4	23,4	24,1
жир*		2,8	3,0	2,4
клетчатка*		31,1	31,7	30,8
зола*		8,5	8,8	7,0
БЭВ		34,4	33,9	36,3

Фосфор, %	0,33	0,34	0,31
Кальций, %	1,75	1,75	1,60
Калий, г/кг	8,2	7,36	12,9

Показатели энергетической и протеиновой питательности приведены в таблице 4. Валовая энергия у всех культур слабо возрастала от первого к третьему сроку с 18,7 до 19,2 МДж/кг. Обменная энергия находилась в пределах 9,4-9,7 МДж/кг, причем у амаранта она была стабильно высокой 9,5-9,7 МДж/кг.

Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества изменялось от 0,70 до 0,75; наиболее высокие значения зафиксированы у амаранта второго срока 0,75 и вико-овсяной смеси третьего срока 0,74.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином заметно увеличивалась при переходе от первого срока к третьему. У амаранта в первый срок она составляла 174,4 г, во второй - 175,1 г, в третий - 184,4 г. У горохо-овсяной смеси соответствующие значения равнялись 152,9, 170,3 и 169,7 г, у вико-овсяной - 170,5, 168,0 и 175,8 г. Таким образом, третий срок посева обеспечивал максимальную протеиновую насыщенность рациона, что особенно выражено у амаранта и вико-овсяной смеси.

Таблица 4 Питательная ценность однолетних кормовых культур в период уборки при разных сроках посева, (среднее за 2019-2022 гг.)

Table 4 Nutritional value of annual fodder crops during harvesting at different sowing dates (average for 2019-2022)

№	Варианты опыта	Валовой энергии, МДж	Обменной энергии, МДж	Кормовая единица	Переваримого протеина в 1 корм. ед., г
первый срок посева					
1.	Овес + горох	18,7	9,4	0,70	152,9
2.	Овес + вика	18,9	9,4	0,71	170,5
3.	Амарант	18,8	9,5	0,72	174,4
второй срок посева					
1.	Овес + горох	18,8	9,4	0,71	170,3
2.	Овес + вика	18,8	9,5	0,72	168,0
3.	Амарант	18,9	9,7	0,75	175,1
третий срок посева					
1.	Овес + горох	18,9	9,4	0,71	169,7
2.	Овес + вика	19,0	9,6	0,74	175,8
3.	Амарант	19,2	9,5	0,73	184,4

Сочетание качественных характеристик корма с урожайностью сухого вещества определило сбор переваримого протеина, энергии и кормовых единиц (табл. 5).

Наибольший выход переваримого протеина при первом сроке обеспечила вико-овсяная смесь 11,3 ц/га, при втором - горохо-овсяная 10,2 ц/га, при третьем - горохо-овсяная 8,9 ц/га. Амарант уступал смесям по сбору протеина во все сроки посева 6,3-8,2 ц/га, что связано с более низкой урожайностью сухого вещества, несмотря на высокое содержание протеина в самом растении. Выход обменной энергии и кормовых единиц также был выше у смесей, особенно при первом и втором сроках посева 4,3-4,8 тыс. корм. ед./га. К

третьему сроку сбор всех питательных веществ закономерно снижался у всех культур, что отражает общее снижение продуктивности.

Полученные четырехлетние данные показали, что срок посева выступал значимым фактором, регулировавшим качественные параметры однолетних кормовых культур в условиях Центральной Якутии. Увеличение содержания сырого протеина при переходе от первого срока посева к третьему сроку, отмеченное у всех трех вариантов - до 22,4-24,1 % в абсолютно сухом веществе, - на первый взгляд противоречило классическому представлению об ухудшении качества при третьем сроке посева.

Таблица 5 Кормовая продуктивность однолетних кормовых культур (выход с 1 га) по срокам посева, (среднее за 2019 - 2022 гг.)

Table 5 Feed productivity of annual fodder crops (yield per hectare) by sowing date (average for 2019-2022)

№	Варианты опыта	Выход					
		зеленой массы, ц	сухое вещество, ц	переваримый протеин, ц	валовой энергии, ГДж	обменной энергии, ГДж	корм. ед с 1 тыс.
первый срок посева							
1.	Овес+горох	221,2	69,1	10,6	129,2	65,0	4,8
2.	Овес+вика	217,9	66,2	11,3	125,1	62,2	4,7
3.	Амарант	152,6	36,3	6,3	68,2	34,5	2,6
второй срок посева							
1.	Овес+горох	192,4	60,1	10,2	113,0	55,9	4,3
2.	Овес+вика	198,5	60,3	10,1	113,4	56,1	4,3
3.	Амарант	194,7	46,8	8,2	88,5	45,4	3,5
третий срок посева							
1.	Овес+горох	168,1	52,5	8,9	99,2	49,4	3,7
2.	Овес+вика	160,1	48,5	8,5	92,2	46,6	3,6

3.	Амарант	169,2	40,3	7,4	77,4	38,3	2,9
----	---------	-------	------	-----	------	------	-----

Однако такая динамика объяснялась тем, что июльские и августовские температуры в регионе оставались высокими и посеvy третьего срока проходили критическую фазу накопления белка в период максимального прогрева почвы и воздуха, что ускоряло азотный метаболизм. Сходный характер изменений описывался для амаранта и в более южных районах Сибири.

Вместе с тем параллельно с ростом белка наблюдалось повышение уровня сырой клетчатки - с 29,0-30,5 % при первом сроке посева до 30,8-31,7 % при третьем. Это свидетельствовало о начавшемся одревеснении тканей, которое обычно снижает переваримость корма. Увеличение клетчатки наиболее выраженным оказалось у вико-овсяной смеси - на 1,2 процентных пункта к третьему сроку, несколько слабее - у амаранта и горохо-овсяной смеси. Таким образом, выигрыш в протеине при третьем сроке посева отчасти нивелировался ухудшением углеводно-структурного состава.

Концентрация сырой золы в смесях заметно возрастала от первого ко второму сроку посева - с 7,7-8,3 до 9,4 %, что могло быть связано с активным потреблением элементов минерального питания в условиях лучшей влагообеспеченности

начала-середины лета. К третьему сроку зольность несколько снижалась, оставаясь выше уровня первого срока. У амаранта зольность плавно уменьшалась от первого срока посева к третьему - с 7,2 до 7,0 %, что, вероятно, отражало его биологические особенности.

Содержание безазотистых экстрактивных веществ у смесей снижалось при переходе от первого ко второму и третьему срокам посева - с 36,0-38,9 до 33,9-34,4 %, что косвенно подтверждало перестройку обмена веществ в сторону синтеза белка и структурных углеводов. У амаранта доля БЭВ оставалась высокой и стабильной - 35,6-38,7 %, что указывало на его способность накапливать легкодоступные углеводы в широком диапазоне сроков сева.

Макроэлементный состав слабо зависел от изучаемых факторов. Содержание фосфора находилось в пределах 0,30-0,34 %, удовлетворяя зоотехнические требования. Концентрация кальция в смесях возрастала к третьему сроку посева - с 1,46-1,49 до 1,75 %, тогда как у амаранта она, напротив, снижалась с 1,91 до 1,60 %. Содержание калия заметно уменьшалось при отодвигании сева, особенно резко в смесях - с 14,5-14,8 до 7,4-8,2 г/кг, что могло быть обусловлено

вымыванием из верхних горизонтов почвы и перераспределением элемента в растении.

Энергетическая питательность изученных культур оказалась достаточно стабильной. Валовая энергия находилась в диапазоне 18,7-19,2 МДж/кг, обменная энергия - 9,4-9,7 МДж/кг. Концентрация кормовых единиц в 1 кг сухого вещества варьировала от 0,70 до 0,75, причем наиболее высокие значения зафиксировали у амаранта второго срока посева - 0,75 и вико-овсяной смеси третьего срока - 0,74. Таким образом, с точки зрения энергонасыщенности все культуры и сроки посева обеспечивали получение корма близкого качества.

Ключевой показатель сбалансированности - обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином - последовательно увеличивался от первого срока посева к третьему. У амаранта он возрос со 174,4 до 184,4 г/к.ед., у вико-овсяной смеси - со 170,5 до 175,8 г/к.ед., у горохо-овсяной - со 152,9 до 169,7 г/к.ед. Все значения значительно превышали зоотехническую норму 95-105 г, что означало избыточность протеина при скармливании таких кормов в чистом виде. Это делало их ценными компонентами для балансирования рационов с низкопротеиновыми кормами, например соломой или силосом из кукурузы. Наивысшая обеспеченность протеином у

амаранта в третий срок - 184,4 г/к.ед. - была достигнута на фоне максимального содержания клетчатки, поэтому окончательная оценка требовала учета переваримости.

Таким образом, выбор срока посева позволял направленно регулировать качество корма: первый срок посева давал более сбалансированное по клетчатке и протеину сырье; второй срок посева служил компромиссным вариантом, особенно для амаранта; третий срок посева формировал высокопротеиновый корм, однако с повышенным содержанием структурных углеводов. Эти закономерности необходимо учитывать при планировании сырьевого конвейера в хозяйствах Центральной Якутии.

Выводы. Содержание сырого протеина в сухом веществе всех изученных культур закономерно возрастало от первого срока посева к третьему, достигая наибольших значений у амаранта - 24,1 %, вико-овсяной смеси - 23,4 % и горохо-овсяной смеси - 22,4 %. Третий срок посева сопровождался увеличением количества сырой клетчатки на 1,0-1,8 %, что указывало на снижение переваримости корма. Энергетическая питательность - обменная энергия и кормовые единицы - слабо зависела от срока посева и находилась на стабильно высоком уровне: 9,4-9,7 МДж/кг и 0,70-0,75 корм. ед./кг

сухого вещества. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином последовательно увеличивалась от первого к третьему сроку посева, достигая максимума в 184,4 г у амаранта и 175,8 г у вико-овсяной смеси, что существенно превышало зоотехническую норму и делало такой корм избыточным по протеину. Содержание макроэлементов - фосфора, кальция, калия - сохранялось в пределах, удовлетворяющих потребности животных;

наблюдалась тенденция к снижению концентрации калия при третьем сроке посева. Для получения корма с оптимальным сочетанием протеина и клетчатки предпочтительными являлись первый и второй сроки посева; третий срок посева позволял получить высокопротеиновый корм для балансирования рационов, но требовал контроля за содержанием клетчатки.

Сведения об авторах

Жиркова Наталья Николаевна – научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, ФИЦ ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова», г. Якутск, тел.: 89644150650, <https://orcid.org/0000-0003-2042-8728>; **E-mail:** zhirkova.jinni@yandex.ru

Пестерева Елена Семеновна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, ФИЦ ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова», г. Якутск; ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет, Октемский филиал, с. Октемцы, Россия, тел. : 89142741396, <https://orcid.org/0000-0002-6097-7740>; **E-mail:** lena79pestereva@mail.ru

Павлова Сахаяна Афанасьевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, ФИЦ ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова», г. Якутск, тел.: 89142238124, <https://orcid.org/0000-0002-5485-4330>; **E-mail:** sachayana@mail.ru

Захарова Галина Егоровна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормопроизводства ФИЦ ЯНЦСО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им.М.Г. Сафронова», тел.: 89141032503, <https://orcid.org/0000-0002-7109-680X>; **E-mail:** galina61zaxarova@mail.ru

Винокурова Анастасия Игнатьевна – аспирант лаборатории кормопроизводства, ФИЦ ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова», г. Якутск, тел.: 89618680657, <https://orcid.org/0000-0002-5827-8202>; **E-mail:** vinokurova-a-i@mail.ru

Information about the authors

Natalya N. Zhirkova – researcher of the Laboratory of Forage Production, Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk, tel.: 89644150650, <https://orcid.org/0000-0003-2042-8728>;

E-mail: zhirkova.jinni@yandex.ru

Elena S. Pestereva – doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Forage Production, Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk; Arctic State Agrotechnological University, Oktemsky Branch, Oktemtsy, Russia, tel.: 89142741396,

<https://orcid.org/0000-0002-6097-7740>; **E-mail:** lena79pestereva@mail.ru

Sachayana A. Pavlova – doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Forage Production, Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk

Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk, tel.: 89142238124, <https://orcid.org/0000-0002-5485-4330>; **E-mail:** sachayana@mail.ru

Galina E. Zakharova – candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Forage Production, Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk, tel.: 89141032503, <https://orcid.org/0000-0002-7109-680X>; **E-mail:** galina61zaxarova@mail.ru

Anastasiya I. Vinokurova – postgraduate Student of the Laboratory of Forage Production, Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» – Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk, tel.: 89618680657, <https://orcid.org/0000-0002-5827-8202>;

E-mail: vinokurova-a-i@mail.ru

© **Жиркова Н. Н., Пестерева Е. С., Павлова С. А., Захарова Г. Е., Винокурова А. И., 2026**

Для цитирования: *Жиркова Н. Н., Пестерева Е. С., Павлова С. А., Захарова Г. Е., Винокурова А. И. Кормовые достоинства перспективных однолетних кормовых культур при разных сроках посева в условиях криолитозоны Якутии // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral», No 2/2026 <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2026-2-19-36>, EDN: NBKKRG*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрусенко, В. А. Питательность зеленой массы смешанных посевов амаранта на силос / В. А. Андрусенко, И. Ю. Кузнецов, А. Р. Камалова // Наука молодых - инновационному развитию АПК : материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Уфа, 15–17 марта 2016 года. Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 12-18. – EDN WCTAID.
2. Волкова, Г. А. Амарант (*Amaranthus L.*): химический состав и перспективы интродукции на севере / Г. А. Волкова, Т. И. Ширшова, И. В. Бешлей [и др.] // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2017. – № 3(31). – С. 15-23. – EDN ZRBRLN.
3. Гиш, Р. А. Амарант- культура будущего / Р. А. Гиш // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 83-92. – DOI 10.21515/1990-4665-181-008. – EDN FNEWFM.
4. Дзанагов, Т. С. Химический состав зеленой массы амаранта в зависимости от удобрений / Т. С. Дзанагов // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета "Студенческая наука - агропромышленному комплексу", Владикавказ, 16–17 марта 2020 года. Том 57, ч.1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – С. 21-23. – EDN UFWELS.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. –М.: Колос, 1985. –347 с.
6. Жиркова, Н. Н. Влияние срока посева на продуктивность однолетних кормовых культур в производственных посевах при заготовке различных кормов / Н. Н. Жиркова, С. А. Павлова, Е. С. Пестерева [и др.] // International Agricultural Journal. – 2024. – Т. 67, № 5. – DOI 10.55186/25880209_2024_8_5_19. – EDN WJQWIA.
7. Кызы А. Л. Р. и др. Уникальность амаранта //Вестник науки и творчества. – 2026. – №. 3 (114). – С. 98-100.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. Спец. Вузов - 4 -е изд., перераб. и доп. /Г.Ф. Лакин. -М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.
9. Максимова Х. И. Продуктивность викоовсяной смеси при применении гипса и сидерального удобрения на засоленных почвах центральной Якутии //Московский экономический журнал. – 2019. – №. 3. – С. 338-345.
10. Максимова, Х. И. Биоэнергетический анализ амаранта метельчатого в условиях Центральной Якутии / Х. И. Максимова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 4. – С. 58-61. – DOI 10.24411/2587-6740-2020-14073. – EDN ENYNZK.
11. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1983. –С. 55-68.
12. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1997. –156 с.
13. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 2016. –67 с.
14. Павлова, С. А. Зеленый корм для крупного рогатого скота в Центральной Якутии / С. А. Павлова, Е. С. Пестерева, Г. Е. Захарова, А. В. Кузьмина // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2015. – № 8-2. – С. 59-61. – EDN TLQFJJ.
15. Пестерева, Е. С. Подбор перспективных кормовых культур по срокам посева на урожайность и питательную ценность в условиях криолитозоны / Е. С. Пестерева, С. А. Павлова, Н. Н. Жиркова, Г. Е. Захарова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 2(380). – С. 69-72. – DOI 10.24412/2587-6740-2021-2-69-72. – EDN EXLLKD.

16. Савич, В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении / В. И. Савич. - Москва: ТСХА, 1972. - 102с.
17. Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия), на период до 2015 г / В. И. Винокуров, Г. И. Даянова, Е. И. Колосова [и др.] ; Российская академия сельскохозяйственных наук, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ответственный редактор Е. А. Борисов. – Якутск : ИП Иванов С. Д. "СМИК-МАСТЕР", 2009. – 316 с. – EDN TSFXSL.
18. Холикназарова, Ш. Р. Амарант: химический состав и как культура многоцелевого использования / Ш. Р. Холикназарова, Н. Х. Тухтабоев // Actual Problems of Applied Sciences Journal World. – 2019. – № 4(14). – С. 57-66. – DOI 10.5281/zenodo.2767543. – EDN EGXUSZ.
19. Malik M. et al. Nutritional composition, functionality, and processing technologies for amaranth //Journal of Food Processing and Preservation. – 2023. – Т. 2023. – №. 1. – С. 1753029.
20. Sidorova Y. S. et al. Physical and chemical characterization and bioavailability evaluation in vivo of Amaranth protein concentrate //Foods. – 2023. – Т. 12. – №. 8. – С. 1728.
18. Холикназарова, Ш. Р. Амарант: химический состав и как культура

REFERENCES

1. Andrusenko, V.A., Kuznetsov, I.Yu., Kamalova, A.R. Pitatel'nost' zelenoy massy smeshannykh posevov amaranta na silos // Nauka molodykh – innovatsionnomu razvitiyu APK: materialy Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ufa, 15–17 marta 2016 goda. – Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2016. – Ch. 1. – S. 12-18.
2. Volkova, G.A., Shirshova, T.I., Beshley, I.V. i dr. Amarant (*Amaranthus L.*): khimicheskii sostav i perspektivy introduksii na severe // Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN. – 2017. – № 3(31). – S. 15-23.
3. Gish, R.A. Amarant – kul'tura budushchego // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 181. – S. 83-92.
4. Dzanagov, T.S. Khimicheskii sostav zelenoy massy amaranta v zavisimosti ot udobreniy // Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta "Studencheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu", Vladikavkaz, 16–17 marta 2020 goda. – Vladikavkaz: Gorskii gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2020. – T. 57, ch. 1. – S. 21-23.
5. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1985. – 347 s.
6. Zhirkova, N.N., Pavlova, S.A., Pestereva, E.S. i dr. Vliyanie sroka poseva na produktivnost' odnoletnikh kormovykh kul'tur v proizvodstvennykh posevakh pri zagotovke razlichnykh kormov // International Agricultural Journal. – 2024. – T. 67, № 5.
7. Kyzy, A.L.R. i dr. Unikal'nost' amaranta // Vestnik nauki i tvorchestva. – 2026. – № 3(114). – S. 98-100.
8. Lakin, G.F. Biometriya: uchebnoe posobie dlya biol. spets. vuzov. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.
9. Maksimova, Kh.I. Produktivnost' vikoovsyanyoy smesi pri primenenii gipsa i sideral'nogo udobreniya na zasolennykh pochvakh tsentral'noy Yakutii // Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal. – 2019. – № 3. – S. 338-345.
10. Maksimova, Kh.I. Bioenergeticheskiy analiz amaranta metel'chatogo v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. – 2020. – № 4. – S. 58-61.
11. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M., 1983. – S. 55-68.
12. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M., 1997. – 156 s.
13. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. – M., 2016. – 67 s.
14. Pavlova, S.A., Pestereva, E.S., Zakharova, G.E., Kuz'mina, A.V. Zelenyy korm dlya krupnogo rogatogo skota v Tsentral'noy Yakutii // Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoy nauki. – 2015. – № 8-2. – S. 59-61.
15. Pestereva, E.S., Pavlova, S.A., Zhirkova, N.N., Zakharova, G.E. Podbor perspektivnykh kormovykh kul'tur po srokam poseva na urozhaynost' i pitatel'nuyu tsennost' v usloviyakh kriolitozony // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. – 2021. – № 2(380). – S. 69-72.
16. Savich, V.I. Primenenie variatsionnoy statistiki v pochvovedenii. – M.: TSKhA, 1972. – 102 s.
17. Vinokurov, V.I., Dayanova, G.I., Kolosova, E.I. i dr. Sistema vedeniya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v Respublike Sakha (Yakutiya) na period do 2015 g. / otv. red. E.A. Borisov. – Yakutsk: IP Ivanov S.D. "SMIK-MASTER", 2009. – 316 s.
18. Kholiknazarova, Sh.R., Tukhtaboev, N.Kh. Amarant: khimicheskii sostav i kak kul'tura mnogotselevogo ispol'zovaniya // Actual Problems of Applied Sciences Journal World. – 2019. – № 4(14). – S. 57-66.
19. Malik M. et al. Nutritional composition, functionality, and processing technologies for

amaranth // Journal of Food Processing and Preservation. – 2023. – Vol. 2023, № 1. – P. 1753029.

20. Sidorova Yu.S. et al. Physical and chemical characterization and bioavailability evaluation in vivo of Amaranth protein concentrate // Foods. – 2023. – Vol. 12, № 8. – P. 1728.