

КОРМОПРОИЗВОДСТВО. КОРМЛЕНИЕ/
FODDER PRODUCTION. FEEDING<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.570-580>

УДК 636.237.21:636.084.52(471.25)

**Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной
(*Rhaponticum carthamoides*) в рационах молочных коров****2021. Н. А. Морозков✉, Л. С. Терентьева, Е. В. Суханова, В. А. Волошин***Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук, с. Лобаново, Пермский край, Российская Федерация*

Исследования проводили на молочном комплексе ООО «Русь» (Пермский край). Изучали влияние использования в кормлении голштинизированных черно-пёстрых коров молочного направления витаминно-травяной муки (ВТМ) из зелёной массы левзеи сафлоровидной в период 12 дней до отёла и первые 30 дней лактации. Опыт проводили по общепринятой методике с подбором пар-аналогов. Коровы контрольной группы получали рацион кормления, состоящий из кормов, имеющихся на молочном комплексе. Коровам опытных групп в состав концентратной части рациона включали ВТМ из левзеи сафлоровидной в дозах: первая опытная – 4 % (0,4 кг ВТМ на голову в сутки); вторая опытная – 10 % (1,0 кг ВТМ на голову в сутки). Экспериментальные данные опыта показали, что скармливание ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров за первые 30 дней лактации, а также на коэффициенты биоконверсии протеина и энергии в молочную продукцию коров. За учётный период научно-хозяйственного опыта (первые 30 дней лактации) в среднем от каждой коровы первой и второй опытных групп получено молока с натуральной жирностью больше на $55,80 \pm 4,90$ кг (8,04 % ($p < 0,05$)) и на $99,20 \pm 5,80$ кг (14,29 % ($p < 0,05$)) соответственно по сравнению с контрольной. Валовой выход молочного жира и белка за учётный период у коров первой и второй опытных групп был выше на $2,50 \pm 0,04$ кг и $4,28 \pm 0,07$ кг, на $2,54 \pm 0,16$ кг и $4,01 \pm 0,18$ кг соответственно по сравнению с контрольной. У коров первой и второй опытных групп коэффициенты биоконверсии протеина в молочную продукцию были выше на 2,98 % абс. ($p < 0,05$) и на 3,97 % абс. соответственно по сравнению с контролем. Расход энергии, использованной на синтез молока, у коров контрольной группы, был меньше по сравнению с коровами первой и второй опытных групп на 163,62 и 349,18 МДж ($p < 0,05$) соответственно ввиду меньшего потребления ими количества кормосмеси в течение учётного периода. У коров опытных групп были выше коэффициенты биоконверсии энергии в молоко на 2,14 % абс. и на 3,71 % абс. ($p < 0,05$) соответственно по сравнению с коровами контрольной группы. Животные опытных групп оказались более отзывчивыми на изменение рациона кормления и показали более высокие результаты по всем изучаемым показателям.

Ключевые слова: коэффициенты биоконверсии, маралий корень, лактоза, протеин, энергия, 20-гидроксикдизон, лактация

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (тема Рег. № НИОКТР: АААА-А18-118021990051-9).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Морозков Н. А., Терентьева Л. С., Суханова Е. В., Волошин В. А. Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной в рационах молочных коров. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):570-580.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.570-580>

Поступила: 29.03.2021

Принята к публикации: 15.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Vitamin-herbal flour from *Rhaponticum carthamoides* in the diets of dairy cows

© 2021. Nikolay A. Morozkov✉, Lyudmila S. Terentyeva, Elena V. Sukhanova, Vladimir A. Voloshin

Perm Agricultural Research Institute – branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lobanovo, Perm Region, Russian Federation

Studies were conducted at the dairy complex of «Rus Ltd» (Perm Region). The effect of the use of vitamin-herb flour (VHF) from *Rhaponticum carthamoides* green mass in the feeding of holsteinized black-and-white dairy cows was studied during the period of 12 days before calving and the first 30 days of lactation. The experiment was carried out according to the generally accepted method with the selection of analog pairs. The cows of the control group received a feeding ration consisting of feeds available at the dairy complex. For cows of the experimental groups, the composition of the concentrate part of the diet included VHF from leucea safflower in doses: the first group – 4 % (0.4 kg of VHF per head per day), the second group – 10 % (1.0 kg of VHF per head per day). The experimental data of the experiment showed that VHF from leuzea as part of the concentrate part of the diet had a positive effect on the milk productivity of cows during the first 30 days of lactation, as well as on the bioconversion coefficients of protein and energy in the dairy products of cows. During the accounting period of the scientific and economic experiment (the first 30 days of lactation) from cows of the first and second experimental groups there has been obtained milk with natural fat content higher by 55.80 ± 4.90 kg (8.04 %) ($p < 0.05$) and by 99.20 ± 5.80 kg (14.29 %) ($p < 0.05$), respectively, compared to the control group. The gross yield of milk fat and protein for the reference period in cows of the first and second experimental groups was higher by 2.50 ± 0.04 kg and 4.28 ± 0.07 kg, by 2.54 ± 0.16 kg and by 4.01 ± 0.18 kg, respectively, compared with the control group. The cows of the first and second experimental groups had higher coefficients of protein bioconversion into dairy products by 2.98 % abs ($p < 0.05$) and 3.97 % abs, respectively, compared to the control. The energy consumption for milk synthesis in the control group cows was reduced by 163.62 MJ and 349.18 MJ ($p < 0.05$), respectively, in comparison with the cows of the first and second experimental groups, due to their lower consumption of the amount of feed mixture during the accounting period. The cows of the first and second experimental groups also had higher bioconversion coefficients of energy into milk by 2.14 % abs. and by 3.71 % abs. ($p < 0.05$), respectively, compared to the cows of the control group. The cows of the experimental groups turned out to be more responsive to changes in the feeding diet and showed higher results according all the studied parameters.

Key words: bioconversion coefficients, maral root, lactose, protein, energy, 20-hydroxyecdysone, lactation

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (theme No: AAAA-A18-118021990051-9).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Morozkov N. A., Terentyeva L. S., Sukhanova E. V., Voloshin V. A. Vitamin-herbal flour from *Rhaponticum carthamoides* in the diets of dairy cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):570-580. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.570-580>

Received: 29.03.2021

Accepted for publication: 15.07.2021

Published online: 26.08.2021

Основа развития животноводства – прочная кормовая база с разнообразным ассортиментом высококачественных кормов. Только сбалансированное по энергии и питательным веществам кормление способствует наиболее полной реализации генотипа, продлению хозяйственного использования коров, рождению здорового приплода, увеличению продуктивности и сохранению здоровья животных, нормализации морфологических, биохимических показателей крови, что способствует повышению резистентности их организма. Рациональное полноценное кормление – основа повышения экономической эффективности животноводства [1, 2, 3, 4].

В 2002 году в Уральском регионе был утвержден голштинизированный тип черно-

пестрого скота Уральский [5]. В результате селекционной работы создано маточное поголовье коров с генетическим потенциалом молочной продуктивности более 10 тыс. кг молока за лактацию с одновременным увеличением выхода молочного жира и белка. Однако фактическая реализация генетического потенциала голштинизированного черно-пестрого скота составляет 66 %. По данным краевой статистики за 2020 г., надой молока на 1 фуражную корову во всех категориях хозяйств Пермского края в среднем составил 6633 кг¹. Причины неполного раскрытия генетического потенциала голштинизированных коров кроются в дисбалансе питательных веществ рационов кормления.

¹Пермский край в цифрах. 2021: краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2021. С. 109-110.

В большинстве хозяйств края объёмистые корма заготавливаются с существенными отклонениями от требований ГОСТов. Содержание сырой клетчатки (СК) в злаково-бобовом сене за 2017-2020 гг. в среднем составило 34,16 % при норме для первого класса 28,0 %. Уровень каротина в сухом веществе (СВ) сена в среднем составлял 12,73 мг/кг (с диапазоном значений от 6,40 до 26,65 мг/кг), при норме 25,0 мг/кг в 1 кг СВ. Попытки подменить в кормлении высокопродуктивных молочных коров недостающие питательные вещества объёмистых кормов питательными веществами концентрированных кормов не дают желаемого результата [6, 7, 8].

Дефицит каротина в рационах молочных коров составляет от 40 до 60 %. По данным научно-хозяйственных опытов, проводимых Пермским НИИСХ в хозяйствах Пермского края, в молочном скотоводстве за последние 10 лет содержание каротина в сыворотке крови коров в первую фазу лактации находилось ниже физиологической нормы у всего исследуемого поголовья и составляло в пределах 4,39-7,40 мкмоль/л (норма 7,50-18,60 мкмоль/л). И это тот период лактации, когда у коровы должно состояться плодотворное осеменение.

Биологически активные вещества, в том числе растительного и микробного происхождения, заняли прочное место в практике ветеринарной медицины. Они применяются для нормализации обмена веществ, повышения напряжённости иммунитета как лечебно-профилактические средства и т. д. Поиск новых веществ с иммуностимулирующими свойствами имеет стратегически важное значение для ветеринарной науки и практики, так как в современных условиях приходится нередко сталкиваться с выраженными иммунодефицитными состояниями животных [9]. Наличие в рационах сельскохозяйственных животных фитоэстрогенных растений позволяет удерживать на должном уровне состояние биохимических процессов и ферментативных систем нейрогуморальных факторов организма и вести направленный обмен веществ [10]. Одной из таких культур, обладающей повышенной иммуностимулирующей функцией, является левзея сафлоровидная, которую ранее в Пермском крае не возделывали [11].

Левзея сафлоровидная (*Rhaponticum carthamoides*), или маралий корень – многолет-

нее растение семейства Астровые (*Asteraceae*). В кормлении сельскохозяйственных животных используется в виде зеленого корма, сенажа, силоса, витаминно-травяной муки. Общеизвестно, что любая ВТМ, приготовленная с соблюдением технологических требований, является источником пополнения рационов кормления животных протеином и каротином. ВТМ из левзеи сафлоровидной в дополнение к высокому содержанию каротина обладает большим набором биологически активных веществ.

Физиологическая активность левзеи сафлоровидной обусловлена наличием экидистероидов (полигидроксилированных стероидов), флаваноидов, танинов и др. [12]. Содержание экидистероидов на 97-99 % представлено высокоактивным экидистероном (синонимы: β -экидизон, 20-гидроксиэкидизон, 20-hydroxyecdysone, 20E) [13]. Экидистероиды участвуют в синтезе белка, взаимодействуя с ядерными рецепторами чувствительных клеток и запуская в работу процессы генной транскрипции. При этом происходит более эффективная трансформация энергии и протеина кормов на синтез мышечной ткани с отложением больших количеств пищевого белка².

По информации Н. П. Тимофеева [14], надземная масса левзеи сафлоровидной обладает богатым витаминным составом, содержит комплекс биологически активных веществ: 65 видов фитоэкидистероидов, 18 витаминов и витаминоподобных веществ, повышенные количества водорастворимых макроэлементов, Са, К, N, Na, Р и другие; 47 микроэлементов в оптимальных концентрациях, из них 15 – жизненно важных. Все это в комплексе стимулирует иммунную систему животных.

Цель исследований – изучить влияние скармливания разных доз ВТМ из зелёной массы левзеи сафлоровидной на трансформацию протеина и энергии в молочную продукцию коров.

Материал и методы. Научно-хозяйственный и физиологический опыты проводили в ООО «Русь» Пермского района Пермского края на коровах голштинизированной чернопестрой породы в период 12 дней до ожидаемого отёла и первые 30 дней лактации. Научно-хозяйственный опыт состоял из трёх периодов: уравнительный (15 дней), учетный (42 дня) и заключительный (по 305 день лактации) по схеме, представленной в таблице 1.

²Инструкция по использованию в животноводстве экидистероид содержащей биологически активной добавки «ЛЕВЗЕЯ САФЛОРОВИДНАЯ». С. 2. URL: https://leuzea.ru/pdf/leuzea_animals.pdf

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта (n = 10) /
 Table 1 – Scheme of scientific and economic experiment (n = 10)

Группа / Group	Продолжительность скармливания ВТМ, дни / VHF feeding duration, days	Условия кормления / Feeding conditions
Контрольная / Control	-	Основной рацион / Basic diet
Первая опытная / The first experimental	42	Основной рацион, в составе которого 4 % СВ концентратной части рациона заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной (0,4 кг ВТМ на голову в сутки) / BD in which 4 % of the DM (dry matter) concentrate part of the diet is replaced by DM VHF from <i>Rhaponticum carthamoides</i> (0.4 kg of VHF per head per day)
Вторая опытная / The second experimental	42	Основной рацион, в составе которого 10 % СВ концентратной части рациона заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной (1,0 кг ВТМ на голову в сутки) / BD in which 10 % of the DM concentrate part of the diet is replaced by DM VHF from <i>Rhaponticum carthamoides</i> (1.0 kg of VHF per head per day)

Содержание всех экспериментальных животных привязное. Опыт проводили по методике В. М. Кузнецова [15]. Для проведения опыта методом пар-аналогов было отобрано 30 сухостойных коров, из которых сформировали три группы по 10 голов в каждой. При подборе пар-аналогов учитывали линейную принадлежность, возраст в лактациях, живую массу и уровень молочной продуктивности за предыдущую лактацию.

Методикой исследований предусматривалось проведение физиологического опыта в ходе научно-хозяйственного.

Проводили полный зоотехнический анализ кормов испытываемых рационов экспериментальных животных. Рационы разрабатывали с учётом фактического качества кормов и были сбалансированы в соответствии с научно обоснованными нормами кормления³. Рацион коров контрольной группы в период раздоя из расчёта по СВ состоял: объёмистые корма – 58,7 %, концентрированные – 41,3 %. Из объёмистых кормов готовили кормосмесь (по СВ в %): сено – 3,80, сенаж – 14,00, силос – 23,50. В рационах коров первой и второй опытных групп 4 % (0,4 кг) и 10 % (1 кг) СВ концентратной части рациона было заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной.

Для производства ВТМ с сохранением питательных и биологически активных веществ в корме зеленую массу скашивали в фазу бутонизации (23 мая), измельчали (длина

частиц от 20 до 60 мм), сушили на аэрожолобе при температуре продуваемого воздуха 37-39 °С. Размол сухой массы осуществляли на ДКУ-03 с тониной помола 0,1-0,5 мм. Влажность травяной муки составляла 11,42 %.

С целью повышения сохранности каротина в травяной муке, в её состав добавляли 0,5 % (5 г на 1 кг ВТМ) пиросульфит натрия (консервант антиокислитель) [16].

Применяемые в практике животноводства дозы рапонтика (левзеи сафлоровидной) являются эмпирическими и составляют от 250 г до 1 кг в сутки на одну голову по сухому веществу. Общепринятые сроки уборки фитомассы характеризуются наибольшим выходом с единицы площади, но очень низким качеством по содержанию действующего вещества – 20-гидроксиэкдизона [17].

В наших исследованиях содержание биологически активного вещества (20-гидроксиэкдизона) в витаминно-травяной муке из левзеи сафлоровидной определяли в аналитической лаборатории института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) по методикам L. Dinan [18] и В. В. Пунегова [19]. Химический состав кормов и ВТМ из левзеи сафлоровидной определяли в аналитической лаборатории Пермского НИИСХ по общепринятой методике⁴ с использованием современного лабораторного оборудования: ИК-анализатор кормов SpectroStar 2600 XT-1, спектрофотометр Unico.

³Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. М., 2003. 456 с.

⁴Лебедев П. Т., Усович А. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1976. С. 150-223.

Молочную продуктивность подопытных коров учитывали индивидуально, методом контрольных доек, три раза в месяц с определением физико-химического состава молока: содержание жира, общего белка, лактозы, плотность, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) с использованием прибора «Эксперт Стандарт».

Расчёт энергетической ценности молока проводили по методике Л. К. Лепайыз⁵. Конверсию протеина и энергии из кормов рационов у всех экспериментальных животных определяли методом сопоставления их потребления и выхода в молоке коров.

Экспериментальные данные, полученные в опытах, обработали биометрически методами вариационной статистики по Н. А. Плохинскому (1969)⁶ и Е. К. Меркурьевой (1983)⁷ с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. При включении ВТМ из левзеи сафлоровидной в рационы коров опытных групп наблюдалось увеличение потребления ими объёмистых кормов. При учёте поедаемости кормов за учётный период (первые 30 дней лактации) установлено, что коровы первой и второй опытных групп потребили кормосмеси, состоящей из сена, силоса и сенажа, больше на 45 кг ($p < 0,01$) и 81 кг ($p < 0,01$) соответственно по сравнению с контрольной группой. Поэтому коровы опытных групп получили с кормами рациона больше сухого вещества. В поедаемости концентратов разницы между экспериментальными группами не установлено.

Проведение исследований химического состава ВТМ из зелёной массы левзеи сафлоровидной (табл. 2) показало, что содержание 20-гидроксиксидизона составляло 0,49 %, что говорит о высоком качестве кормовой фитодобавки.

По данным химического анализа, в СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной содержание сахара было на уровне $9,11 \pm 0,78$ % с диапазоном значений от 7,86 до 10,01 %. Содержание каротина отмечалось на уровне $120 \pm 5,20$ мг/кг с диапазоном значений от 61,00 мг/кг до 187,00 мг/кг.

Учёт молочной продуктивности коров проводили за первые 30 дней лактации и последствие эффективности скормливания ВТМ из левзеи сафлоровидной коровам опытных групп установлено за 305 дней лактации (табл. 3).

⁵Лепайыз Л. К. Оценка животных по эффективности конверсии корма в основные питательные вещества мясной продукции: методические рекомендации. М.: ВАСХНИЛ, 1983. 19 с.

⁶Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

⁷Меркурьева Е. К., Шангин-Березовский Г. Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 400 с.

Таблица 2 – Химический состав ВТМ из левзеи сафлоровидной (2018 г.) /
Table 2 – Chemical composition of VHF from *Rhaponticum carthamoides* (2018)

Показатель / Indicator	Сухое в-во, % / Dry matter, %	Сырой жир, % / Grude fat, %	Сырой протеин, % / Grude protein, %	Сырая клетчатка, % / Grude fiber, %	Сахар, % / Sugar, %	Кальций, г/кг / Calcium, g/kg	Фосфор, г/кг / Phosphorus, g/kg	Каротин, мг/кг / Carotene, mg/kg	Обменная энергия, МДж / Exchange energy, MJ	20-гидро- ксидизон, % / 20-hydro- xyecdysone, %
Среднее значение / Average value	88,58±2,76	2,54±0,13	16,23±1,03	25,35±3,15	9,11±0,78	0,96±0,09	0,62±0,04	120±5,20	9,83±0,54	0,49±0,05
Диапазон значений / Range of values	87,10-89,55	2,11-2,88	12,90-18,39	22,30-26,97	7,86-10,01	0,89-1,17	0,30-1,17	61-187	9,39-10,50	0,49
Норма в 1 кг сухого вещества / Standard in 1 kg of dry matter	90,00	-	19,00	23,00	-	-	-	150	10,00	0,25-0,45

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров и качество молока, полученного при скормливании ВТМ из зелёной массы лезвев сафлоровидной ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) /

Table 3 – Milk productivity of cows and milk quality obtained when feeding the VHF from the Rhaponticum carthamoides green mass ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	первая опытная / the first experimental	вторая опытная / the second experimental
Получено молока, кг/гол. / Milk received, kg / head			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	694,40±21,17	750,20±19,37*	793,60±19,34*
Разница, кг (d±m _d) / Difference, kg (d±md)	-	+55,80±4,90	+99,20±5,80
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	6032,80±468,84	6177,20±438,19	6337,40±406,35
Разница, кг (d±m _d) / Difference, kg (d±md)	-	+144,40±12,75	+304,60±19,47
Массовая доля жира в молоке, % / Mass fraction of fat in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	3,95±0,014	4,02±0,016*	4,01±0,012**
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,07±0,004	+0,06±0,003
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	4,02±0,04	4,04±0,05	4,04±0,05
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,02±0,003	+0,02±0,002
Молочный жир, кг / Milk fat, kg			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	27,43±0,42	30,16±0,29	31,82±0,36*
Разница, кг (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+2,73±0,04	+4,39±0,07
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	242,52±2,48	249,56±1,92	256,03±1,41
Разница, кг (d±m _d) / Difference, kg (d±md)	-	+7,04±0,39	13,51±0,76
Массовая доля белка в молоке, % / Mass fraction of protein in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	2,99±0,03	3,09±0,04*	3,12±0,02*
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,10±0,02	+0,13±0,02
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	3,08±0,03	3,19±0,04*	3,20±0,02*
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,11±0,02	+0,12±0,03
Молочный белок, кг / Milk protein, kg			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	20,76±0,05	23,18±0,09	24,76±0,11
Разница, кг (d±m _d) / Difference, kg (d±md)	-	+2,42±0,16	+4,00±0,18
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	185,81±1,48	197,05±2,15	202,80±1,84
Разница, кг (d±m _d) / Difference, kg (d±md)	-	+11,24±0,58	+16,99±0,46
Массовая доля лактозы в молоке, % / Mass fraction of lactose in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	4,28±0,15	4,36±0,18*	4,54±0,17**
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,08±0,02	+0,26±0,04
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	4,37±0,18	4,51±0,26	4,62±0,47
Разница, % (d±m _d) / Difference, % (d±md)	-	+0,14±0,01	+0,25±0,03

** Достоверно при $p < 0,01$; * достоверно при $p < 0,05$ / ** Significantly at $p < 0,01$; * Significantly at $p < 0,05$

Анализ надоя за первые 30 дней лактации установил, что при использовании в кормлении ВТМ из левзеи сафлоровидной от коров первой и второй опытных групп надоено молока с натуральной жирностью соответственно на 8,04 % ($p < 0,05$) и 14,29 % ($p < 0,05$) больше по сравнению с контролем. В результате, по сравнению с контрольными сверстницами, от коров 1-й и 2-й опытных групп получен больший валовой выход молочного жира (соответственно на $2,50 \pm 0,04$ и $4,28 \pm 0,07$ кг) и белка (на $2,54 \pm 0,16$ и $4,01 \pm 0,18$ кг).

Следует отметить, что при анализе биохимического состава молока установлено превосходство коров опытных групп по содержанию лактозы. Уровень лактозы был выше на 0,08 % абс. ($p < 0,05$) и на 0,26 % абс. ($p < 0,01$), соответственно по сравнению с животными контрольной группы. Это можно объяснить оптимизацией процесса молокообразования у коров, получавших ВТМ из левзеи сафлоровидной.

Повышение коэффициентов использования питательных веществ кормов – один из основных путей значительного увеличения продуктивности животных и увеличения производства продуктов животноводства. Комплексная оценка основных количественных и качественных данных продуктивности животных и использования питательных веществ кормов может быть осуществлена путем определения выхода пищевого белка, жира и энергии, а также расчета коэффициентов конверсии или трансформации питательных веществ корма в продукцию. Изучение вопросов трансформации протеина и энергии корма в продукцию следует считать надежным методом комплексной оценки количественных и качественных показателей молочной продуктивности животных [20].

Вследствие этого практическую ценность в нашем эксперименте представляют полученные результаты проведенного исследования по уровню влияния ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона на эффективность трансформации основных питательных веществ и энергии корма в молочную продукцию коров (табл. 4).

При повышении биологической полноценности рационов за счёт включения ВТМ из левзеи сафлоровидной в состав концентратной части у коров опытных групп отмечалось большее отложение белка в теле, т. к. рационы кормления животных опытных групп были

с более качественным протеином. Полагаем, что это будет способствовать меньшей потере живой массы животными в критический период физиологического цикла. Коровы первой и второй опытных групп, в первые 30 дней лактации имели большее отложение белка в теле в 1,50 и 2,00 раза соответственно по сравнению контрольной группой, что соответствует более положительному балансу азота в организме коров опытных групп.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что молоко коров опытных групп имело более высокую энергетическую ценность за счёт большего содержания белка, жира и лактозы. На содержание питательных веществ в молоке влияет качество кормов рациона и его переваримость. В наших исследованиях у коров опытных групп, получавших ВТМ, выявлены по сравнению с контролем более высокие коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рациона (рис.).

У коров опытных групп с получением большего надоя молока за первые 30 дней лактации наблюдалось снижение затрат питательных веществ на единицу произведённой продукции. У коров контрольной группы расход протеина на 1 кг молока был выше на 5,03 % абс. ($p < 0,05$), по сравнению с первой опытной группой и на 6,61 % абс. ($p < 0,05$) выше по сравнению с коровами второй опытной группы. Затраты энергии на 1 кг произведённого молока у коров контрольной группы были выше по сравнению с коровами первой и второй опытных групп, на 5,42 % ($p < 0,05$) и 8,55 % ($p < 0,01$) соответственно.

Наиболее объективную оценку трансформации питательных веществ кормов рациона в молочную продукцию коров дают показатели биоконверсии. Коэффициенты биоконверсии протеина в молоко у коров первой и второй опытных групп были выше на 2,98 % абс. ($p < 0,05$) и на 3,97 % абс. соответственно по сравнению с контролем. Затраты энергии, пошедшие на синтез молока, у коров контрольной группы были меньше, по сравнению с коровами первой и второй опытных групп, на 163,62 МДж и на 349,18 МДж ($p < 0,05$) соответственно, ввиду меньшего потребления ими количества кормосмеси в течение учётного периода. Коэффициенты биоконверсии энергии в молоко у коров первой и второй опытных групп были выше на 2,14 % абс. и на 3,71 % абс. ($p < 0,05$) соответственно по сравнению с коровами контрольной группы.

Таблица 4 – Трансформация протеина и энергии в молочную продукцию коров /
Table 4 – Transformation of protein and energy into dairy products of cows

Показатель / Indicator	Группы / Group		
	контрольная / control	первая опытная / the first experimental	вторая опытная / the second experimental
Получено молока за первые 30 дней лактации, кг/голову / Milk received for the first 30 days of lactation, kg / head	694,40±21,17	750,20±19,37*	793,60±19,34*
Расход за 30 дней лактации / Consumption for 30 days of lactation			
Обменной энергии, МДж / Exchange energy, MJ	6610,69±16,37	6774,31±29,71	6959,87±17,34*
Сырого протеина, кг / Crude protein, kg, в т. ч.: / including:	64,68±0,19	66,14±0,21	68,74±0,12
на молоко / per milk	64,60±0,18	66,02±0,20*	68,58±0,13
отложено в теле / deposited in the body	0,08±0,04	0,12±0,03**	0,16±0,07
Расход на 1 кг молока / Consumption per 1 kg of milk			
Протеина, г / Protein, g	93,03±3,12	88,00±2,58	86,42±2,96*
Энергии, МДж / Energy, MJ	9,52±0,44	9,03±0,35*	8,77±0,41**
Содержится в 1 кг молока / Contained in 1 kg of milk			
Протеина, г / Protein, g	29,90±0,10	30,90±0,05	31,20±0,11*
Энергии, МДж / Energy, MJ	2,99±0,07	3,03±0,12	3,08±0,04*
Содержится в молоке / Contained in milk			
Протеина, г / Protein, g	20,76±0,05	23,18±0,09	24,76±0,11
Энергии, МДж / Energy, MJ	2076,26±51,37	2273,11±29,14	2444,88±43,86
Коэффициент биоконверсии, % / Bioconversion coefficient, %			
Протеина (ККП) / Protein (ССР)	32,13±0,98	35,11±1,07*	36,10±1,12
Энергии (ККОЭ) / Energy (ККОЕ)	31,41±2,52	33,55±3,12	35,12±2,45*

** Достоверно при $p < 0,01$; * достоверно при $p < 0,05$ / ** Significantly at $p < 0.01$; * Significantly at $p < 0.05$

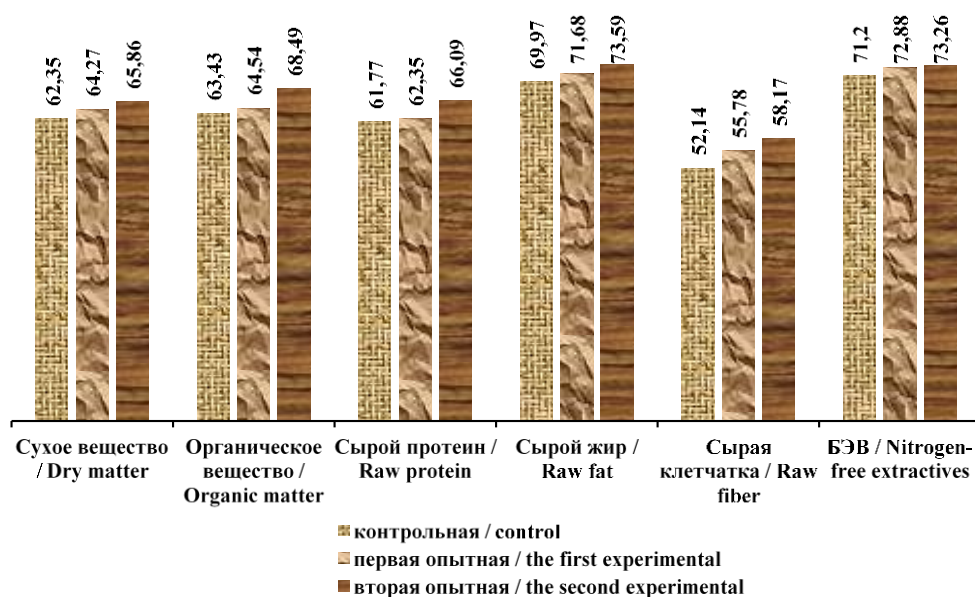


Рис. Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рационов при скармливании разных доз ВТМ из левзеи сафлоровидной, % /

Fig. Coefficients of digestibility of nutrients of feed rations when feeding different doses of VHF from Rhaponticum carthamoides, %

Закключение. Скармливание ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона коров опытных групп в дозах: первая опытная по 0,4 кг на голову (4 % от СВ концентратной части рациона), а вторая опытная – по 1,0 кг на голову (10 %) повышало поедаемость объёмистых кормов основной части рациона на 45 и 81 кг на голову за первые 30 дней лактации. Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о положительном влиянии на молочную продуктивность и качество молока при скармливании ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона.

Повышение биоконверсии питательных веществ кормов рациона способствует снижению их затрат на производство продуктов животноводства у коров опытных групп. Расход энергии, пошедший на синтез 1 кг

молока у коров первой и второй опытных групп был ниже на 5,42 % ($p < 0,05$) и 8,55 % ($p < 0,01$) соответственно по сравнению с контролем. По результатам полученных экспериментальных данных, коэффициенты биоконверсии протеина и энергии в молоко у коров опытных групп, при включении ВТМ из левзеи сафлоровидной в состав комбикормов и скармливание их в период 12 дней до отёла и первые 30 дней лактации, были выше по сравнению с коровами контрольной группы.

При определении дозировки ВТМ из левзеи сафлоровидной необходимо взять за основу, что наиболее эффективное использование протеина и энергии из питательных веществ испытываемого рациона в молочную продукцию наблюдалось у коров второй опытной группы, у которых в составе концентратной части рациона содержание ВТМ из левзеи сафлоровидной составляло 10 %.

Список литературы

1. Агеев И. М., Агеев Е. М., Васильев И. В., Кашеев А. В. Повышение эффективности выращивания зернобобовых в Оренбургской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010;(3):12-14. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15241249>
2. Ярмоц Л. П. Полноценное кормление высокопродуктивного молочного скота. Курган, 2002. 160 с.
3. Макарец Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: изд-во Н. Ф. Бочкаревой, 2007. С. 261-270.
4. Folman G. Performance, rumen and blood metabolites in high yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. Dairy Sc. 1981;64(5):759-760.
5. Мымрин В. С., Гридина С. Л., Гридин В. Ф. Результаты голштинизации черно-пёстрого скота в Уральском регионе. Генетика и разведение животных. 2014;(2):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24353810>
6. Морозков Н. А., Третьяков С. В., Волошин В. А. Система полноценного кормления черно-пёстрого скота на комплексах по производству молока, обеспечивающая повышение молочной продуктивности и улучшение качества молока. Пермь, 2015. 74 с.
7. Морозков Н. А., Суханова Е. В. Усовершенствованная система оценки качества кормов и кормовых добавок, влияющих на повышение продуктивности сельскохозяйственных животных. Пермь, 2020. 62 с. Режим доступа: http://www.cnsb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210424/0396468X.pdf
8. Морозков Н. А., Суханова Е. В., Завьялова Н. Е. Качество объёмистых кормов в Пермском крае и пути его повышения. Пермский аграрный вестник. 2020;(4):59-69. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_59
9. Ивановский А. А. Иммуностимуляторы и их роль в повышении резистентности животных к болезням. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2005. 68 с.
10. Постников Б. А. О некоторых проблемах изучения и внедрения в производство новых кормовых фитогормонных растений в Сибири. Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве: тез. докл. научн. конф. Киров, 6-7 октября 1998 г. Киров, 1998. С. 70-71.
11. Волошин В. А., Матолинец Д. А., Морозков Н. А., Майсак Г. П. Роль левзеи сафлоровидной в кормлении молочных коров. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019;49(5):52-60. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-7>
12. Латушкина Н. А., Ивановский А. А., Тимкина Е. Ю. Исследование химического состава и токсических свойств фитокомплекса, содержащего биологически активные вещества. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(4):58-62. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/148>
13. Биндасова Т. Н., Тимофеев Н. П. Морфологические параметры, продуктивность и динамика экистероидов у *Rhaponticum carthamoides* в возрасте 1-28 лет. Перспективы развития и проблемы современной ботаники: мат-лы IV (VI) Всеросс. молодёж. конф. с участием иностранных учёных. Новосибирск, 2018. С. 43-46. Режим доступа: https://leuzea.ru/sciens/190-productivity_ecdysteroids_in_leuzea_aged_1-28.pdf
14. Тимофеев Н. П. Накопление и изменчивость содержания экистероидов в лекарственном сырье левзеи сафлоровидной. Сельскохозяйственная биология. 2009;44(1):106-117. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11845573>
15. Кузнецов В. М. Основы научных исследований в животноводстве. Киров, 2006. 568 с.
16. Костомахин Н., Иванов А. Травяная мука – белковый и витаминный корм. Комбикорма. 2013;(6):71-73. Режим доступа: <https://kombi-korma.ru/2/0613.htm>

17. Тимофеев Н. П. Новая технология и производственная эффективность высококачественного сырья рапонтника сафлоровидного. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: матер. III междунар. симпозиума. Москва – Пушкино, 1999. Т. 3. С. 465–467. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32412631>
18. Dinan L., Harmatha J., Lafont R. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. *Journal of Chromatogr A*. 2001;935(1-2):105-123. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00992-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00992-X)
19. Пунегов В. В., Савиновская Н. С. Метод внутреннего стандарта для определения экидистероидов в растительном сырье и лекарственных формах с помощью ВЭЖХ. *Растительные ресурсы*. 2001;37(1):97-102. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26647074>
20. Гатауллин Н. Г. Потребление и характер использования энергии корма при включении в рацион коров Биодарина. Состояние и перспективы производства высококачественной продукции сельского хозяйства: мат-лы IV Всеросс. научн.-практ. конф. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 26-27.

References

1. Ageev I. M., Ageev E. M., Vasil'ev I. V., Kashcheev A. V. *Povyshenie effektivnosti vyrashchivaniya zernobobovykh v Orenburgskoy oblasti*. [Increasing the efficiency of pulse crops growing in the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2010;(3):12-14. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15241249>
2. Yarmots L. P. *Polnotsennoe kormlenie vysokoproduktivnogo mo-lochnogo skota*. [Full-fledged feeding of highly productive dairy cattle]. Kurgan, 2002. 160 p.
3. Makartsev N. G. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. [Kormlenie farm animals]. Kaluga: izd-vo N. F. Bochkarevoy. 2007. pp. 261-270.
4. Folman G. Performance, rumen and blood metabolites in high yielding cows feed varying protein percents and protected soybean. *Dairy Sc*. 1981;64(5):759-760.
5. Mymrin V. S., Gridina S. L., Gridin V. F. *Rezultaty gol'shtinizatsii cherno-pestrogo skota v Ural'skom regione*. [Findings gol'shtinizatcii black and white cattle in the Urals region]. *Genetika i razvedenie zhivotnykh = Genetics and breeding of animals*. 2014;(2):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24353810>
6. Morozkov N. A., Tret'yakov S. V., Voloshin V. A. *Sistema polnotsennogo kormleniya cherno-pestrogo skota na kompleksakh po proizvodstvu moloka, obespechivayushchaya povyshenie molochnoy produktivnosti i uluchshenie kachestva moloka*. [The system of full-fledged feeding of black-and-white cattle at milk production complexes, providing an increase in milk productivity and improving the quality of milk. Scientific and methodological publication]. Perm', 2015. 74 p.
7. Morozkov N. A., Sukhanova E. V. *Usovershenstvovannaya sistema otsenki kachestva kormov i kormovykh dobavok, vliyayushchikh na povyshenie produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. [Improved system for assessing the quality of feed and feed additives that affect the increase in productivity of agricultural animals]. Perm', 2020. 62 p. URL: http://www.cnsnb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210424/0396468X.pdf
8. Morozkov N. A., Sukhanova E. V., Zav'yalova N. E. *Kachestvo ob'emistykh kormov v Permskom krae i puti ego povysheniya*. [Quality of bulk feed in the Perm krai and ways to improve it]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2020;(4):59-69. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_59
9. Ivanovskiy A. A. *Immunostimulyatory i ikh rol' v povyshenii rezistentnosti zhivotnykh k boleznyam*. [Immunostimulants and their role in increasing the resistance of animals to diseases]. Kirov: Zonal'nyy NIISKh Severo-Vostoka, 2005. 68 p.
10. Postnikov B. A. *O nekotorykh problemakh izucheniya i vnedreniya v proizvodstvo novykh kormovykh fitoestrogennykh rasteniy v Sibiri*. [On some problems of the study and introduction into production of new fodder phytoestrogenic plants in Siberia]. *Teoriya i praktika ispol'zovaniya biologicheskii aktivnykh veshchestv v zhivotnovodstve: tez. dokl. nauchn. konf. Kirov, 6-7 oktyabrya 1998 g.* [Abstracts of the scientific conference Kirov, October 6-7, 1998 Theory and practice of the use of biologically active substances in animal husbandry]. Kirov, 1998. pp. 70-71.
11. Voloshin V. A., Matolinets D. A., Morozkov N. A., Maysak G. P. *Rol' levzei saflorovidnoy v kormlenii molochnykh korov*. [The role of rhaponticum carthamoides in feeding of dairy cows]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nayki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2019;49(5):52-60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-7>
12. Latushkina N. A., Ivanovskiy A. A., Timkina E. Yu. *Issledovanie khimicheskogo sostava i toksicheskikh svoystv fitokompleksa, sodержashchego biologicheskii aktivnye veshchestva*. [Study of chemical composition and toxic properties of phytocomplex containing biologically active substances]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(4):58-62. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/148>
13. Bindasova T. N., Timofeev N. P. *Morfologicheskie parametry, produktivnost' i dinamika ekdisteroidov u Rhaponticum carthamoides v vozraste 1-28 let*. [Morphological parameters, productivity and dynamics of ecdysteroids in Rhaponticum carthamoides at the age of 1-28 years]. *Perspektivy razvitiya i problemy sovremennoy botaniki: mat-ly IV (VI) Vseross. molodezh. konf. s uchastiem inostrannykh uchenykh*. [Prospects of development and problems of modern botany: Proceedings of the IV (VI) All-Russian Youth Conference with Foreign Scientists Participation]. Novosibirsk, 2018. pp. 43-46. URL: https://leuzea.ru/sciens/190-productivity_ecdysteroids_in_leuzea_aged_1-28.pdf
14. Timofeev N. P. *Nakoplenie i izmenchivost' sodержaniya ekdi-steroidov v lekarstvennom syr'e levzei saflorovidnoy*. [Accumulation and variability of the ecdysteroids content in medicinal raw material of Rhaponticum carthamoides]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2009;44(1):106–117. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11845573>
15. Kuznetsov V. M. *Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve*. [Fundamentals of scientific research in animal husbandry]. Kirov. 2006. 568 p.

16. Kostomakhin N., Ivanov A. *Travyanaya muka – belkovyy i vitaminnyy korm*. [Herbal flour-protein and vitamin feed]. *Kombikorma*. 2013;(6):71-73. (In Russ.). URL: <https://kombi-korma.ru/2/0613.htm>
17. Timofeev N. P. *Novaya tekhnologiya i proizvodstvennaya effektivnost' vysokokachestvennogo syr'ya rapontika saflorovidnogo*. [New technology and production efficiency of high-quality plant raw materials raphanoides]. *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh prakticheskogo ispol'zovaniya: mater. III mezhdunar. simpoziuma*. [New and non-traditional plants and prospects for their practical use: Proceedings of the 3th International symposium]. Moskva – Pushchino. 1999. Vol. 3. Pp. 465-467. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32412631>
18. Dinan L., Harmatha J., Lafont R. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. *Journal of Chromatogr A*. 2001;935(1-2):105-123. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00992-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00992-X)
19. Punegov V. V., Savinovskaya N. S. *Metod vnutrennego standarta dlya opredeleniya ecdisteroidov v rastitel'nom syr'e i lekarstvennykh formakh s pomoshch'yu VEZhKh*. [Method of the internal standard for the determination of ecdysteroids in plant raw materials and medicinal forms using HPLC]. *Rastitel'nye resursy*. 2001;37(1):97-102. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26647074>
20. Gataullin N. G. *Potreblenie i kharakter ispol'zovaniya energii korma pri vklyuchenii v ratsion korov Biodarina*. [Consumption and nature of the use of feed energy when included in the diet of cows Biodarin]. *Sostoyanie i perspektivy proizvodstva vysokokachestvennoy produktsii sel'skogo khozyaystva: mat-ly IV Vseross. nauchn.-prakt. konf.* [State and Prospects for the Production of High-Quality Agricultural Products: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference]. Ufa: *Bashkirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet*, 2015. pp. 26-27.

Сведения об авторах

✉ **Морозков Николай Александрович**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3454-7843>, e-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Терентьева Людмила Сергеевна, кандидат с.-х. наук, заведующая лабораторией биологически активных кормов, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3958-1717>

Суханова Елена Валерьевна, младший научный сотрудник лаборатории биологически активных кормов, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, 614532, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0419-1126>

Волошин Владимир Алексеевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8213-7419>

Information about the authors

✉ **Nikolay A. Morozkov**, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, the Laboratory of Agricultural Technologies, Perm Agricultural Research Institute – branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3454-7843>, e-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Lyudmila S. Terentyeva, PhD in Agricultural sciences, Head of the Laboratory of Biologically Active Feed, Perm Agricultural Research Institute -branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3958-1717>

Elena V. Sukhanova, post-graduate student, Junior researcher, the Laboratory of Biologically Active Feed, Perm Agricultural Research Institute - branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0419-1126>

Vladimir A. Voloshin, DSc in Agricultural sciences, chief researcher, the Laboratory of Agricultural Technologies, Perm Agricultural Research Institute - branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8213-7419>

✉ – Для контактов / Corresponding author