

Эффективные технологии рационального кормления табунных лошадей Якутии в зимний период

Р. В. Иванов¹, М. Н. Пак¹✉, Л. Н. Захарова², А. В. Попова², В. И. Федоров²

¹ Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

² Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия

✉ E-mail: Smary_83@mail.ru

Аннотация. Большие трудности в кормлении якутских лошадей в зимний период снижают количество и качество тебеневочного корма. Дефицит питательных веществ в тебеневочных кормах компенсируется за счет организации подкормки сеном и концентратами. Одним из эффективных технологических приемов является скармливание им специальных кормовых добавок, содержащих протеин, минеральные вещества, микроэлементы, витамины, пробиотики. Одной из технологий кормления лошадей, которая позволяет обеспечить животных зеленым кормом хорошего качества в течение всего тебеневочного периода, является посев однолетних кормовых культур. **Цель работы** – выявить эффективные технологии кормления табунных лошадей Якутии в зимний период. **Научная новизна.** Впервые в условиях Якутии исследованы питательная ценность овса посевного (*Avena sativa* L.), хвоща пестрого (*Equisetum variegatum* Schleich. ex. Web), льняного жмыха и его влияние на показатели обмена веществ якутской породы лошадей. **Методы.** В ходе исследования были применены метод прямых определений переваримости питательных веществ. Балансовый метод, метод контрольных животных. **Результаты.** Анализ питательной ценности кормов на двух пастбищах Центральной Якутии выявил превосходство зимне-зеленой массы овса над естественными травостоями по содержанию сырого протеина, жира, золы и каротина. При этом в овсе обнаружено более высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот. Сравнительный анализ двух пастбищ северо-востока Якутии показал, что хвощовое по своим питательным свойствам превосходит разнотравное, особенно по содержанию сырого жира, золы и биологически активных веществ. У хвоща пестрого липидный состав характеризуется высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой и арахидоновой, что делает его ценным для откорма лошадей в табунах. По результатам исследований включение льняного жмыха в зимний рацион лошадей оказывает положительное влияние на перевариваемость кормов и обменные процессы в организме животного.

Ключевые слова: тебеневочный корм, подкормка, кормовые добавки, овес посевной, хвощ пестрый, льняной жмых

Для цитирования: Иванов Р. В., Пак М. Н., Захарова Л. Н., Попова А. В., Федоров В. И. Эффективные технологии рационального кормления табунных лошадей Якутии в зимний период // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 09. С. 1384–1394. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-09-1384-1394>.

Дата поступления статьи: 27.01.2025, **дата рецензирования:** 09.06.2025, **дата принятия:** 15.07.2025.

Effective technologies of rational feeding of herd horses of Yakutia in winter

R. V. Ivanov¹, M. N. Pak^{1✉}, L. N. Zakharova², A. V. Popova², V. I. Fedorov²

¹ Federal Research Center “Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” – Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

² Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

✉ E-mail: Smary_83@mail.ru

Abstract. The great difficulties in feeding Yakut horses in winter are caused by a decrease in the quantity and quality of seedling feed. The deficiency of nutrients in seed fodder is compensated by the organization of top dressing with hay and concentrates. One of the most effective technological methods is feeding them special feed additives containing protein, minerals, trace elements, vitamins, and probiotics. One of the feeding technologies for horses that allows animals to be provided with good quality green fodder throughout the winter period is the sowing of annual fodder crops. **The purpose** of the study is to identify effective feeding technologies for herd horses in Yakutia in winter. **Scientific novelty.** For the first time in Yakutia, the nutritional value of oats (*Avena sativa* L.), Horsetail (*Equisetum variegatum* Schleich. ex. Web), linseed cake on the metabolic parameters of the Yakut horse breed was studied. **Methods.** The method of direct determination of the digestibility of nutrients were used. The balance method, the method of control animals. **Results.** A comparison of the two pastures of Central Yakutia studied by us in terms of the nutritional value of feed showed that, in particular, in terms of the content of crude protein, crude fat, ash and carotene, the winter-green mass of oats exceeds that of natural grass, while in the first case a higher level of polyunsaturated fatty acids was noted. A comparison of the two studied pastures in the north-east of Yakutia showed that horsetail is nutritionally superior to mixed grass, especially in terms of crude fat, ash and BEV content. Variegated horsetail contains high levels of polyunsaturated fatty acids, especially linoleic acid and arachidonic acid, which are valuable for feeding herd horses. According to our research, the introduction of flax seed cake into the winter diet of horses also has a positive effect on the digestibility of feed and metabolic processes in the horse's body.

Keywords: seed fodder, top dressing, feed additives, oats, Variegated horsetail, linseed cake

For citation: Ivanov R. V., Pak M. N., Zakharova L. N., Popova A. V., Fedorov V. I. Effective technologies of rational feeding of herd horses of Yakutia in winter. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (09): 1384–1394. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-09-1384-1394>. (In Russ.)

Date of paper submission: 27.01.2025, **date of review:** 09.06.2025, **date of acceptance:** 15.07.2025.

Постановка проблемы (Introduction)

Одной из самых сложных проблем в технологии кормления табунных лошадей Якутии является большая сезонная неравномерность уровня их питания на природных пастбищах. При этом самые большие трудности создает резкое снижение количества и качества тебеневочного корма в зимний период. Дефицит питательных веществ в тебеневочных кормах во время зимовки компенсируется за счет организации подкормки сеном и концентратами.

Якутские лошади обеспечивают себя основными энергетическими ресурсами и питательными веществами за счет выпаса на пастбищах в течение всего года. В периоды экстремально низких температур только в зимний сезон рацион животных может быть дополнен сеном и овсом.

В исследованиях, проведенных ранее, выявлено, что в условиях Центральной Якутии стационарное кормление жеребых кобыл в феврале – марте в течение 30–45 дней при полном обеспечении потребностей животных в энергии, питательных и биологически активных веществах является надежным профилактическим мероприятием против алиментарных аборт, происходящих в это время [2]. Одним из эффективных технологических приемов является скармливание специальных кормовых добавок, содержащих протеин, минеральные вещества, микроэлементы, витамины и пробиотики.

Использование кормовых добавок, разработанных рецептами ЯНИИСХ на основе соевого жмыха, цеолита, тальниковой муки, кемпендьяйской соли, позволяет обеспечить кобыл экспериментальных групп дополнительным поступлением энергии и

белка. В частности, кормовые добавки способствуют увеличению энергетической ценности рационов на 8–10 %, а также удовлетворению основных потребностей животных в соответствии с установленными нормами. Кроме того, применение данных добавок практически полностью устраняет дефицит таких микроэлементов, как фосфор, медь, цинк, йод и кобальт.

Использование уникальных кормовых добавок, включающих в себя пивную дробину, пророщенные зерна пшеницы и ячменя, соль, пробиотик «Сахабактисубтил», тальниковую муку и цеолит, позволяет компенсировать дефицит питательных и биологически активных веществ в рационе животных. Применение таких добавок приводит к повышению перевариваемости основных питательных элементов (на 1,24–8,91 %) и более эффективному использованию обменной энергии (на 6,53–27,7 %). Кроме того, отмечено положительное влияние на показатели делового выхода жеребят по сравнению с контрольной группой. Профилактическое действие добавок в отношении алиментарных абортов способствует дополнительному увеличению делового выхода жеребят на 10–20 %.

Также в условиях Якутии, кроме кормовых добавок, одной из технологий кормления лошадей, которая позволяет обеспечить животных зеленым кормом хорошего качества в течение всего тебеновочного периода, является посев однолетних кормовых культур.

В ходе исследований, проведенных учеными Якутского НИИ сельского хозяйства в условиях Центральной Якутии, была доказана высокая эффективность использования естественно замороженной зеленой массы летних посевов овса для кормления молодняка в возрасте полутора лет и жеребых кобыл в самые холодные зимние месяцы [5].

В научной литературе представлено множество исследований, свидетельствующих о большей насыщенности питательными веществами и различными биологически активными соединениями растений, произрастающих в условиях Крайнего Севера. Так, установлено, что в определенные периоды вегетации кормовые растения Заполярья накапливают в листьях значительно большее количество белка и жира при одновременном снижении количества клетчатки, чем аналогичные виды растений, произрастающие в более мягких условиях юга [1; 4; 11].

В условиях Якутии хвощовый корм для лошадей представляет особую ценность, так как он способен эффективно восстанавливать силу и упитанность истощенных лошадей в кратчайшие сроки (30–45 дней), к тому же жир у лошадей, тебеневавших на таких хвощовых лугах, приобретает насыщенный желто-оранжевый оттенок [10; 15].

В связи с этим нам представляется актуальным провести исследование питательной и кормовой ценности зимне-зеленых кормовых трав и хвощового корма, высокопитательных белками и липидами, произрастающих в условиях Якутии, и внести новый рацион с высокой питательной ценностью, например, с льяным жмыхом. Использование льяного жмыха в зимнем рационе табунных лошадей Якутии, состоящем из сена и овса, может иметь существенное практическое значение. Это связано с возможностью повышения энергетической ценности рациона и уровня полиненасыщенных жирных кислот, что способствует улучшению продуктивных качеств якутской лошади.

Целью данного исследования является оценка питательной ценности овса посевного в сравнении с естественными пастбищами, хвощового корма – с разнотравьем и изучение влияние введения в зимний рацион лошадей льяного жмыха на усвоение организмом животных обменной энергии в условиях зимней тебенежки.

Методология и методы исследования (Methods)

Научные исследования проведены в ООО «Хорообут» Мегино-Кангаласского улуса, в ООО «Сартанский» Верхоянского улуса и в физиологическом участке Якутского НИИ сельского хозяйства.

1. Для зоотехнической оценки питательной ценности и состава жирных кислот липидов однолетних замороженных на корню трав в ООО «Хорообут» Мегино-Кангаласского улуса проведен посев овса по общепринятой технологии посевов однолетних культур в заранее оборудованном участке с площадью 1,5 га, для контроля также была огорожена площадь в 1,5 га с естественным травостоем, на которых в зимний период планировалась проведение подкормки лошадей.

2. Для проведения оценки питательной ценности хвощового корма в ООО «Сартанский» Верхоянского улуса были выбраны участки с хвощом пестрым (*Equisetum variegatum* Schleich. ex. Web) и с разнотравьем, используемые для выпаса лошадей якутской породы янского типа. Маршруты передвижения двух табунных групп проходили по территориям с различным видовым составом растительного покрова. Первый табун двигался по пастбищам около реки, где преобладает хвощово-разнотравная растительность. Второй табун следовал маршрутом, характеризующимся с пастбищами преобладанием злаково-разнотравной растительности.

3. Исследование эффективности рациона кормления с включением льяного жмыха было проведено на физиологическом дворе Якутского НИИ сельского хозяйства. Для опыта были отобраны аналогичные по возрасту, живой массе и типу телосложения лошади якутской породы. Для проведения опыта по переваримости корма лошадей были построены специальные станки, позволяющие со-

бирать экскременты и регистрировать количество съеденного корма. Эксперимент, состоящий из двух периодов, длился в течение месяца. В контрольном периоде лошадям ежедневно давали по 13 кг сена и 1,5 кг овса. В опытный период рацион был модифицирован: 12 кг сена, 2 кг льняного жмыха и 0,5 кг овса в сутки. В результате опыта было отмечено незначительное изменение средней живой массы лошадей. В контрольном периоде средний вес составлял 401,5 кг, в опытный – 403,9 кг, что соответствует разнице всего 0,6 %.

Анализ химического состава образцов проведен в лаборатории биохимических анализов Якутского НИИ сельского хозяйства.

Результаты (Results)

Нами проведен посев овсяной культуры в качестве зимней подкормки. Преимущества использования овса посевного (*Avena sativa* L.) как зимнего корма для лошадей обусловлены высокой продуктивностью зелёной массы овса и специфическими биохимическими процессами, происходящими в растениях летних посевов. В осенний период наблюдается постепенная реорганизация метаболических процессов и клеточного состава у растений летних посевов. Это сопровождается увеличением содержания моносахаридов и одновременным снижением уровня полисахаридов. При снижении температуры окружающей среды помимо изменения энергетического метаболизма и усиления синтеза стрессовых белков в клетках растений, наблюдается рост концентрации фосфолипидов в клеточных мембранах с повышением ненасыщенности их жирных кислот. При дальнейшем снижении температуры растения переходят в состояние анабиоза, сохраняя биологически активные соединения на уровне, характерном для свежей зелени [8; 12; 13].

В формировании высокой пищевой ценности растительности криолитозоны, подвергшейся естественному замораживанию, играют ключевую роль липиды, полиненасыщенные жирные кислоты и каротиноиды [3; 7; 8; 16].



Рис. 1. Зеленая масса овса посевного
Fig. 1. Green mass of oats

Во время опыта в зимний период стебли и листья овса посевного под снегом побурели только в кончиках, остальная часть стебля оставалась зеленой (см. рис. 1), а отава естественного травостоя сохранила бледно-зеленый цвет лишь у основания растений. Результаты анализа химического состава проб травостоев показали, что кормовая ценность зимней зеленой массы овса превосходит отаву естественного травостоя по протеину, жиру, золе и каротину (таблица 1). Достоверные различия выявлены по содержанию сухого вещества и каротину. Так, содержание сухого вещества у овса посевного на 21 % выше, чем у отавы естественного травостоя ($P \geq 0,95$), содержание каротина – на 79 % выше, чем у отавы естественного травостоя ($P \geq 0,999$). Урожайность отавы естественных лугов составила 5,1 ц/га со стандартным отклонением 0,09. Урожайность зимне-зеленой массы овса составила 161,1 ц/га со стандартным отклонением 0,11 ($P \geq 0,999$).

В липидном составе посевного овса преобладают полиеновые жирные кислоты, составляющие 40,71 % от общего содержания (таблица 2). В составе липидов естественного травостоя отавы их доля существенно ниже – 15,65 %. По содержанию полиеновых жирных кислот посевной овес превосходит отаву естественного травостоя на 61,5 %, особенно много содержит линолевой кислоты.

Нами замечено, что консервированная естественным холодом зеленая масса овса, высеянная в более поздние сроки и используемая под тебенежку лошадей, максимально полно сохранила питательные и биоактивные вещества, особенно полиеновые жирные кислоты и каротин. Предполагаем, что криоконсервация каротина и питательных веществ в зеленых побегах и листьях зимне-зеленых растений способствует восполнению дефицита в витаминах и питательных веществах и улучшению продуктивных качеств лошадей, тебенежавших на таком пастбище за зиму [5; 6].

Следующая технология кормления заключается в применении пастбищ с хвощом пестрым (*Equisetum variegatum*, *Sleich. ex. Web.*). В настоящем исследовании проведен анализ кормовой ценности двух типов пастбищ (хвощовых и разнотравных), распространенных на северо-востоке Якутии, используемых для зимнего выпаса лошадей.

Формированию питательной ценности хвоща способствует то, что при холодом закаливании в их листьях накапливаются липидные компоненты, которые способствуют криоконсервации высокопитательного зеленого корма.

Анализ содержания питательных веществ показал, что участки с преобладанием хвоща пестрого характеризуются более высоким уровнем сырого протеина (8,1 %) по сравнению с пастбищными участками, где доминируют злаковые и разнотравье

(6,58 %) (таблица 3). Содержание золы на участках с хвощом также оказалось выше (9,0 %), превышая аналогичный показатель на участках без хвоща на 1,9 % ($P > 0,999$). Что касается содержания жира, то в образцах растительности разнотравного пастбища оно составило 1,0 %, в то время как в хвощовом – 2,7 %, что уступает почти в 3 раза ($P > 0,999$). Также выявлено, что содержание безазотистых экстрактивных веществ у хвощового пастбища выше на 20 %, чем в разнотравном пастбище. А содержание клетчатки в разнотравном пастбище выше, чем у хвощового пастбища, на 35 %. Статистически значимые различия выявлены с высокой степенью уверенности ($P > 0,999$).

Исследования показывают, что по составу полиненасыщенных жирных кислот липидов *Equisetum variegatum* превосходит разнотравье. Высокое содержание полиеновых жирных кислот обусловлено высоким содержанием каротина в составе, наличие которого доказывается желто-оранжевой окраской жира лошадей тебеневавших на таком пастбище, что определяет кормовую ценность растения.

Таким образом, исследование показало, что хвощ пестрый по сравнению с пастбищным разнотравьем обладает более высоким содержанием пи-

тательных веществ, кроме клетчатки. Экспериментальные данные подтверждают высокую кормовую ценность хвоща для лошадей в качестве зимнего корма [4; 15].

К. М. Петров и др. (2021) отмечают, что криорезистентность хвощей включает механизм, который предотвращает образование льда внутри клетки при отрицательных температурах и повышает устойчивость к межклеточному льду, что уменьшает обезвоживание и механическую деформацию протопласта. Ближе к зиме у хвоща происходит новообразование вторичного каротиноида – родоксантина, который играет важную антиоксидантную роль, поскольку жир лошадей, тебеневавших в осенне-зимний период в хвощовых пастбищах, характеризуется желтовато-оранжевым оттенком [15; 10; 14].

Исследование представленных технологий кормления привело к заключению о необходимости увеличения содержания липидов в зимнем рационе животных, а именно ненасыщенных жирных кислот и каротина. Согласно исследованиям, недостаток каротина в рационе является одной из ключевых причин низкого воспроизводства сельскохозяйственных животных (яловости, нежизнеспособного приплода, аборт, неустойчивости к инфекциям) [14].

Таблица 1

Урожайность и химический состав зимне-зеленой массы овса и отавы естественного травостоя в загонах для проведения опытов

Показатели	Пастбищные корма	
	Отава естественного травостоя	Зимне-зеленая масса овса
Урожайность, ц/га	5,1 ± 0,09 ³	161,1 ± 0,11 ⁴
Содержание питательных элементов в абсолютно сухом веществе, %		
Сухое вещество	42,3 ± 0,53 ¹	63,7 ± 0,13 ²
Протеин	9,0 ± 0,14 ¹	15,5 ± 0,77 ²
Жир	1,5 ± 0,08	2,2 ± 0,18
Клетчатка	35,4 ± 0,13	35,5 ± 0,04
БЭВ	49,1 ± 0,66	38,7 ± 0,43
Зола	4,9 ± 0,34	8,1 ± 0,23
Фосфор	0,20 ± 0,07	0,26 ± 0,04
Кальций	2,34 ± 0,76	1,18 ± 0,35
Каротин, мг/кг	28,4 ± 0,76 ³	133,0 ± 0,44 ⁴

Примечание. ^{1,2} $P \geq 0,95$; ^{3,4} $P \geq 0,999$.

Table 1

Yield and chemical composition of winter-green mass of oats and aftermath of the natural herbage in pens for experiments

Indicators	Pasture feed	
	Aftermath of the natural herbage	Winter-green mass of oats
Yield, c/ha	5.1 ± 0.09 ³	161.1 ± 0.11 ⁴
The content of nutrients in a completely dry substance, %		
Dry matter	42.3 ± 0.53 ¹	63.7 ± 0.13 ²
Protein	9.0 ± 0.14 ¹	15.5 ± 0.77 ²
Fat	1.5 ± 0.08	2.2 ± 0.18
Fiber	35.4 ± 0.13	35.5 ± 0.04
Nitrogen-free extractive substances	49.1 ± 0.66	38.7 ± 0.43
Ash	4.9 ± 0.34	8.1 ± 0.23
Phosphorus	0.20 ± 0.07	0.26 ± 0.04
Calcium	2.34 ± 0.76	1.18 ± 0.35
Carotene, mg/kg	28.4 ± 0.76 ³	133.0 ± 0.44 ⁴

Note. ^{1,2} $P \geq 0,95$; ^{3,4} $P \geq 0,999$.

Таблица 2

Жиринокислотный состав зимне-зеленой массы овса и отавы естественного травостоя, %

Наименование жирной кислоты	Зимне-зеленая масса овса	Отава естественного травостоя
Насыщенные жирные кислоты		
Миристиновая C14:0	2,23 ± 1,10	0,3 ± 0,01
Пальмитиновая C16:0	6,41 ± 0,13	14,0 ± 0,07
Стеариновая C18:0	1,43 ± 0,12	11,7 ± 0,03
Сумма НЖК	28,42 ± 0,40	32,5 ± 0,17
Мононенасыщенные жирные кислоты		
Олеиновая C18:1n9c	6,09 ± 0,37	11,8 ± 0,04
Сумма МНЖК	15,88 ± 0,18	15,5 ± 0,17
Полиненасыщенные жирные кислоты		
Линолевая C18:2	18,84 ± 0,32	11,2 ± 0,17
γ-линоленовая C18:3	3,68 ± 0,43	2,75 ± 0,03
α-линоленовая C18:3	0,82 ± 0,19	0,44 ± 0,03
Сумма ПНЖК	40,71 ± 0,11	15,65 ± 0,18

Примечание. * P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99.

Table 2

Fatty acid composition of winter-green mass of oats and aftermath of the natural herbage, %

Name of the fatty acid	Winter-green mass of oats	Aftermath of the natural herbage
Saturated fatty acids		
Myristic acid C14:0	2.23 ± 1.10	0.3 ± 0.01
Palmitic acid C16:0	6.41 ± 0.13	14.0 ± 0.07
Stearic acid C18:0	1.43 ± 0.12	11.7 ± 0.03
The amount SFA	28.42 ± 0.40	32.5 ± 0.17
Monounsaturated fatty acids		
Oleic acid C18:1n9c	6.09 ± 0.37	11.8 ± 0.04
The amount MSFA	15.88 ± 0.18	15.5 ± 0.17
Polyunsaturated fatty acids		
Linoleum C18:2	18.84 ± 0.32	11.2 ± 0.17
γ-linolenic Acid C18:3	3.68 ± 0.43	2.75 ± 0.03
α-linolenic acid C18:3	0.82 ± 0.19	0.44 ± 0.03
The amount PSFA	40.71 ± 0.11	15.65 ± 0.18

Note. *P ≥ 0.95; **P ≥ 0.99.

Таблица 3

Химический состав травостоев с хвощового и разнотравного участков пастбищ, %

Кормовые травы	Гигровлага	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	БЭВ
I группа хвощовая	9,79 ± 0,02	8,11 ± 0,17	2,72 ± 0,10 ²	29,45 ± 0,06 ¹	9,00 ± 0,02 ²	40,93 ± 0,10 ²
II группа разнотравная	7,44 ± 0,03	6,58 ± 0,17	0,98 ± 0,02 ¹	45,05 ± 0,08 ²	7,08 ± 0,10 ¹	32,87 ± 0,22 ¹

Примечание. ^{1,2} P > 0,999.

Table 3

Chemical composition of grass stands from horsetail and mixed grass areas of pastures, %

Fodder grasses	Water	Protein	Fat	Fiber	Ash	Nitrogen-free extractive substances
Horsetail (group I)	9.79 ± 0.02	8.11 ± 0.17	2.72 ± 0.10 ²	29.45 ± 0.06 ¹	9.00 ± 0.02 ²	40.93 ± 0.10 ²
Mixed grass (group II)	7.44 ± 0.03	6.58 ± 0.17	0.98 ± 0.02 ¹	45.05 ± 0.08 ²	7.08 ± 0.10 ¹	32.87 ± 0.22 ¹

Note. ^{1,2} P > 0.999.

Таблица 4

Жирнокислотный состав льняного жмыха и овса, %

Вид корма	Жир, г / 100 г	Олеиновая, %	Линолевая, %	α -линоленовая, %	γ -линоленовая, %
Льняной жмых	9,04 ± 0,83	23,31 ± 0,49	33,18 ± 3,11	28,85 ± 2,99 ²	29,31 ± 0,49 ²
Овес	7,10 ± 0,57	34,80 ± 0,38	23,31 ± 0,19	1,04 ± 0,48 ¹	2,15 ± 0,82 ¹

Примечание. ^{1,2} P > 0,95.

Table 4

Fatty acid composition of flaxseed leftover seeds and oats, %

Type of feed	Fat, g / 100 g	Oleic acid, %	Linoleum acid, %	α -linoleum acid, %	γ -linoleum acid, %
Flax leftover seeds	9.04 ± 0.83	23.31 ± 0.49	33.18 ± 3.11	28.85 ± 2.99 ²	29.31 ± 0.49 ²
Oats	7.10 ± 0.57	34.80 ± 0.38	23.31 ± 0.19	1.04 ± 0.48 ¹	2.15 ± 0.82 ¹

Note. ^{1,2} P > 0.95.

Таблица 5

Химический состав сена, овса и льняного жмыха в опыте, %

Показатель	Сено	Овес	Льняной жмых
Вода	4,58 ± 0,20	4,39 ± 0,13	13,59 ± 0,73
В % на абсолютно сухое вещество			
Сырой протеин	13,00 ± 0,78	20,43 ± 0,35 ¹	23,95 ± 0,80 ²
Сырой жир	1,62 ± 0,09	2,95 ± 0,22 ¹	9,04 ± 0,68 ²
Сырая клетчатка	41,70 ± 0,21 ²	14,06 ± 0,11 ¹	7,75 ± 1,17
БЭВ	34,22 ± 1,26 ¹	51,94 ± 0,44 ²	44,40 ± 1,24
Сырая зола	4,98 ± 0,09	2,87 ± 0,05	5,99 ± 0,52
Фосфор, г	0,20 ± 0,01	0,32 ± 9,42	0,79 ± 0,27
Кальций, г	0,54 ± 0,04	0,60 ± 1,67	0,33 ± 0,75

Примечание. ^{1,2} P > 0,95.

Table 5

Chemical composition of hay, oats and flax leftover seeds in the experiment, %

Indicator	Hay	Oats	Flaxseed leftover seeds
Water	4.58 ± 0.20	4.39 ± 0.13	13.59 ± 0.73
% on a completely dry substance			
Protein	13.00 ± 0.78	20.43 ± 0.35 ¹	23.95 ± 0.80 ²
Fat	1.62 ± 0.09	2.95 ± 0.22 ¹	9.04 ± 0.68 ²
Fiber	41.70 ± 0.21 ²	14.06 ± 0.11 ¹	7.75 ± 1.17
Nitrogen-free extractive substances	34.22 ± 1.26 ¹	51.94 ± 0.44 ²	44.40 ± 1.24
Ash	4.98 ± 0.09	2.87 ± 0.05	5.99 ± 0.52
Phosphorus, g	0.20 ± 0.01	0.32 ± 9.42	0.79 ± 0.27
Calcium, g	0.54 ± 0.04	0.60 ± 1.67	0.33 ± 0.75

Note. ^{1,2} P > 0.95.

Как известно, каротины представляют собой полиненасыщенные углеводороды с молекулярной формулой C₄₀H_(n), где n – переменное количество атомов водорода и не содержат никаких других элементов. Поэтому нами принято решение включить в рацион лошадей льняной жмых для увеличения полиненасыщенных жирных кислот и питательной ценности зимнего рациона лошадей якутской породы. Как отмечает Л. И. Подобед (2019), льняной жмых в сравнении с другими видами жмыхов характеризуется существенно более высоким содержанием ценных ненасыщенных жирных кислот.

Наши исследования выявили, что льняной жмых содержит больше полиненасыщенных жирных кислот, чем овес, особенно омега-3 (18:3n-3) и омега-6 (18:3n-6) кислот (таблица 4). Их содержание в льняном жмыхе составляет 28,8 % и 29,3 % соответственно от общего количества жирных кислот. Важно отметить, что овес, входящий в рацион лошадей в зимний период, характеризуется значительно более низким содержанием указанных незаменимых жирных кислот.

Коэффициенты переваримости основных питательных веществ корма у лошадей в опыте

Периоды	Коэффициенты переваримости, %					
	Сухого вещества	Органического вещества	Сырого протеина	Сырого жира	Сырой клетчатки	БЭВ
Первый	60,94 ± 1,12	58,24 ± 2,41	67,51 ± 0,17 ³	54,29 ± 0,98 ¹	39,30 ± 0,81	74,62 ± 1,04
Второй	60,18 ± 0,98	63,21 ± 1,87	70,85 ± 0,19 ⁴	68,59 ± 0,64 ²	39,85 ± 0,67	77,71 ± 1,13

Примечание. ^{1,2} P > 0,99, ^{3,4} P > 0,999.

Table 6

Digestibility coefficients of the main feed nutrients in horses in the experiment

Periods	Digestibility coefficients, %					
	Dry matter	Organic substances	Protein	Fat	Fiber	Nitrogen-free extractive substances
First	60.94 ± 1.12	58.24 ± 2.41	67.51 ± 0.17 ³	54.29 ± 0.98 ¹	39.30 ± 0.81	74.62 ± 1.04
Second	60.18 ± 0.98	63.21 ± 1.87	70.85 ± 0.19 ⁴	68.59 ± 0.64 ²	39.85 ± 0.67	77.71 ± 1.13

Note. ^{1,2} P > 0,99, ^{3,4} P > 0,999.

Таблица 7

Энергетическая ценность кормов и обеспеченность лошадей энергией при вскармливании льняного жмыха

Периоды	Потребление корма, кг		Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	Потребление обменной энергии, МДж	
	Натуральной массы	Сухого вещества		На голову в сутки	На 100 кг живой массы
Первый	15,35 ± 0,15	12,6 ± 0,11	9,51 ± 0,27	119,82 ± 2,18 ¹	29,84 ± 0,18
Второй	16,61 ± 1,08	12,83 ± 0,09	10,06 ± 0,22*	129,06 ± 1,41 ²	32,0 ± 0,67*

Примечание. ^{1,2} P > 0,95.

Table 7

The energy value of feed and the energy supply of horses when feeding flax leftover seeds

Periods	Feed consumption, kg		Exchange energy per 1 kg of dry matter, MJ	Exchange energy consumption, MJ	
	Natural weight	Dry matter		Per 1 animal per day	Per 100 kg of live weight
First	15.35 ± 0.15	12.6 ± 0.11	9.51 ± 0.27	119.82 ± 2.18 ¹	29.84 ± 0.18
Second	16.61 ± 1.08	12.83 ± 0.09	10.06 ± 0.22*	129.06 ± 1.41 ²	32.0 ± 0.67*

Note. ^{1,2} P > 0,95.

Сравнительный анализ химического состава льняного жмыха показал его существенное преимущество перед сеном и овсом по содержанию сырого протеина и жира. Содержание протеина в льняном жмыхе достоверно превышает показатели сена на 46 % и овса на 14,7 %, а содержание жира – на 82 % и 67 % соответственно (при уровне статистической достоверности $P \geq 0,95$). В то же время по содержанию клетчатки сено превосходит как овес (на 66 %), так и льняной жмых (на 81 %) (таблица 5).

В научной литературе отмечено, что жмых семян льна является ценным источником омега-3 и омега-6 жирных кислот. Состав жмыха также богат перевариваемым белком (287 г на 1 кг), витаминами группы В, включая пантотеновую и фолиевую кислоты, биотин, α -токоферол (витамин Е), а также микроэлементами. В сравнении со жмыхом подсолнечника льняной жмых характеризуется значительно более низким содержанием сырой клетчатки (более чем в 3 раза) и повышенным уровнем незаменимых омега-3 жирных кислот, благотворно влияющих на здоровье и продуктивность животных. Использование жмыха льна в рационе сельскохо-

зяйственных животных обосновано его высокой энергетической ценностью: 1 кг жмыха эквивалентен 1,27 к. ед. (13,73 МДж) и сопоставим по этому показателю с 1,3–1,4 кг овса [9].

Включение льняного жмыха в рацион лошадей способствовало повышению усвояемости питательных веществ. Эффективность использования питательных веществ организмом лошадей якутской породы отражена в коэффициентах их переваримости (таблица 6).

В опыте было установлено, что включение льняного жмыха в рацион лошадей привело к повышению показателей усвояемости основных питательных веществ по сравнению с контрольным периодом. Отмечено достоверно значимое увеличение коэффициентов переваримости сырого протеина на 4,7 % ($P > 0,999$) и сырого жира на 20,8 % ($P \geq 0,99$).

Установлено увеличение потребления обменной энергии лошадьми на 5,47 % при включении льняного жмыха в рацион по сравнению с контрольным периодом, когда животные получали только сено и овес (таблица 7). Отмечено достоверно значимое повышение суточного потребления обменной

энергии на голову у лошадей в опытном периоде на 7,16 % по сравнению с контрольным периодом. Обеспеченность обменной энергией в расчете на 100 кг живой массы у лошадей в опытном периоде превосходило показатель контрольного периода на 6,75 %. Все различия статистически значимы при уровне достоверности $P \geq 0,95$.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что в условиях Якутии перечисленные технологии кормления характеризуются повышенной питательной ценностью по сравнению с традиционными видами кормов.

Исследование показало, что замороженная на корню посевная трава *Avena sativa* L. обладает более высокой питательной ценностью, чем естественная отава. Результаты исследований подтверждают высокую кормовую ценность *Equisetum variegatum*, *Schleich. ex. Web.* для лошадей в качестве зимнего корма. Результаты анализа биохимического состава льняного жмыха свидетельствуют о его высокой питательной ценности, а включение его в рацион лошадей способствует повышению усвояемости питательных веществ за счет высокого содержа-

ния незаменимых омега-3 жирных кислот, жира и протеина.

Исходя из полученных результатов, мы рекомендуем широко применять овес посевной при тебенежке как питательного корма в зимний период для якутской породы лошадей, а также расширить применение тебенежных угодий с хвощом пестрым в технологии зимнего выпаса лошадей якутской породы. Использование зимне-зеленой травы овса и хвоща позволит восполнить дефицит питательных веществ и повысить энергетическую ценность рациона лошадей в период зимовки. Включение льняного жмыха в зимний рацион лошадей также благоприятно повлияет на усвояемость кормов. Льняной жмых, являющийся источником сырого протеина, жира и сбалансированным содержанием полиненасыщенных жирных кислот, положительно повлияло на перевариваемость кормов и показатели энергетического обмена у лошади.

Таким образом, восполнение дефицита питательных, биоактивных веществ, полиеновых жирных кислот, каротина путем внедрения исследованных технологий кормления позволит повысить воспроизводительные и продуктивные качества лошадей якутской породы.

Библиографический список

1. Барашкова Н. В., Устинова В. В. Биохимические особенности естественного разнотравно-злакового фитоценоза при разных уровнях питания в условиях Центральной Якутии // Наука и образование. 2016. № 2. С. 107–114.
2. Иванов Р. В., Пермякова П. Ф. Научные основы совершенствования технологии кормления и содержания лошадей якутской породы. Часть II. Опыты на взрослых лошадях. 2-е изд., стер. Якутск: Издательский дом СВФУ. 2021. 112 с.
3. Лебедева Л. Ф., Иванов Р. В., Ковешников В. С., Зайцев А. М., Хомподоева У. В., Пермякова П. Ф., Ильин А. Н., Калашников В. В. Научные основы интенсификации воспроизводства табунных лошадей Якутии. Новосибирск: ООО «СибАК», 2019. 144 с.
4. Неустроев М. П., Абрамов А. Ф., Саввинов Д. Д., Тарабукина Н. П., Попова Н. В. Экологические требования по ведению сельскохозяйственного производства // Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2021–2025 годы: методические пособия. Белгород: Белгородская типография, 2021. С. 563–568.
5. Николаев Н. А., Ильин А. Н. Экономическая эффективность использования культурных тебенежных пастбищ из овса на воспроизводящем составе лошадей // Иппология и ветеринария. 2019. № 3 (33). С. 40–43.
6. Нохсоров В. В., Петров К. А. Липиды и жирные кислоты овса позднелетнего посева – криокорма животных Якутии // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии: сборник тезисов докладов XXII Всероссийской международной конференции молодых ученых, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева. Москва, 2022. С. 99–100. DOI: 10.48397/ARRIAB.2022.22.XXII.059.
7. Пак М. Н. Использование пастбищных кормов с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот для кормления табунных лошадей Якутии // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3 (51). С. 76–86. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13039.
8. Петров К. А., Перк А. А., Чепалов В. А., Софронова В. Е., Ильин А. Н., Иванов Р. В. Эколого-физиологические и биохимические основы формирования зеленого криокорма в Якутии // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1129–1138. DOI: 10.15389/agrobology.2017.6.1129rus.
9. Подобед Л. И. Льняной жмых пополняет ассортимент белковых добавок для животных и птицы // Эффективное животноводство: корма и кормление. 2019. № 5. С. 46–48.

10. Слободчикова М. Н., Васильева В. Т., Васильева Р. Е., Иванов Р. В. Химический состав травостоя с хвощом пестрым (*Equisetum Variegatum*) и его влияние на состав мяса // Кормопроизводство. 2017. № 2. С. 16–18.

11. Хохрин С. Н., Савенко Ю. П. Кормопроизводство и кормление сельскохозяйственных животных. 2-е изд. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 300 с.

12. Arminian A., Dehghani R. B. Simultaneous responses of photosystem II and soluble proteins of rapeseed to cold acclimation // *Cellular and Molecular Biology*. 2019. Vol. 65, No. 2, Iss. 2. DOI: 10.14715/cmb/2019.65.2.7.

13. Devi V., Kaur A., Sethi M., Avinash G. Effect of low-temperature stress on plant performance and adaptation to temperature change // In: S. Hussain, T. Hussain Awan, E. Ahmad Waraich, M. Iqbal Awan (eds.) *Plant Abiotic Stress Responses and Tolerance Mechanisms*. DOI: 10.5772/intechopen.110168.

14. Fürtauer L., Weiszmann J., Weckwerth W., Nägele T. Metabolic reprogramming and its role in plant cold acclimation // *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20. Article number 5411. DOI: 10.3390/ijms2021541.

15. Nokhsorov V. V., Chirikova N. K., Dudareva L. V., Senik S. V., Petrov K. A. Influence of extremely low temperatures of the pole of cold on the lipid and fatty-acid composition of aerial parts of the horsetail family (*Equisetaceae*) // *Plants*. 2021. Vol. 10, No. 5. DOI: 10.3390/plants10050996.

16. Nokhsorov V. V., Protopopov F. F., Sleptsov I. V., Petrova L. V., Petrov K. A. Metabolomic profile and functional state of oat plants (*Avena sativa* L.) sown under low-temperature conditions in the cryolithozone // *Plants*. 2024. Vol. 13, No. 8. Article number 1076. DOI: 10.3390/plants13081076.

Об авторах:

Реворий Васильевич Иванов, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией, главный научный сотрудник лаборатории селекции и разведения лошадей, Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-1820-3928 и AuthorID 329554. E-mail: revoriy@list.ru

Мария Николаевна Пак, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения лошадей, Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-2519-7327, AuthorID 764495. E-mail: Smary_83@mail.ru

Лариса Николаевна Захарова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей зоотехнии, Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-6362-0050, AuthorID 707724. E-mail: zakharova.larnik@yandex.ru

Акулина Васильевна Попова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей зоотехнии, Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия; ORCID 0000-0003-2692-7026, AuthorID 784519. E-mail: Popova_akulina@bk.ru

Валерий Иннокентьевич Федоров, доктор сельскохозяйственных наук, ректор, Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-8454-6531, AuthorID 460042. E-mail: Agatu_oz@mail.ru

References

1. Barashkova N. V., Ustinova V. V. Biochemical features of natural herb-grass phytocenosis at different degrees of alimantation in conditions of Central Yakutia. *Science and Education*. 2016; 2: 107–114. (In Russ.)

2. Ivanov R. V., Permyakova P. F. Scientific foundations of improving the technology of feeding and keeping horses of the Yakut breed. Part II. Experiments on adult horses. *Yakutsk: NEFU Publishing House*. 2021: 112. (In Russ.)

3. Lebedeva L. F., Ivanov R. V., Koveshnikov V. S., Zaitsev A. M., Khompodoeva U. V., Permyakova P. F., Ilyin A. N., Kalashnikov V. V. Scientific foundations of intensification of reproduction of Yakutian herd horses. *Novosibirsk: Sibak*, 2019: 144. (In Russ.)

4. Neustroev M. P., Abramov A. F., Savvinov D. D., Tarabukina N. P., Popova N. V. Environmental requirements for agricultural production. *The system of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2021–2025: methodological manuals*. Belgorod: Belgorodskaya tipografiya, 2021. Pp. 563–568. (In Russ.)

5. Nikolaev N. A., Ilyin A. N. Cost-effectiveness of using oat pastures on the reproductive composition of horses. *Hippology and Veterinary Medicine*. 2019; 3 (33): 40–43. (In Russ.)

6. Nokhsorov V. V., Petrov K. A. Late-summer oat lipids and fatty acids – cryofeed of Yakutia animal. *Biotechnology in Crop Production, Animal Husbandry and Agricultural Microbiology: collection of abstracts*. Moscow, 2022. Pp. 99–100. DOI: 10.48397/ARRIAB.2022.22.XXII.059. (In Russ.)
7. Pak M. N. The use of pasture feed with high content of polyunsaturated fatty acids for feeding herd horses of Yakutia. *Far Eastern Agricultural Journal*. 2019; 3 (51): 76–86. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13039. (In Russ.)
8. Petrov K. A., Perk A. A., Chepalov V. A., Sofronova V. E., Ilyin A. N., Ivanov R. V. Eco-physiological and biochemical bases of the green cryofeed forming in Yakutia (review). *Agricultural Biology*. 2017; 52 (6): 1129–1138. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1129rus. (In Russ.)
9. Podobed L. I. Flax cake replenishes the range of protein additives for animals and poultry. *Efficient Animal Husbandry: Feed and Feeding*. 2019; 5: 46–48. (In Russ.)
10. Slobodchikova M. N., Vasilyeva V. T., Vasilyeva R. E., Ivanov R. V. Sward chemical composition of variegated horsetail (*Equisetum variegatum*) and its effect on meat quality. *Forage Production Journal*. 2017; 2: 16–18. (In Russ.)
11. Khokhrin S. N., Savenko Yu. P. *Feed production and feeding of farm animals*. Saint Petersburg: Lan, 2022. 300 p. (In Russ.)
12. Arminian A., Dehghani R. B. Simultaneous responses of photosystem II and soluble proteins of rapeseed to cold acclimation. *Cellular and Molecular Biology*. 2019; 65 (2). DOI: 10.14715/cmb/2019.65.2.7
13. Devi V., Kaur A., Sethi M., Avinash G. Effect of low-temperature stress on plant performance and adaptation to temperature change. In: *S. Hussain, T. Hussain Awan, E. Ahmad Waraich, M. Iqbal Awan (eds.) Plant Abiotic Stress Responses and Tolerance Mechanisms*. DOI: 10.5772/intechopen.110168.
14. Fürtauer L., Weiszmann J., Weckwerth W., Nägele T. Metabolic reprogramming and its role in plant cold acclimation. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20: 5411. DOI: 10.3390/ijms2021541.
15. Nokhsorov V. V., Chirikova N. K., Dudareva L. V., Senik S. V., Petrov K. A. Influence of extremely low temperatures of the pole of cold on the lipid and fatty-acid composition of aerial parts of the horsetail family (*Equisetaceae*). *Plants*. 2021; 10 (5). DOI: 10.3390/plants10050996.
16. Nokhsorov V. V., Protopopov F. F., Sleptsov I. V., Petrova L. V., Petrov K. A. Metabolomic profile and functional state of oat plants (*Avena sativa* L.) Sown under low-temperature conditions in the cryolithozone. *Plants*. 2024; 13 (8): 1076. DOI: 10.3390/plants13081076.

Authors' information:

Revoriy V. Ivanov, doctor of agricultural sciences, head of the laboratory, chief researcher at the laboratory of horse breeding and breeding, Federal Research Center “Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” – Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-1820-3928 AuthorID 329554. *E-mail: revoriy@list.ru*

Mariya N. Pak, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the laboratory of horse breeding and breeding, Federal Research Center “Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” – Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-2519-7327, AuthorID 764495. *E-mail: Smary_83@mail.ru*

Larisa N. Zakharova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of general animal science, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-6362-0050, AuthorID 707724. *E-mail: zakharova.larnik@yandex.ru*

Akulina V. Popova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of general animal science, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0003-2692-7026, AuthorID 784519. *E-mail: Popova_akulina@bk.ru*

Valeriy I. Fedorov, doctor of agricultural sciences, rector, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-8454-6531, AuthorID 460042. *E-mail: Agatu_oz@mail.ru*