Родионов Юрий Викторович – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов, rodionow.u.w@rambler.ru.

Никитин Дмитрий Вячеславович – кандидат технических наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов, e-mail: dmitryndv@gmail.com.

Author credentials

Affiliations

Sergeev Kirill – Senior lecturer of Educational Institution “Belarusian State Agrarian Technical University”, Republic of Belarus, Minsk, e-mail: 13nuke@mail.ru.

Bondar Natalia – Candidate of Chemical Sciences, Supervisor of Research Analytical Laboratory of Educational Institution “Belarusian State Agrarian Technical University”, Republic of Belarus, Minsk, e-mail: bondarnf@mail.ru.

Dechko Mihail – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Engineer of JSC “LMZ Universal”, Republic of Belarus, Soligorsk, e-mail: mdechko@rambler.ru.

Rodionov Yury – Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov, e-mail: rodionow.u.w@rambler.ru.

Nikitin Dmitry – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov, e-mail: vacuum2008@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 10.02.2021 Принята к публикации (Accepted): 31.05.2021

УДК 636.087.7:[636.2:612.12]

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-3-119-128

ВЛИЯНИЕ РАЦИОНА, СОДЕРЖАВШЕГО КОНЦЕНТРАТ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА, НА ПОКАЗАТЕЛИ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА В КРОВИ КОРОВ

¹Милушев Ринат Келимулович

¹Жариков Вадим Сергеевич

¹Шулаев Геннадий Михайлович

¹Доровских Владимир Иванович

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Кормовая ценность современных балансирующих концентратов, предназначенных для кормления коров, основывается на сочетании энергии, легко усваиваемого протеина и современных биологически активных веществ. Предложен концентрат для балансирования рационов кормления коров с использованием компонента из экструдированных полножирных льняных семян. В состав концентрата включены биологически активные вещества: витамин Е, органические формы микроэлементов селена и йода. Изучено влияние рациона, составом, масс. %: семена полножирного льна экструдированные – 70; кукурузная дерть экструдированная – 29.83; витамин Е (50%) – 0,007; селено Ки (0,25%) – 0,007; ОМЭК - J (2.5%) – 0,003; соль поваренная – 0,153, на обмен азотистых веществ и продуктивность при раздое коров. Концентрат исследовали на двух группах (по 5 гол.) коров-аналогов черно-пестрой голштино - фризской породы. Контрольная группа получала хозяйственный рацион, опытная – помимо него кормовой концентрат в количестве 650 г на голову в сутки. У животных из опытной группы содержание общего белка в сыворотке крови находилось в пределах 88-89 г/л, а отношение альбуминов к глобулинам (коэффициент А/Г) было оптимальное - 0,50 и 0,58. Наличие в крови большого количества мочевины и глюкозы (3,72 – 4,22 ммоль/л; 2,40 – 2,70 ммоль/л) свидетельствовало о том, что у них активно протекали синтетические процессы, связанные с лактацией.

Интенсивными были окислительно-восстановительные процессы, на что указывало высокое содержание гемоглобина в крови: 113 -134 г/л. Для объективной оценки массива данных, полученных при биохимических исследованиях крови, использован интегральный показатель - обобщенная «функция желательности» Харрингтона. Продуктивность животных из опытной группы была на 6,75 кг молока выше, чем в контрольной (20,4%). Пищевая ценность была высокой, оно содержало 3,12% белка и 3,64% жира. По полученным результатам экспериментальный балансирующий концентрат и рацион, содержащий его, оказывают благоприятное влияние на обмен азотистых веществ и продуктивность коров.

Ключевые слова: кормовой концентрат, лен, азотистый обмен, показатели крови, микроэлементы, показатель «желательности», молочная продуктивность.

EFFECTS OF A DIET CONTAINING FLAX SEED CONCENTRATE ON INDICATORS OF NITROGEN EXCHANGE IN THE BLOOD OF COWS

¹Milushev Rinat

¹Zharikov Vadim

¹Shulaev Gennady

¹Dorovskikh Vladimir

¹All-Russian Scientific and Research Institute of Use of Techniques and Oil Products in Agriculture

Abstract. The nutritional value of modern balancing concentrates for cow feeding is based on a combination of energy, easily digestible protein and modern biologically active substances. A concentrate is proposed for balancing the rations of feeding cows using a component from extruded full-fat flaxseeds. Biologically active substances: vitamin E, organic forms of microelements selenium and iodine are included in the concentrate. Influence of the diet, composition, wt.%: Extruded full fat flax seeds - 70; extruded corn pulp - 29.83; vitamin E (50%) - 0.007; Seleno Ki (0.25%) - 0.007; OMEC - J (2.5%) - 0.003; table salt - 0.153, on the metabolism of nitrogenous substances and productivity when milked cows were studied. The concentrate was studied on two groups (5 animals each) of cows-analogs of the black-and-white Holstein-Friesian breed. The control group received a household ration, the experimental group - in addition to it, feed concentrate in the amount of 650 g per head per day. The content of total protein in blood serum was in the range of 88-89 g / l, and the ratio of albumin to globulins (A / G ratio) was optimal - 0.50 and 0.58 in animals from the experimental group. The presence in the blood of a large amount of urea and glucose (3.72 - 4.22 mmol / l; 2.40 - 2.70 mmol / l) indicated that they were actively involved in synthetic processes associated with lactation. Redox processes were intense, as indicated by the high content of hemoglobin in the blood: 113 -134 g / l. The integral indicator - the generalized "desirability function" of Harrington was used for an objective assessment of the data set obtained in biochemical blood tests. The productivity of animals from the experimental group was higher than in the control group (20.4%) by 6.75 kg. The nutritional value was high, with 3.12% protein and 3.64% fat. According to the results obtained, the experimental balancing concentrate and the diet containing it have a beneficial effect on the metabolism of nitrogenous substances and the productivity of cows.

Keywords: fodder concentrate, fullfat flax, nitrogenous exchange, blood indicators, microelements, "desirability" indicator, dairy efficiency.

Введение. Основным резервом роста эффективности производства молока является обеспечение качества технологических процессов, что позволит повысить уровень использования биологического потенциала животных [8]. В практике кормления дойных коров особо выделяются первые 100 дней лактации, так как на этот период приходится 40-45 % молочной продуктивности. Она на 60% зависит от кормления и на 20% от уровня племенной работы, все остальное определяют условия содержания [2]. Кормление лактирующих коров значительно отличается от кормления сухостойных [15].

Одной из главных особенностей современного молочного скотоводства является доминирование технологических и экономических требований над биологическими потребностями животного. Цель такого подхода – быстрое достижение прибыли при минимальных затратах. Это противоречие можно гармонизировать использованием

высококачественных кормовых рационов. Балансирование таких рационов можно обеспечить с помощью кормовых добавок или концентратов, повышающих усвоение кормов. Полезные свойства таких добавок, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты, белки, полисахариды, флавоноиды, антиоксиданты, витамины, микроэлементы, играющие определяющую роль в обмене веществ и в синтезе ряда новых в организме, не вызывают сомнения [1,4,12,13,25,28]. Они могут также проявлять антибиотические свойства [26].

В этой области проблемой является небольшой ассортимент специализированных добавок из доступного растительного сырья с высоким содержанием энергии и биологически ценных веществ, предназначенных для крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. Зачастую в них используются или труднодоступные вещества, или находящиеся в форме, которая плохо усваивается и трансформируется в ценные питательные элементы и продукцию организмом животных. Не применяется принцип синергизма при создании рецептов добавок. Весьма сложны их состав и технология изготовления. Мало используются новейшие кормовые средства.

Семена полножирного льна являются кормом, который стал использоваться в кормлении молочного скота недавно. Они богаты белком, полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), в том числе линолевой (омега -6), линоленовой (омега-3). Содержат до 10% слизистых веществ, которые образуют в воде клейкую слизь. Под ее влиянием в рубце жвачных животных дольше задерживается химус, обеспечивая лучшие условия для преобразования содержимого рубца микробами [11, 23, 25, 28].

Льняное семя является лучшим естественным источником селена [23]. Использование селеноорганических соединений способствует увеличению продуктивности животных, нормализации обмена веществ в их организме, снижает окислительные процессы в периоды напряженного физиологического состояния. Ценное свойство селена - его способность поддерживать активность витамина Е. Это важнейший предшественник компонентов молока, играет ведущую роль в обмене липидов, предохраняет полиненасыщенные жирные кислоты от разрушения [13].

Селен является синергистом йода. Обогащение рационов и, как следствие, молока йодом нормализует функции щитовидной железы, энергетический обмен, укрепляет иммунитет. Установлено, что полноценное функционирование йода в организме затруднено при дефиците селена. В России разработан комплексный препарат йода — ОМЭК-Й. Йод в нем представлен ковалентным соединением с белковой частью биомассы хлебопекарных дрожжей. В таком виде он устойчив к воздействию внешних факторов и не разрушается в процессе производства корма и при хранении, что свойственно его неорганическим соединениям. Доказано, что применение препарата повышает продуктивность коров [3].

Цель работы заключалась в установлении влияния рациона, содержавшего экспериментальный концентрат, предназначенный для повышения молочной продуктивности, при его использовании в начальной стадии лактации коров.

Материалы и методы исследования. Разработан состав кормового концентрата из природных компонентов и современных биологически активных веществ, которые могут изменять у животных обмен веществ, обеспечивая повышение продуктивности. Состав экспериментального концентрата, мас. %: семена полножирного льна экструдированные — 70; кукурузная дерть экструдированная— 29.83; витамин Е (50%) — 0,007; селено Ки (0,25%) — 0,007; ОМЭК - Й (2.5%) — 0,003; соль поваренная — 0,153. Все компоненты стандартизированы в соответствии с требованиями Российского законодательства и разрешены для использования в животноводстве.

Проведены производственные испытания концентрата на двух группах (по 5 гол.) коров черно-пестрой голштинской породы. Контрольная группа получала комбикорм, используемый в хозяйстве, опытная — такой же комбикорм, но содержащий кормовой концентрат в количестве 650 г на голову в сутки. Рацион животных, участвовавших в эксперименте, по содержанию питательных веществ и их соотношению соответствовал рекомендованным нормам кормления для коров живой массой 600 кг и среднесуточным удоем 25-30 кг молока [2,17]. Исследования проводились в условиях зимне-стойлового содержания на фоне сложившегося в хозяйстве рациона кормления. Коровы получали 2,5 кг комбикорма, сено кострово-люцерновое в количестве 1 кг, сенаж люцерновый — 5 кг, силос кукурузный — 21 кг, жом сырой — 7 кг. Состав комбикорма был, %: пшеница-20, ячмень — 6,7; кукуруза- 26,7; шрот подсолнечный - 20,0; шрот рапсовый -

13,3; шрот соевый-13,3; энергетическая кормовая добавка «Каустарт» - 0,008. В 1 кг он содержал 11,4 МДж Обменной энергии и 19,1 % переваримого протеина. Условия содержания подопытных животных были одинаковые: кормление два раза, поение из автопоилок. Опыт продолжался 58 дней. Для оценки молочной продуктивности и качества молока проводили еженедельные контрольные доения. От каждого животного отбиралось по 3 образца для анализа. Анализ молока проводили в ООО «Центр сертификации» Тамбовской области и Лаборатории селекционно-генетического контроля ФГБНУ ВНИИТиН.

Обменные процессы в организме животных изучались путем определения основных показателей азотистого обмена. Для этого в начале и конце эксперимента были взяты образцы крови из хвостовой вены, через 3 часа после утреннего кормления. Использовались вакуумные пробирки. Консервант – ЭДТА. Анализ количества общего белка, его фракций, мочевины, кальция и фосфора, концентрацию глюкозы и гемоглобина – проводили по общепринятым методикам в цельной крови. Активность ферментов аспартат аминотрансферазы (АСТ), аланин аминотрансферазы (АЛТ), гаммаглутамил трансферазы (ГГТ) определяли с помощью биохимического анализатора Sapphir 400 (Hirose Electronic System, Япония). Для установления нормальных интервалов показателей крови пользовались сведениями, которые приводятся в современной научной литературе [5,6,16,29,30]. В основу интерпретации результатов были положены следующие принципы: учет породности, стадии лактации, продолжительность наблюдений, одинаковые методы определения и единицы измерений полученных показателей.

Для объективной оценки массива данных, полученных при биохимических исследованиях крови, использовался интегральный показатель, который дополнял характеристику биохимических процессов, происходивших в организме животных. Для этого была использована обобщенная «функция желательности» Харрингтона [27]. В основе построения обобщенной функции лежит идея преобразования полученных значений показателей свойств (в различных единицах измерения) в единую безразмерную числовую шкалу желательности с фиксированными границами от 0 до 1 и последующего отображения частных количественных шкал в обобщенные шкалы критериев качества. Это даёт возможность не только оценить абсолютные величины показателей, но и выявить, насколько они близки к области ухудшения, руководствуясь строгими интервальными диапазонами: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от 0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,00 («отлично»). В дополнение к простому сравнению, параметры системы показателей были пересчитаны в числовые значения. Последние были использованы для получения общего коэффициента. Это дало возможность объективно оценить различные процессы и облегчить их сравнение. Цифровой материал исследований был обработан с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными признавались различия при значимости $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Оптимальный менеджмент на ферме по производству молока помогает устанавливать нарушения в обмене веществ у животных еще в субклинической стадии, дает возможность сохранять здоровье животных и получать качественную продукцию. Это положительно скажется на финансовых результатах работы [14].

Количество общего белка и альбуминов у животных из обеих групп находилось у верхней границы нормы: 90-88 г/л и 38-37 г/л. Е.В. Громыко, П.А. Фоменко с соавт. сообщают и о более высоких значениях этих показателей [5,24]. О высоких значениях общего белка в крови черно-пестрых голштинизированных коров (93,6-95,8 г/л) сообщают и Л.В. Романенко с соавт., Г.А. Горошникова с соавт. [14,18]. Полученные нами данные сопоставимы с результатами этих исследователей. Концентрация общего белка в крови, взятой от коров из опытной группы, была ниже аналогичного показателя в контрольной группе на 2,3%.

Количество глобулинов в крови у коров из опытной группы было выше норматива. У животных из обеих групп было ниже нормы содержание в крови α -глобулиновой фракции белков. Это было связано со снижением их синтеза клетками печени [20]. Остальные фракции (β и γ) были в пределах нормы. По содержанию в крови γ -глобулиновой фракции коровы из опытной группы опережали контрольных на 3,6%.

Мочевина является главным продуктом обмена белков. Она образуется в печени. Количество мочевины в крови у животных из обеих групп было в пределах нормы: 3,51-3,72 ммоль/л. По ее концентрации в крови опытные животные опережали контрольных на 6%. Отношение А/Г было высоким в обеих группах и укладывалось в норматив: 0,58-0,62 [5]. Однако у животных из опытной группы оно было на 6,5% ниже.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови коров, (n=5)

Показатели	Нормы [5-7]	В начале опыта		В конце опыта	
		Группы		Группы	
		Контрольная	Опытная	Контрольная	Опытная
Общий белок, г/л	70-92	90,00±2,72	88,00±3,26	88,00±3,10	89,00±2,13
Альбумины, г/л	25-36	38,00±1,14	37,00±0,84	28,85±2,68	29,80±3,18
Глобулины, г/л	40-63	61,08±3,52	64,37±2,76	58,75±5,09	59,40±5,04
Глобулины, %:					
α	12-20	11,98±1,30	10,52±0,56	13,91±0,99	13,74±1,51
β	10-15	12,38±1,13	14,98±3,02	12,78±0,95	13,34±1,01
γ	25-40	39,59±3,10	41,01±3,08	39,38 ±4,34	39,18±4,41
Отношение А/Г	0,4-0,8	0,62	0,58	0,49	0,50
Мочевина, мм/л	2,4-7,5	3,51 ±0,17	3,72±0,16	3,91±0,05	4,22±0,11
АСТ, ед/л	46-108	174,00 ±7,44	189,00 ±22,89	115,00 ±8,28	103,00 ±7,14
АЛТ, ед/л	12-35	32,00 ±2,51	40,00 ±3,93	35,00 ±4,51	30,00 ±2,16
ГГТ, ед/л	7-48	36,00 ±5,97	31,00 ±3,48	28,00 ±1,87	35,00 ±2,37*
Гемоглобин, г/л	84-122	117,00 ± 2,01	113,00 ± 2,72	129,00 ± 3,81	134,00 ± 5,49
Глюкоза, мм/л	1,6–4,2	3,70 ± 0,04	2,70 ± 0,07	2,30 ± 0,09	2,40 ± 0,08

*P<0,05

Интенсивность обменных процессов в организме животного определяется активностью его ферментов. Трансаминазы – аспарагиновая и аланиновая (АСТ и АЛТ: КФ 3.1.3.1) выполняют в нем важную роль. Исследование активности этих ферментов помогает оценить синтетическую функцию печени. Процесс переаминирования способствует образованию тех аминокислот, которых не хватает в рационе, что является показателем интенсивности метаболизма белков в организме. Аминотрансферазы (АСТ и АЛТ) принимают активное участие в азотистом обмене, осуществляя связь через кетоглутаровую, щавелевоуксусную и пировиноградную кислоты между белковым, углеводным и жировым обменами.

Начало лактации характеризовалось высокой активностью ферментов переаминирования в крови животных из обеих групп. По активности в крови АСТ и АЛТ коровы из опытной группы превосходили контрольных. Значения активностей этих ферментов у них были выше нормы. О высоких значениях активности в крови коров этих ферментов в начале лактации сообщают О.А. Слесарева с соавт., Г.А. Горошникова, В.И. Еременко с соавт. [4, 9, 22]. Полученные нами значения вполне сопоставимы с данными этих исследователей.

По активности в крови гаммаглутамилтрансферазы (ГГТ) коровы из опытной группы на 14% уступали контрольным. ГГТ: синоним — гамма-глутамилтранспептидаза, ГГТП, (КФ 2.3.2.2.). Фермент, который катализирует перенос гамма-глутамилового остатка с гамма-глутамилового пептида на аминокислоту или другой пептид. Этот процесс характеризует направленность обмена белков в организме. Снижение активности ГГТ в крови у опытных животных свидетельствовало о ухудшении обмена белков у них в печени [21].

Количество гемоглобина в крови соответствовало норме в обеих группах. Однако животные из опытной группы отличались от контрольных пониженным на 3,5% его количеством. У коров из опытной группы в начале опыта количество глюкозы в крови на 27% было ниже, чем у контрольных. Ее значение находилось у верхней границы нормы. В целом у коров из обеих групп большая часть изучаемых показателей находилась в пределах физиологической нормы и соответствовала начальной стадии лактации [5-7].

В начале лактации картина биохимических процессов, обеспечивавших в рамках гомеостаза, обмен азотистых веществ в организме у опытных коров, характеризовалась следующими особенностями. В крови этих животных было повышено содержание общего белка и мочевины. Понижен уровень α -глобулинов и глюкозы. Повышенное количество мочевины, пониженный уровень глобулинов и глюкозы свидетельствовали о не оптимальном соотношении энергии и протеина в рационе. Отмечавшаяся высокая активность аминотрансфераз свидетельствовала о

преобладании у животных из опытной группы процесса переаминирования, направленного в рассматриваемом случае на восполнение недостатка энергии за счет распада аминокислот [19]. Меньшее по сравнению с контролем количество гемоглобина у них в крови говорило о снижении интенсивности окислительно-восстановительных процессов. Поэтому по нашему мнению коровы из опытной группы испытывали не оптимальную метаболическую нагрузку на фоне интенсивного расхода питательных веществ из собственного тела для синтеза компонентов молока даже при потреблении качественного рациона. Такой вывод подтверждается рассчитанной «функцией желательности» Харрингтона.

Таблица 2 – Показатель «желательности» Харрингтона

Группа	Обобщенный показатель желательности	
	Биохимический анализ крови в начале опыта	Биохимический анализ крови в конце опыта
Контрольная	0,4125	0,6122
Опытная	0,3131	0,6337

Анализ таблицы 2 показывает, что в начале опыта, по обобщенному параметру «желательности», биохимические показатели крови от коров из контрольной группы были лучше, чем от опытной: $0,4125 > 0,3131$ и находились в интервальном диапазоне от 0,37 до 0,63 – «удовлетворительно».

В конце опыта количество общего белка в крови у животных из опытной группы по-прежнему было высоким: 89 г/л. Концентрации альбуминов и глобулинов в крови у коров опытной группы была в пределах нормы [6]. У коров из контрольной группы достоверно снизилось к концу опыта содержание в крови альбуминов ($P < 0,05$). По количеству общего белка в крови опытные коровы опережали контрольных на 1,1%, а по количеству мочевины на 7,9%. К концу опыта количество мочевины в крови от опытных животных достоверно увеличилось ($P < 0,05$). По количеству фракций глобулинов, содержащихся в крови контрольных и опытных коров, разницы не установлено. Отношение А/Г у животных из обеих групп было в пределах нормы, но снизилось по отношению к началу лактации. Такие изменения были связаны с интенсивной лактацией [10,19].

В крови животных из опытной группы снизилась до нормальных значений активность АСТ на 10,4%, ($P < 0,01$) и АЛТ на 14,3% ($P > 0,05$). У них в крови повысилась на 25% активность ГГТ. Разница между животными из опытной и контрольной групп по этому показателю была достоверной ($P < 0,05$). Снижение уровня АСТ было связано с одной стороны с увеличенной продолжительностью жизни клеток печени [1]. С другой стороны – ослаблением интенсивности процесса переаминирования. Об этом свидетельствовала повышенная активность фермента ГГТ, которая была направлена на удовлетворение пластических потребностей организма [21]. Животные из опытной группы отличались повышенным на 3,9% по сравнению с контролем уровнем гемоглобина. Количество этого метаболита в крови контрольных и опытных животных соответствовало норме и достоверно ($P < 0,01$; и $P < 0,05$) увеличилось в конце опыта. Все эти факты свидетельствовали о том, что в конце опыта обмен азотистых веществ и окислительно-восстановительные процессы у этих животных стали более оптимальными чем у контрольных. Такой вывод подтверждается и обобщенным показателем желательности. У опытной группы он стал выше: $0,6337 > 0,6112$ и находился в интервальном диапазоне от 0,63 до 0,8 – «хорошо».

Молочная продуктивность животных из опытной группы была на 6,75 кг выше, чем в контрольной (20,4%). Пищевая ценность молока животных, получавших в составе рациона концентрат, была высокой. В нём содержалось 3,12% белка и 3,64% жира.

Заключение. Использование в составе комбикорма в течение 58 дней концентрата, в количестве 650 г на голову в сутки, содержащего комплекс энергетических и биологически активных веществ, оказало благоприятное влияние на обмен азотистых веществ и его направленность в организме коров. Концентрат содержит оптимальные количества растительных компонентов, биологически активных веществ, в нем отсутствуют антипитательные факторы. Он обеспечивает сбалансированное кормление коров и повышает их молочную продуктивность. Поэтому такое кормовое средство может успешно использоваться в кормлении высокопродуктивного молочного скота.

Список литературы

1. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Рыков Р.А. Особенности обменных процессов в организме коров с использованием в рационах комплекса дополнительного питания // Генетика и разведение животных. – 2019. – №4. – С. 92-97.
2. Буряков Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота. – М. : Проспект, 2009. – 416 с.
3. Быкова Е.В., Коробов А.П., Гуменюк А.П. Влияние органического микроэлементного комплекса йода ОМЭК-Ј на метаболические процессы в организме дойных коров // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 6. – С. 3-6.
4. Горошников Г.А., Дроздова Л.И., Белоусов А.И. Особенности метаболического профиля у коров в селенодефицитной зоне // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №3(133). – С.15-17.
5. Громыко Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2005. – №2. – С.80-94.
6. Гусев И.В., Рыков Р.А. Референтные интервалы биохимических показателей крови для контроля полноценности кормления молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №6. – С. 22-25.
7. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина – Дубровицы, 2019. – 40с.
8. Доровских В.И., Доровских Д.В. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве // Наука в Центральной России. – 2014. – №6(12). – С. 22-28.
9. Еременко В.И., Бунцева Е.Г. Динамика аминотрансфераз, общего белка и функции щитовидной железы у коров с разной молочной продуктивностью // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – №6. – С. 62-64.
10. Жариков Я.А., Канева Л.А. Взаимосвязь суточного удоя и биохимического статуса сыворотки крови коров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – №2(39). – С. 51-53.
11. Зубов В.А., Осипова Л.Л., Лебедева Т.И. Льняное семя, его состав и свойства // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. – 2016. – №2. – С. 14-16.
12. Иванова О.В., Иванов Е.А., Филиппов М.М. Биохимические показатели крови и продуктивность коров под действием комбинированной кормовой добавки // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – №6. – С. 215-219.
13. Корочкина Е.А. Влияние микроэлементов цинка, кобальта, йода, селена, марганца, меди на здоровье и продуктивные качества животных // Генетика и разведение животных. – 2016. – №3. – С.69-73.
14. Костомахин Н.М. Нарушение обмена веществ у дойных коров как показатель менеджмента фермы // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 52-56.
15. Костомахин Н.М. Основы современного производства молока: метод. рекомендации. – Hunland trade, 2014. – С.25.
16. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И.П. Кондрахин и др.; под ред. В.Н. Сайтаниди. – М.: Колос, 2004. – 520 с.
17. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах / Р.В. Некрасов, А.В. Головин, Е.А. Махаев и др. – Москва, 2018. – 290 с.
18. Романенко Л.В., Пристач Н.В., Федорова З.Л. Уровень обменных процессов в организме коров с продуктивностью выше 10000 кг молока // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – С. 125 - 134.
19. Самбуров Н.В., Кибкало Л.И., Лебедько Е.Я. Оценка состояния метаболизма у высокопродуктивных коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №1. – С.83-86.
20. Семерунчик А.Д. Особенности содержания белковых фракций в сыворотке крови глубокостельных коров разного возраста // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – №7-2. – С.212-214.
21. Современные способы улучшения здоровья и роста продуктивности жвачных животных / В.Н. Романов, Н.В. Боголюбова, Г.Ю. Лаптев, Л.А. Ильина // Дубровицы: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2019. – С.38.
22. Слесарева О.А., Омаров М.О. Унифицированная система контроля состояния обмена веществ у коров // Сборник научных трудов Северо-Кавказского НИИЖ. – 2017. – Т. 6, №3. – С.149-157.

23. Сигарева М.А., Могильный М.П., Шалтумаев Т.Ш. Использование продуктов переработки семян льна для производства изделий повышенной пищевой ценности // Известия вузов. Пищевая технология. – 2015. – №5-6. – С.42-45.

24. Фоменко П.А., Серова С.В. Анализ влияния рационов на биохимические показатели крови // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – №4 (12). – С.45-50.

25. Хисматуллина А.Р. Влияние кормовой добавки «Полисол омега – 3» на продуктивность дойных коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – 2015. – №222(2). – С. 240-242.

26. Akbarian- Tefaghi M., Ghasemi E., Khorvash M. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin / Akbarian- Tefaghi // Journal of Animal physiology and Animal nutrition. – 2018. – vol.102(2). – P.1-9.

27. Harrington J. The desirability function // Industrial Quality Control. – 1965. – vol. 21 (10). – P. 494-498.

28. Newkirk R. Flax feed industry guide. – Winnipeg, Manitoba, 2015. – P. 17 – 19 c.

29. Puppel K., Kuczyńska B. Metabolic profiles of cow's blood // Journal of Food and Agriculture. – 2016. – Vol. 96. - Is. 13. – P. 4321-4328.

30. Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production / G. Cozzi, L. Ravarotto, F. Gottardo at al. // Journal of Dairy Science. – 2011. - Vol. 94. - Is. 8. - P. 3895-3901.

References

1. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Rykov R.A. Osobennosti obmennyykh processov v organizme korov s ispol'zovaniem v racionah kompleksa dopolnitel'nogo pitaniya // Genetika i razvedenie zhivotnykh. – 2019. - №4. – S. 92-97.

2. Buryakov N. P. Kormlenie vysokoproduktivnogo molochного skota. – M. : Prospekt, 2009. – 416 s.

3. Bykova E.V., Korobov A.P., Gumenyuk A.P. Vliyanie organicheskogo mikroelementnogo kompleksa joda OMEK-J na metabolicheskie processy v organizme dojnykh korov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2017. – № 6. – S. 3-6.

4. Goroshnikova G.A., Drozdova L.I., Belousov A.I. Osobennosti metabolicheskogo profilya u korov v selenodeficitnoj zone // Agrarnyj vestnik Urala. – 2015. - №3(133). – S.15-17.

5. Gromyko E.V. Ocenka sostoyaniya organizma korov metodami biohimii // Ekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – №2. – S.80-94.

6. Gusev I.V., Rykov R.A. Referentnye intervaly biohimicheskikh pokazatelej krovi dlya kontrolya polnocennosti kormleniya molochного skota // Molochное i myasное skotovodstvo. – 2018. – №6. – S. 22-25.

7. Kontrol' biohimicheskogo statusa svinej i korov: rukovodstvo / I.V. Gusev, N.V. Bogolyubova, R.A. Rykov, G.N. Levina – Dubrovicy, 2019. – 40s.

8. Dorovskih V.I., Dorovskih D.V. Principy upravleniya kachestvom tekhnologicheskikh processov v molochном zhivotnovodstve // Nauka v Central'noj Rossii. – 2014. – №6(12). – S. 22-28.

9. Eremenko V.I., Bunceva E.G. Dinamika aminotransferaz, obshchego belka i funkcionirovaniya zhelezy u korov s raznoy molochной produktivnost'yu // Vestnik Kurskoj GSKHA. – 2012. – №6. – S. 62-64.

10. ZHarikov YA.A., Kaneva L.A. Vzaimosvyaz' sutochnogo udoya i biohimicheskogo statusa syvorotki krovi korov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2014. – №2(39). – S. 51-53.

11. Zubov V.A., Osipova L.L., Lebedeva T.I. L'nyanoe semya, ego sostav i svoystva // ZHurnal Rossijskogo himicheskogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva. – 2016. – №2. – S. 14-16.

12. Ivanova O.V., Ivanov E.A., Filip'ev M.M. Biohimicheskie pokazateli krovi i produktivnost' korov pod dejstviem kombinirovannoj kormovoj dobavki // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – №6. – S. 215-219.

13. Korochkina E.A. Vliyanie mikroelementov cinka, kobal'ta, joda, selena, marganca, medi na zdorov'e i produktivnye kachestva zhivotnykh // Genetika i razvedenie zhivotnykh. – 2016. – №3. – S.69-73.

14. Kostomahin N.M. Narushenie obmena veshchestv u dojnykh korov kak pokazatel' menedzhmenta fermy // Glavnyj zootekhnik. – 2013. – № 6. – S. 52-56.

15. Kostomahin N.M. Osnovy sovremennogo proizvodstva moloka: metod. rekomendacii. – Hunland trade, 2014. – S.25.

16. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki / I.P. Kondrahin i dr.; pod red. V.N. Sajtanidi. – M.: Kolos, 2004. – 520 s.

17. Normy potrebnostej molochного skota i svinej v pitatel'nyh veshchestvah / R.V. Nekrasov, A.V. Golovin, E.A. Mahaev i dr. – Moskva, 2018. – 290 s.
18. Romanenko L.V., Pristach N.V., Fedorova Z.L. Uroven' obmennyyh processov v organizme korov s produktivnost'yu vyshe 10000 kg moloka // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – S. 125 - 134.
19. Samburov N.V., Kibkalo L.I., Lebed'ko E.YA. Ocenka sostoyaniya metabolizma u vysokoproduktivnyh korov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2012. – №1. – S.83-86.
20. Semernichuk A.D. Osobennosti soderzhaniya belkovykh frakcij v syvorotke krovi glubokostel'nyh korov raznogo vozrasta // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2013. – №7-2. – S.212-214.
21. Sovremennyye sposoby uluchsheniya zdorov'ya i rosta produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh / V.N. Romanov, N.V. Bogolyubova, G.YU. Laptev, L.A. Il'ina // Dubrovicy: FGBNU FNC VIZH im. L.K. Ernsta, 2019. – S.38.
22. Slesareva O.A., Omarov M.O. Unificirovannaya sistema kontrolya sostoyaniya obmena veshchestv u korov // Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo NIIZH. – 2017. – T. 6, №3. – S.149-157.
23. Sigareva M.A., Mogil'nyj M.P., SHaltumaev T.SH. Ispol'zovanie produktov pererabotki semyan l'na dlya proizvodstva izdelij povyshennoj pishchevoj cennosti // Izvestiya vuzov. Pishchевaya tekhnologiya. – 2015. – №5-6. – S.42-45.
24. Fomenko P.A., Serova S.V. Analiz vliyaniya racionov na biohimicheskie pokazateli krovi // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2013. – №4 (12). – S.45-50.
25. Hismatullina A.R. Vliyanie kormovoj dobavki «Polisol omega – 3» na produktivnost' dojnyh korov // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny. – 2015. – №222(2). – S. 240-242.
26. Akbarian- Tefaghi M., Ghasemi E., Khorvash M. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin / Akbarian- Tefaghi // Journal of Animal physiology and Animal nutrition. – 2018. – vol.102(2). – P.1-9.
27. Harrington J. The desirability function // Industrial Quality Control. – 1965. – vol. 21 (10). – P. 494-498.
28. Newkirk R. Flax feed industry guide. – Winnipeg, Manitoba, 2015. – P. 17 – 19 s.
29. Puppel K., Kuczyńska B. Metabolic profiles of cow's blood // Journal of Food and Agriculture. – 2016. – Vol. 96. - Is. 13. – P. 4321-4328.
30. Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production / G. Cozzi, L. Ravarotto, F. Gottardo at al. // Journal of Dairy Science. – 2011. - Vol. 94. - Is. 8. - P. 3895-3901.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Милушев Ринат Келимулович – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: july1931@yandex.ru.

Жариков Вадим Сергеевич – младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, vadim_688@bk.ru.

Шулаев Геннадий Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с., ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: tniij@yandex.ru.

Доровских Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: dorovskih50@mail.ru.

Author credentials**Affiliations**

Milushev Rinat – Full Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: july1931@yandex.ru.

Zharikov Vadim – younger scientific employee of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vadim_688@bk.ru.

Shulaev Gennady – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for the Use of Technics and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: tnij@yandex.ru.

Dorovskikh Vladimir – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use machinery and Petroleum products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: dorovskikh50@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.05.2021 Принята к публикации (Accepted): 21.06.2021

УДК 662.75

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-3-128-135

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНОВОЗДЕЙСТВИЯ
НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ ТОПЛИВ**

¹Мещерякова Юлия Владимировна

¹Бусин Игорь Вячеславович

¹Мещеряков Александр Геннадьевич

¹Корнев Алексей Юрьевич

¹Нагорнов Станислав Александрович

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Работоспособность и эффективность двигателей сельскохозяйственной техники напрямую зависит от свойств используемого топлива. Многообещающим направлением по улучшению его качества является волновое и механовоздействие, которое способно изменить структуру и свойства исходного топлива без введения реагентов. Разработан многокамерный смеситель, обеспечивающий многофакторное воздействие на обрабатываемую жидкость. Для определения оптимальных параметров его работы проведен многофакторный эксперимент. Выбран план второго порядка для трех факторов (ортогональный центрально-композиционный) с звездным плечом $\alpha = 1,212$. В качестве выходного, оптимального параметра (Y) была принята кинематическая вязкость обрабатываемого дизельного топлива (ν мм²/с). Исходными факторами (X_1, X_2, X_3) исследуемого процесса являются: мощность ультразвукового излучателя, время обработки, давление на входе в смеситель. Результатом проведения экспериментов является уравнение регрессии, которое адекватно описывает процесс механовоздействия, что проверено по критерию Фишера. Для достижения максимального снижения кинематической вязкости (3,4-3,6 мм²/с) дизельного топлива определены оптимальные параметры работы смесителя: мощность ультразвукового излучателя 40-60 Вт, время обработки 27-38 сек и давление на входе в смеситель 212-213 кПа. Представлены изменения основных показателей качества дизельного и смесового топлив до и после механовоздействия. Установлено, что применение механовоздействия способствует улучшению основных физикохимических показателей дизельного топлива: снижению значений кинематической вязкости, плотности, фракционного состава, температуры вспышки и температуры застывания.

Ключевые слова: дизельное топливо, механовоздействие, смеситель, кинематическая вязкость, многофакторный эксперимент, параметры.