

## ARGICULTURE

---

**Hompodoeva U.V., Ivanov R.V., Ilin A.N., Slobodchikova M.N., Osipov V.G.**

### **FEATURES OF ENERGY EXCHANGE IN THE ORGANISM OF YAKUT HORSES IN WINTER AND SPRING**

**Hompodoeva U.V., Russia, Candidate of Agricultural Science,  
Yakut scientific research institute of agriculture**

**Ivanov R.V., Russia, Doctor of Agricultural Sciences, , Yakut  
scientific research institute of agriculture**

**Ilin A.N., Russia, Candidate of Agricultural Science, Yakut  
scientific research institute of agriculture**

**Slobodchikova M.N., Russia, Junior Researcher, Yakut scientific  
research institute of agriculture**

**Osipov V.G., Russia, Candidate of Agricultural Science, Yakut  
scientific research institute of agriculture**

#### **Abstract**

The article presents results of researches on studying of peculiarities of energy metabolism in the organism of Yakut horses, depending on the ambient temperature. Studies were conducted on geldings at the age of 8 years in two periods: winter (February) and spring (April). During the experiment, horses were fed hay 3-4 times per day. Hay on chemical and Botanical parameters was almost the same composition. Intake of metabolizable energy was determined by calculation method based on the indicators of the chemical composition and digestibility of feed nutrients. Studies have shown a clear dependence of the consumption of dry matter and main nutrients of hay from the ambient temperature. It is established that in cold weather increased feed intake of horses: dry matter – by 15.6 %, organic matter – by 16.1 %, crude protein –

14,4 %, crude fat 11.3 %, crude fiber – by 13.06 % and BEV – 22.6 %. A similar trend was noted for the amount of digested feed nutrients. At the same time, marked by a significantly high coefficient of digestibility of crude fiber geldings Yakut breed in winter - 43,69% , compared to the spring of 35.00 % (  $P \geq 0,95$ ). The best feed consumption, a higher digestibility of the main nutrients of the feed provided geldings Yakut breed high intake of metabolizable energy. So, in the winter the animals at 100 kg live weight consumed 27,69 MJ metabolizable energy or by 41.78 % higher than in spring (  $P \geq 0,99$ ). It will serve as a substantiation of directions of scientific researches on estimation of feed conversion and meat production as one of the comprehensive criteria of the adaptive capacity of the Yakut horse to seasonal changes in ambient temperature.

**Keywords:** exchange energy, the Yakut horse breed, physiological experience, nutrient digestibility of feed materials.

### **Введение**

Одной из особенностей якутской лошади, определяющих разведение ее в условиях Якутии, является ее способность депонировать значительное количество энергии в виде отложений жира за короткий летний период. Запасы подкожного жира, составляющие 16,2 - 23,2% от массы туши, и жировые отложения на внутренних органах значительно увеличивают теплоизоляцию организма, также служат дополнительным источником энергетических ресурсов в организме на период длительных холодов и снижения питательной ценности кормов в зимний (тебеневошный) период [1].

Три ведущих экологических фактора, к которым хорошо приспособлены лошади якутской породы, - кормовые ресурсы, окружающая температура и снежный покров достаточно отличаются от экологических условий зон разведения табунных лошадей в СНГ и зарубежных странах. Эти факторы и определяют необходимость изучения особенностей обмена энергии и питательных элементов пород табунных лошадей Якутии [2].

Изменение теплопродукции и теплоотдачи в разные сезоны года является стратегической реакцией адаптации организма млекопитающих. Т.И. Кочан раскрыл механизм энергетической адаптации диких жвачных к холодному сезону [3]. В трудах Т.Ф. Василенко с соавт. [4] подведены основные итоги более полувековых исследований физиологии и биохимии продуктивных животных Севера. В работах А.Ф.Абрамова показана связь погоды и выпаса лошадей, влияние различных сочетаний погодноклиматических факторов на состояние животных [5,6]. Н.Д. Алексеевым были описаны газоэнергетический обмен лошадей, изменения состояния шерстного покрова и их связь с процессами долговременной холодовой

адаптации [7]. А.К. Ахременко с соавт. [8] разработали вариант метода исследования газообмена в открытых системах. М.К. Слепцовым с соавт. [9] проведены биохимические исследования по адаптации якутской лошади к холодному климату. В то же время существующие в настоящее время данные по эколого-физиологической адаптации аборигенных животных, в частности, табунных лошадей якутской породы недостаточны, мало работ, изучающие особенности обмена веществ и энергии в организме лошадей якутской породы при изменении температуры окружающей среды в период устойчивых холодов.

Цель исследований – изучить особенности энергетического обмена лошадей якутской породы в зависимости от температуры окружающей среды.

Ранее с этой целью были проведены опыты на жеребых кобылах [18]. Для подтверждения этих данных повторный опыт проведен на меринах, как на животных с более устойчивым физиологическим состоянием.

#### **Материалы и методы исследования**

Физиологические опыты по переваримости основных питательных веществ сена проведены в зимний (февраль) и весенний (апрель) периоды в условиях физиологического двора ЯНИИСХ по классической методике ВИЖ. Для исследований были отобраны 3 мерина якутской породы в возрасте 8 лет со средней упитанностью. Живая масса подопытных животных в первом опыте составила в среднем – 403 кг, во втором опыте – 394 кг. В течение опытов сено задавали животным 3-4 раза в сутки. Взвешивание сена осуществляли перед каждым скармливанием. Продолжительность подготовительного периода составила – 8 дней, учетного – 6 дней. Исследования биохимических показателей сена, кала проводились по общепринятым методикам на спектральном ИК-анализаторе NIR SCANNER model 4250. Энергетический обмен организма животных с внешней средой исследовали с использованием рекомендаций Н.Г. Григорьева с соавт [10] и А.П. Калашникова с соавт [11].

Потребление обменной энергии рассчитано по уравнению регрессии, приведенному сотрудниками ВНИИ коневодства [12]. Все полученные данные подвергались статистической обработке по методу Стьюдента с использованием программы Microsoft Excel.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

По химическому составу сено было практически одинаковым как в зимний, так и в весенний учетный периоды (таблица 1). По ботаническому составу в сене преобладали злаковые и осоковые травы. Злаки представлены в основном – пыреем ползучим, мятликом луговым, осоковыми – осокой твердоватой и осокой Шмидта.

Таблица 1. Химический состав сена, % от сухого вещества, (M ± m)

| Показатель | Сезон года       |                   |
|------------|------------------|-------------------|
|            | Зимний (февраль) | Весенний (апрель) |
| Гигровлага | 5,34 ± 0,17      | 5,26 ± 0,11       |
| Протеин    | 18,76 ± 0,18     | 18,66 ± 0,12      |
| Жир        | 2,93 ± 0,10      | 2,87 ± 0,07       |
| Клетчатка  | 39,56 ± 0,89     | 39,10 ± 0,56      |
| Зола       | 7,08 ± 0,15      | 7,00 ± 0,09       |
| БЭВ        | 27,32 ± 1,50     | 27,08 ± 0,94      |

Химический состав корма не дает достаточного представления о его питательности. Корма, скармливаемые подопытными животными, при любом химическом составе могут иметь разную переваримость питательных веществ, что, в конечном счете, и определяет их продуктивную ценность [13,14]. Кроме того следует отметить, что при одинаковом химическом составе кормов в зависимости от вида животного, возраста, физиологического состояния и продуктивности в организме используется разное количество питательных веществ. Поэтому в основу современных систем оценки питательности кормов и обмена энергии в организме животных положено определение их переваримости.

В этой связи, нами проведена оценка эффективности использования питательных веществ и энергии корма меринами якутской породы в зимний и весенний периоды (таблица 2).

Установлено более высокое потребление основных питательных веществ сена в качестве моно корма меринами якутской породы в зимний период по сравнению с весенним периодом. Так, сухого вещества потребили на 15,6 % больше, органического вещества - на 16,1 %, сырого протеина – на 14,4 %, сырого жира – на 11,3 %, сырой клетчатки – на 13,06 и БЭВ – на 22,6 %.

Как видим, изменения потребления сухого вещества и основных питательных веществ сена меринами в зимних и весенних опытах имеют четкую зависимость от температуры внешней среды. В холодную погоду увеличивается потребление корма лошадьми, следовательно, увеличивается и производство тепла в организме. Это связано с тем, как утверждают Arnold, W. at al. [15], что процесс переваривания длинных волокон корма, производит тепло как побочный продукт. Такие требования к потреблению корма называют климатическими энергетическими запросами организма [16]. Этот адаптационный механизм, призван помочь лошади справиться с энергетическими затратами в зимний период. Ведь якутская лошадь в течение веков выживала в таких суровых условиях, как холодный климат и скудный,

порой ненадежный подножный запас корма. В результате этого у нее развился действенный метаболизм к выживанию, выработались свои терморегуляторные механизмы, приспособленные к частым переменам погодных условий и резким перепадам температур.

Таблица 2. Переваримость питательных веществ и энергетическая ценность кормов по сезонам года, (n=3)

| Показатели  | Сезон года                      |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
|   | Зимний (февраль)                | Весенний (апрель)            |
| Потреблено питательных веществ, г на голову в сутки   |                                 |                              |
| Сухое вещество  | 7834 ± 3,64                     | 6773 ± 2,16                  |
| Органическое вещество   | 6872 ± 2,54                     | 5919 ± 4,03                  |
| Сырой протеин   | 1462 ± 18,99                    | 1277 ± 11,86                 |
| Сырая клетчатка   | 3063 ± 57,34                    | 2709 ± 39,45                 |
| Сырой жир   | 225 ± 5,95                      | 202 ± 11,06                  |
| БЭВ   | 2121 ± 76,12                    | 1730 ± 59,85                 |
| Коэффициент переваримости питательных веществ, %  |                                 |                              |
| Сухое вещество  | 47,84 ± 2,87                    | 46,02 ± 2,70                 |
| Органическое вещество   | 55,73 ± 1,76                    | 54,54 ± 2,38                 |
| Сырой протеин   | 64,37 ± 1,66                    | 62,01 ± 2,19                 |
| Сырая клетчатка   | 43,69 ± 0,81*                   | 35,00 ± 4,75                 |
| Сырой жир   | 50,29 ± 1,74                    | 42,32 ± 4,12                 |
| БЭВ   | 71,24 ± 3,68                    | 63,98 ± 1,70                 |
| Энергетическая питательность и поступление обменной энергии с кормами в опытах в зимние и весенние периоды, МДж |                                 |                              |
| Обменной энергии в 1 кг сухого вещества   | 6,873 ± 0,28                    | 4,0007 ± 0,18                |
| <i>Потребление обменной энергии:</i><br>на голову в сутки<br>на 100 кг живой массы                              | 67,70 ± 2,85*<br>27,69 ± 1,12** | 38,05 ± 4,40<br>16,12 ± 0,75 |

\*P ≥ 0,95; \*\* P ≥ 0,99

В наших исследованиях средняя температура в течение 6 дней учетного периода в зимний период (февраль) составила -33,76°C; в весенний период (апрель) в среднем - 11,1°C. С повышением температуры воздуха на 1°C, наблюдалось снижение потребления сухого вещества корма в среднем на 48,9 г, сырого протеина - на 96,0 г, по сырой клетчатке - на 524,0 г, сырого жира - на 63,0 г и БЭВ - на 49,0 г соответственно.

Сезонные различия по количеству потреблённых и переваренных питательных веществ корма подопытными животными обусловили

неодинаковый уровень коэффициента их переваримости в зависимости от температуры окружающей среды.

Результаты исследований показали, что при потреблении практически одинакового по химическому составу корма в зимнее (февраль) и весеннее (апрель) время наблюдалось снижение переваримости питательных веществ в весеннее время. Так, переваримость сухого вещества в поздnezимний период (февраль) больше на 1,82%, органического вещества – на 1,19%, сырого протеина - на 2,36%, жира – на 7,97%, БЭВ – на 7,26%. Однако все выявленные расхождения оказались статистически не достоверными, кроме переваримости клетчатки. Так, коэффициент переваримости сырой клетчатки в зимний период составил – 43,69 %, аналогичная величина весной оказалась на 8,69 % достоверно меньше и составила 35,00% ( $P \geq 0,95$ ).

Относительно высокие коэффициенты переваримости основных питательных веществ корма при низких температурах окружающей среды (- 33,76°C) объясняем компенсаторными изменениями уровня метаболизма в организме лошадей якутской породы, нормализующие жизненные функции в соответствующих режимах температур. Кроме того, с повышением переваримости питательных веществ корма ускоряется скорость прохождения химуса по кишечному тракту, что ведет к усиленному поступлению ферментов микрофлоры верхних отделов пищеварительного тракта к толстому отделу кишечника, тем самым лучшему перевариванию клетчатки.

По данным коэффициента переваримости питательных веществ определены содержание обменной энергии в сене и уровень потребления энергии лошадьми в опыте.

Из данных таблицы 2 видно, что в зимнее время содержание обменной энергии больше, чем в весеннее время. Так, в зимнем опыте обменная энергия в 1 кг сухого вещества сена в среднем была на 41,7% выше по сравнению с весенним опытом. Так, в зимнее время мерины получили с кормом 67,7 МДж обменной энергии на голову в сутки или на 100 кг живой массы – 27,69 МДж,

Известно, что в зимний период происходит морфофункциональная перестройка организма лошади, связанная с биологическими особенностями якутской лошади к изменениям окружающей среды [17].

В условиях якутской зимы в организме лошади теплопродукция не образовывается, нулевой баланс энергии на некоторое время поддерживается за счет запасов жира. Когда животное использует энергию тканей тела, общая теплопродукция повышает потребление обменной энергии. В нашем опыте в зимний период мерины потреблено

на 43,79% больше обменной энергии на голову в сутки или на 41,78% больше обменной энергии на 100 кг живой массы.

Эти данные согласуются с ранее полученными нами результатами по изучению поступления обменной энергии с кормом в организме жеребых кобыл в зимний и летний периоды в условиях Центральной Якутии [18]. Нами было установлено, что в зимнее время при температуре внешней среды – 37 – 40 °С, потребление обменной энергии жеребыми кобылами на 1 голову в сутки составило 103,8 МДж, на 100 кг живой массы - 31,5 МДж обменной энергии. Со второй половины зимы, когда запасы питательных веществ организма начинают истощаться, а количество и качество потребляемых питательных веществ тебеневочного корма не покрывают потребности организма, общая теплопродукция превышает потребление обменной энергии.

В нашем опыте на мерилах они содержались в стойлах без движения, поэтому затрат энергии на передвижения не было. Следовательно, величина потребленной энергией в зимнее время 67,70 Мдж обменной энергии, показывает по всей вероятности, затраты на выработку тепла на терморегулирование температуры тела животного.

Более высокое потребление обменной энергии и питательных веществ можно объяснить более высокой теплопродукцией в зимнее время (в феврале месяце) и ее снижением в апреле месяце.

#### **Выводы**

1. Установлено более высокое поступление энергии, основных питательных веществ сена в качестве моно корма в зимнее время по сравнению с весенним. При этом в зимний период меринами якутской породы потреблено 67,7 МДж обменной энергии на голову в сутки или на 100 кг живой массы - 27,69 МДж, в весенний период – 38,05 МДж и 16,12 МДж соответственно. Высокое поступление обменной энергии в организм лошадей якутской породы в зимний период объясняем проявлением адаптационных механизмов, влияющих на действенный метаболизм к выживанию, приспособленный к частым переменам погодных условий и резким перепадам температур.

2. С повышением температуры воздуха на 1°С, снизилось потребление сырого протеина - на 96,0 г, сырой клетчатки – на 524,0 г, сырого жира – на 63,0 г и БЭВ – на 49,0 г соответственно. При этом наблюдалось снижение переваримости основных питательных веществ корма в весеннее время, особо заметно снижение переваримости сырой клетчатки – на 8,69 % ( $P>0,95$ ), жира – на 7,97 % и безазотистых экстрактивных веществ – на 7,26 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований получен экспериментальный материал по мониторингу особенностей обмена веществ и энергии в организме лошадей якутской породы по сезонам года.

**References:**

- [1] Alekseev N. D., Andreev N. P. Morphological features of Yakut horses: the internal organs and fat reserves // Scientific. - tekhn. bull./ VASKHNIL. Sib. otd-nie. ANISH.– 1982. – Vol. 3. – S. 13-19.
- [2] Ivanov R. V., Ilyin A. N. The digestibility of basic nutrients and energy value of oats of different sowing time when tebenevka horses // horse Breeding and horse riding. — 2010. — No. 1. – P. 28-29.
- [3] Kochan, T. I., the mechanism of the energy adaptation of wild ruminants (elk and reindeer) for the cold season // Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-prakycznej konf. “Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2012”. Nauk biol.: Przemysł. Nauka i studia.2012. Vol. 39. S. 65-69.
- [4] Vasilenko, T. F., Chermnykh N. A. Simakov, A. F., Kochan T. I., Mingalev N. P. Main results of studies in biochemistry and physiology of productive animals of the North (the 25th anniversary of the Institute of physiology Komi SC UB RAS) // proceedings of the Komi scientific center of UB RAS. Issue 4 (16). – Syktyvkar, 2013. – 47-53.
- [5] Abramov, A. F. Reproduction and feeding of the Yakut horses. – Yakutsk, 1977.
- [6] Abramov, A. F. the Estimation of tebenevka Yakut horses. –Yakutsk, 1984. – 68c.
- [7] Alekseev N. D. Adaptive features in the structure of the hair cover the Yakut horse // the Development of horse breeding in Yakutia. – Novosibirsk, 1986. –P. 41-47.
- [8] Akhremenko A. K., Anufriev, A. I., a variant of the method of research of gas exchange in an open system // Species and its productivity in areal: proc. Dokl. IV all-Union. meeting. Part 1. Mammals (insectivores, rodents). – Sverdlovsk, 1984. – S. 4-5.
- [9] Sleptsov M. K., Akhremenko A. K., Sofronova, V. E. I. Biochemical studies of adaptation of Yakut horse to the cold climate Adaptation of animals to cold. — Novosibirsk, .1990. P. 104-111.
- [10] Grigoriev N. G. Determination of metabolizable energy of feeds and rations. //Husbandry. -1991. No. 8 p. 34 - 37.
- [11] Kalashnikov A. P., Fisinin V. I., Shcheglov V. V., Kleimenov, N. I. Norms and rations of feeding of agricultural animals. A reference guide. 3rd edition revised and enlarged. / Under the editorship of A. P. Kalashnikov, Moscow. 2003. - 456 p.
- [12] Kosarev A. N. etc. Theoretical justification and recommendations for application of the rules of feeding horses // breeding Improvement of breeds of horses. — M., 1983. — S. 70-103.



- [13] Aliyev A. I. Metabolism. – M., 2002. – 340 p.
- [14] Galiev, B. H., energy Metabolism in breeding calves using different feed. // Beef cattle and the prospects of its development. – Orenburg, 2000. – S. 32.
- [15] Arnold, W., Ruf, T., & Kuntz, R. Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) // The Journal of Experimental Biology. – 2006. – 209, 4566–4573.
- [16] MacCormack, J.A.D., & Bruce, J.M. (1991). The horse in winter — shelter and feeding. Farm Building Progress. – 105, 10–13.
- [17] Alekseev N. D. The horse of the Yakut breed. – Yakutsk: KN.publishing house, 1992. – p. 16-18.
- [18] Ivanov R. V., Permyakov, P. F., Ilyin A. N. Changes income exchange energy in the body Yakut horses depending on the temperature of the environment / science and technology of APC. – 2014. – Tom 28. – P. 42-43.