

Морфологические и биохимические показатели крови телят казахской белоголовой породы при дополнительном введении в рацион растительных жиров

**В.В. Гречкина^{1,3}, Е.В. Шейда², С.В. Лебедев^{1,2}, А.М. Макаева¹, И.А. Вершинина¹,
И.З. Губайдуллина¹, А.С. Ушаков⁴**

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

²Оренбургский государственный университет (г. Оренбург)

³Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург)

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства-ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (г. Боровск)

Аннотация. В статье изучалось действие жировых добавок на морфологические и биохимические показатели крови телят казахской белоголовой породы (n=3) со средней массой 115-120 кг в возрасте 7 месяцев. В рацион телят I опытной группы дополнительно вводили подсолнечное масло, II – соевый жир, III – льняной жир. Результаты исследования показали, что животные опытных групп превосходили контрольных телят по показателям гемоглобина на 31,18 % (I группа), 27,95 % (II группа), 11,82 % (III группа) ($P \leq 0,05$). В I опытной группе уровень мочевины увеличился на 59,37 %, креатинина – 19,06 %, АЛТ – 33,61 %, АСТ – 18,32 % ($P \leq 0,05$) относительно контрольных телят. На протяжении эксперимента II опытная группа телят, получавшая соевый жир, превосходила по холестерину – 86,89 %, общему белку – 38,01 %, триглицеридам – 55,17 %, АЛТ – 21,01 %, АСТ – 24,20 % ($P \leq 0,05$). Телята III опытной группы характеризовались наибольшей концентрацией по кальцию – 49,79 %, неорганическому фосфору – 28,57 % и железу – 71,35 %. Таким образом, результаты показали, что дополнительное введение растительных жиров сопровождается изменением липидного, белкового обменов.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, молодняк, казахская белоголовая порода, кормление, кровь, жир, липидный обмен, морфология, биохимия.

UDC 636.084.1:591.11:665.32/.35

Morphological and biochemical blood parameters of the Kazakh white-headed calves after the additional introduction of vegetable fats into the diet

**Victoria V Grechkina^{1,3}, Elena V Sheyda², Svyatoslav V Lebedev^{1,2}, Aina M Makaeva¹,
Irina A Vershinina¹, Ilmira Z Gubaidullina¹, Alexander S Ushakov⁴**

¹Federal Research Centre of Biological Systems and Agricultural Technologies of Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

²Orenburg State University (Orenburg, Russia)

³Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia)

⁴All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition – branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst (Borovsk, Russia)

Summary. The article studied the effect of fat added to the diet on morphological and biochemical blood parameters of Kazakh white-headed calves (n=3) with an average weight of 115-120 kg at the age of 7 months. The diet of calves of group I additionally included sunflower oil, II group – soybean oil, III – flaxseed. The results of the study showed that animals from the experimental groups exceeded the control calves in hemoglobin by 31,18% (group I), 27,95% (group II), 11,82% (group III) ($P \leq 0,05$). In experimental group I, the urea level increased by 59,37%, creatinine – 19,06%, ALT – 33,61%, AST – 18,32% ($P \leq 0,05$) relative to control calves. During the experiment, the experimental group II that received soybean fat advanced in cholesterol by 86,89%, total protein – 38,01%, triglycerides – 55,17%, ALT – 21,01%, AST –

24,20% ($P \leq 0,05$). The calves of group III were characterized by the highest concentration of calcium – 49,79%, inorganic phosphorus – 28,57% and iron – 71,35%. Thus, the results showed that additional introduction of fat into the diet changes blood parameters of lipid and protein metabolism.

Key words: cattle, young animals, Kazakh white-headed breed, feeding, blood, fat, lipid metabolism, morphology, biochemistry.

Введение.

Рост, развитие, продуктивность и обмен веществ животных зависят от многих факторов, одним из важнейших является правильное, полноценное кормление. В связи с развитием животноводства важной задачей является получение качественной продукции, что невозможно без полноценной кормовой базы. Именно сбалансированные комбикорма позволяют получать высокий уровень продуктивности, сокращать расход кормов и положительно влиять на весь организм в целом (Лапотко А.М. и др., 2005; Попков Н.А. и др., 2005; Пестис В.К. и др., 2009; Jing X et al., 2014; Wendlinger C et al., 2014; Титов В.Н. и др., 2016).

В настоящее время для сельскохозяйственных животных и птицы чаще используют жидкие формы жиров при составлении рациона. Но последние исследования учёных показали, что использование в животноводстве сухих форм жиров растительного и животного происхождения наиболее выгодно в технологическом плане. Производство сухих жиров не требует использования дополнительного монтажа оборудования и материальных вложений (Кирилов М. и др., 2009; Осепчук Д.В., 2012; Скворцова Л.Н. и Свистунов А.А., 2013; Штеле А. и др., 2005).

Один из важных показателей при кормлении животных – липидная питательность кормов. При выращивании животных и птицы одним из главных компонентов рациона являются жировые добавки. В производстве полноценных комбикормов используют определённый набор с минимальным содержанием незаменимой линолевой кислоты (Oliveira JE et al., 2008; Alvarenga RR et al., 2011; Réblová Z et al., 2015; Донскова Л.А. и др., 2018).

Ряд зарубежных и российский исследователей доказали, что нормализация обмена веществ в организме животного связана с регуляцией нервной системы (Zha LY et al., 2007), уровнем гормонов (Lage R et al., 2008; Zhang BB et al., 2009) и ферментов (Лебедев С.В. и др., 2018; Левахин Г.И. и др., 2018), а также с возрастом и породой животных (Fisinin VI et al., 2018). Определение концентрации гормонов и ферментов в живом организме имеет огромное значение при лечении и профилактике многих заболеваний (Вишняков А.И. и др., 2011; Walther TC and Farese RVJr, 2012; Li S and Li X, 2016; Zhou J et al., 2016).

Следовательно, анализ морфологических и биохимических показателей крови имеет важное значение при нормировании кормления животных и при дополнительном введении жировых добавок в организм телят.

Цель исследования.

Изучить влияние растительных жиров на морфологические и биохимические показатели крови у молодняка крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Телята казахской белоголовой породы со средней массой 115-120 кг в возрасте 7 месяцев.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Исследования были выполнены в условиях лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Телята ($n=3$) содержались в специализированной клетке со свободным доступом к воде и корму. Основной рацион (ОР) был сбалансирован по базовым пи-

тательным веществам согласно детализированным нормам ВНИИМС. Рацион включал сено разнотравное (6,5 кг), смесь концентратов (2,3 кг), дикальцийфосфат (35 г), соль поваренная (35 г). В рацион телят дополнительно вводили: I опытной группе – подсолнечное масло, II опытной – соевый жир, III опытной – льняной жир. Жир в количестве 3 % от сухого вещества вводили за счёт зерновой части рациона.

Кровь отбирали из яремной вены в вакуумные пробирки с добавлением антикоагулянта, для биохимических показателей – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин).

Оборудование и технические средства. Диагностика проводилась в центре «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» и Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН, (аттестат аккредитации RA. RU.21ПФ59 от 02.12.15).

Морфологический анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 VetPlus («URIT Medical Electronic Group Co., Ltd», Китай), биохимический анализ сыворотки крови – на автоматическом анализаторе CS-T240 («DIRUI Industrial Co., Ltd», Китай) с коммерческими наборами для ветеринарии (ЗАО «ДИАКОН-ДС», Россия).

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) с использованием методик ANOVA. Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по *t*-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при $P \leq 0,05$. Данные представлены как среднее (M) и стандартная ошибка среднего (m).

Результаты исследований.

Установлены различия между группами по содержанию лейкоцитов в крови: животные I опытной группы превосходили на 9,34 % контрольных телят, достоверное увеличение приходилось на II опытную группу, получавшую соевый жир, на 57,33 % ($P \leq 0,05$). Уровень лейкоцитов в III опытной группе уменьшался на 38,88 % относительно контроля. В структуре самой лейкограммы, отражающей процентное соотношение разных популяций лейкоцитов, изменения от нормы не регистрировались (табл. 1).

Основную часть форменных элементов составляют эритроциты. Количество эритроцитов с возрастом у телят снижается. Количество эритроцитов в крови контрольных телят составлял $5,08 \pm 2,91 \times 10^{12}/л$, увеличение данного показателя регистрировалось у II опытной группы телят и составило $7,62 \pm 1,8 \times 10^{12}/л$ – на 50,01 % ($P \leq 0,05$) выше контроля. Полученные результаты по содержанию гемоглобина показали, что разница между контрольной и опытными группами составила: I – 31,18 %, II – 27,95 %, III – 11,82 % ($P \leq 0,05$).

Насыщение эритроцитов гемоглобином происходило в нормальном диапазоне. О нормальном функционировании эритроцитов говорит их объём. Удельный вес форменных элементов крови в общем объёме эритроцитов отражает гематокрит. Разница между группами телят составила: I опытной – на 26,30 %, II опытной – на 21,48 %, наименьшее увеличение данного показателя было в III опытной – на 2,57 % относительно телят контрольной группы. Уровень гематокрита в крови телят контрольной группы находился на уровне $20,1 \pm 4,3$ %, что ниже на 7,46 %, 20,39 % и 19,91 % ($P \leq 0,05$) соответственно относительно контрольной группы.

Так как тромбоциты принимают участие в защитных реакциях организма животных, в контрольной группе они составили $201 \times 10^9/л$ и возрастали в I опытной группе до $224 \times 10^9/л$ (11,44 %), II опытной – до $220 \times 10^9/л$ (9,45 %), III опытной группе – до $235 \times 10^9/л$ (16,91 %).

Результаты биохимического анализа показали, что животные, получавшие дополнительное количество подсолнечного, соевого и льняного жира, имели более высокие показатели по содержанию общего белка в сыворотке крови. Концентрация общего белка в сыворотке крови увеличилась в I опытной группе телят на 19,44 % ($P \leq 0,05$), II – на 38,01 %, III – на 17,21 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с телятами контрольной группы.

Таблица 1. Морфологические показатели крови подопытных телят
Table 1. Blood morphological parameters of experimental calves

Показатель/Indicator	Группа/Group			
	контроль- ная/control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
Лейкоциты, 10^9 /л/Leukocytes, 10^9 /l	7,5±1,3	8,2±1,6	11,8±2,2*	5,4±1,9*
Лимфоциты, %/Lymphocytes, %	56,9±8,9	54,9±7,9	63,3±9,1	47,1±7,5
Моноциты, %/Monocytes, %	16,9±3,1	21,4±4,2	19,2±3,9	24,5±3,3
Гранулоциты, %/Granulocytes, %	39,4±8,9	53,2±9,7*	39,8±7,9	68,4±8,5
Лимфоциты, 10^9 /л/Lymphocytes, 10^9 /l	2,9±0,8	4,1±1,2	5,5±1,2	6,4±1,7
Моноциты, 10^9 /л/Monocytes, 10^9 /l	1,3±0,3	1,5±0,8	2,5±0,9	1,2±0,4
Гранулоциты, 10^9 /л/Granulocytes, 10^9 /l	1,9±0,6	5,3±0,8*	4,8±1,4	3,7±1,2
Эритроциты, 10^{12} /л/Erythrocyte, 10^{12} /l	5,08±2,9	5,37±3,1	7,62±1,8*	5,76±2,0
Гемоглобин, г/л/Hemoglobin, g/l	93±21,1	122±23,8*	119±24,7*	104±22*
Гематокрит, %/Hematocrit, %	20,1±4,3	21,6±4,9	24,2±3,9	24,1±4,9
Средний объем эритроцитов, fl / The average volume of erythrocyte, fl	41,6±14,3	38,4±15,1	46,1±15,7	41,9±13
Ср. сод. гемоглобина в эритроците, пг/ The average hemoglobin content in erythrocyte, pg	18,3±5,2	13,4±4,9	19,4±6,1	19,5±5,9
Ср. конц. гемоглобина в эритроците, г/л/ The average concentration of hemoglobin in erythrocyte, g/l	349±86,9	440±46,4	424±87,7	358±81,9
Тромбоциты, 10^9 /л/Platelet, 10^9 /l	201±59,8	224±67,7	220±61,7	235±55*

Примечание: * – Различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$

Note: * – Differences with control are significant at $P \leq 0.05$

Наблюдается взаимосвязь концентрации общего белка и альбуминов в сыворотке крови с интенсивностью роста телят. При повышении жира в кормлении происходит увеличение альбуминов в сыворотке крови телят. В ходе эксперимента было установлено, что, его концентрация у телят контрольной группы составила 29 г/л, при этом у телят I опытной группы его концентрация переходила в сторону увеличения на 24,13 %, II – на 44,82 %, III – на 34,48 % ($P \leq 0,05$).

Одним из важных показателей липидного обмена является количество холестерина в сыворотке крови животных. Концентрация холестерина в организме опытных телят превосходила контрольных: I опытной – на 35,95 %, II опытной – на 86,89 %, III опытной – на 20,22 % ($P \leq 0,05$) (рис. 1).

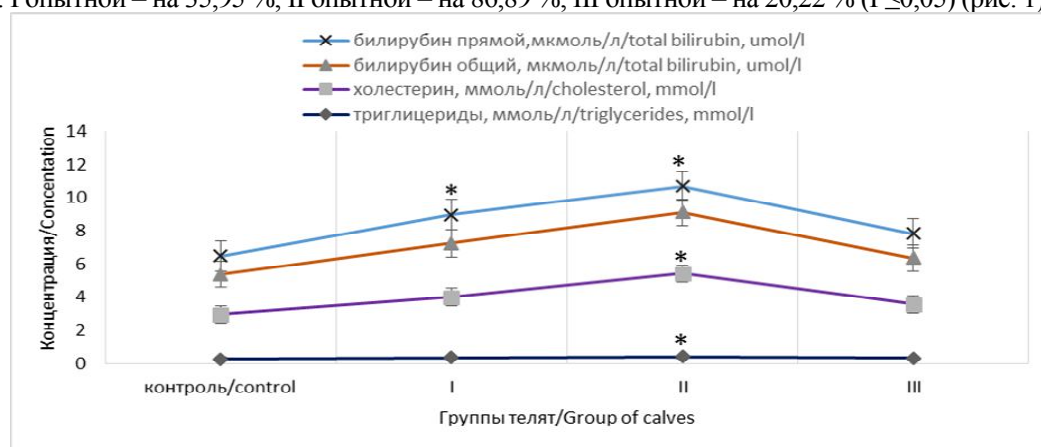


Рис. 1 – Некоторые биохимические показатели сыворотки крови у телят в эксперименте

Figure 1. Some biochemical indicators of blood serum in calves in the experiment

Животные опытных группы характеризовались более высоким содержанием в крови триглицеридов на 27,58 % (I опытная группа), 55,17 % (II опытная группа), 20,68 % (III опытная группа) относительно телят контрольной группы. Повышение данного показателя указывает на более интенсивное жиросотложение.

В пробах сыворотки крови опытных групп телят происходило увеличение билирубина в I и II опытных группах на 33,74 и 51,02 % ($P \leq 0,05$) соответственно, в III опытной группе увеличение билирубина происходило в незначительных количествах, что указывает на повышение защитной функции печени.

Уровень ферментов аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы у телят I и II опытных групп изменился по сравнению с контрольной группой животных на 33,61; 21,01 % и 18,32; 24,20 % соответственно. Причиной этого может быть повышение проницаемости клеточных мембран и транслокации пищеварительных ферментов в кровяное русло. Аналогичная динамика была характерна и для лактатдегидрогеназы, её максимальное значение было в I опытной группе телят $5272 \pm 64,3$ Ед./л, что выше на 72,91 % ($P \leq 0,05$) относительно контроля (рис. 2).

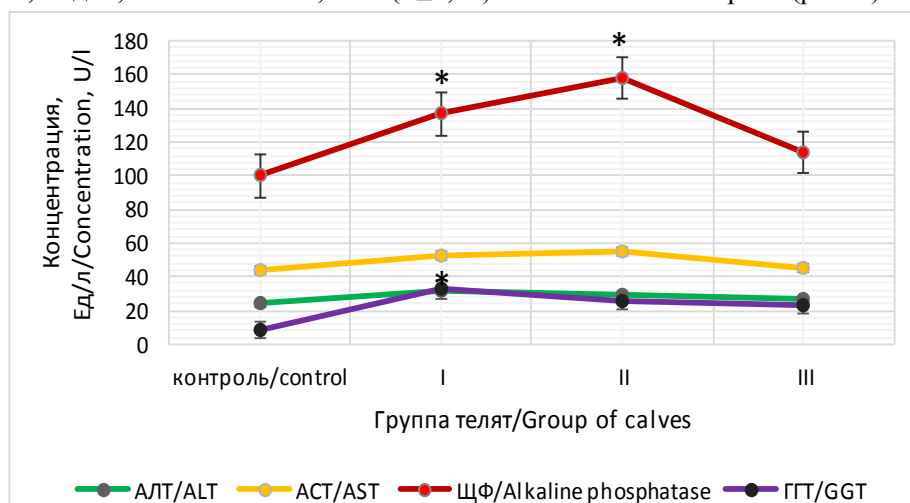


Рис. 2 – Содержание ферментов в сыворотке крови подопытных телят
Figure 2 – The content of enzymes in the blood serum of experimental calves

Достоверное увеличение мочевины и креатинина происходило в I опытной группе на 59,37 % и 19,06 % ($P \leq 0,05$), что согласуется с увеличением общего белка в сыворотке крови.

Значимым показателем, характеризующим обменные процессы, является содержание в крови минеральных веществ. Концентрация кальция и неорганического фосфора увеличивалась в крови опытных телят: в I – на 22,85 и 31,81 %; II – 10,61 и 9,09 %; III – 49,79 и 28,57 % относительно телят контрольной группы (рис. 3).

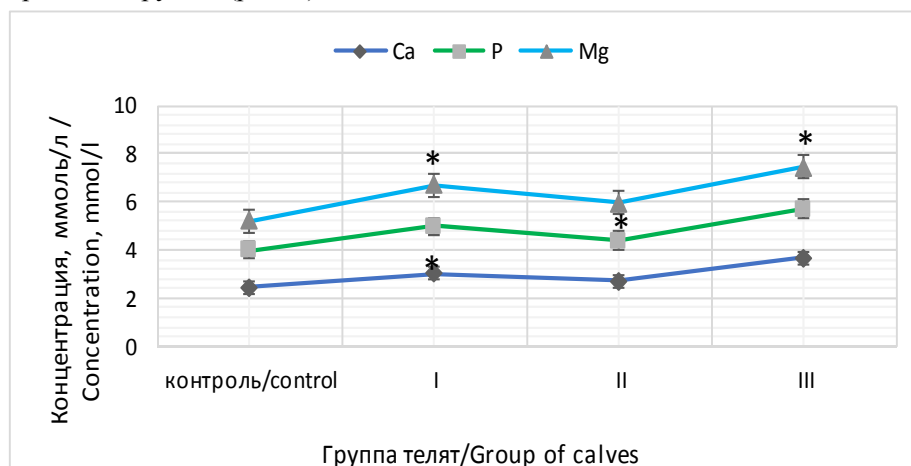


Рис. 3 – Содержание макроэлементов в сыворотке крови подопытных телят
Figure 3 – The content of macronutrients in the blood serum of experimental calves

Уровень железа был достоверно выше в опытных группах телят: I – на 73,95 %, II – на 80,20 %, III – на 71,35 % ($P \leq 0,05$) относительно животных контрольной (19,2 мкмоль/л). Это свидетельствует о достаточном содержании этого элемента в организме в течение всего периода выращивания телят.

Таким образом, результаты исследования морфологического и биохимического составов крови показали колебания отдельных параметров между группами и были статистически достоверны.

Обсуждение полученных результатов.

Показатели крови являются индикатором работы всего организма, они могут характеризовать уровень адаптации животных к различным стрессирующим факторам, в том числе и к конкретным условиям содержания и кормления животных (Mao T et al., 2011; Xie T et al., 2017).

Как показывают данные исследования, I опытная группа телят превосходила по многим морфологическим и биохимическим показателям животных контрольной группы. Подсолнечный жир является дополнительным резервом питательных веществ в кормлении телят. Введение подсолнечного жира в рацион животных положительно влияет на обмен веществ, укрепляет иммунную систему, улучшает рост молодняка, увеличивает продуктивность (Gong YZ et al., 2017; Williams JJ et al., 2014).

Pang J et al. (2016) в своих исследованиях установили, что избыточное потребление энергии коррелирует с развитием метаболических расстройств. Тем не менее высококалорийные продукты оказывают влияние на показатели холестерина, на массу тела и обмен веществ.

Аналогичные результаты были получены Осепчук Д.В. и др. (2015), которые установили, что добавка в стартовые комбикорма 1-3 % подсолнечного масла оказывает достоверное влияние на уровень гематологических и биохимических показателей организма птицы, а также на рост и развитие животных.

Дополнительное введение соевого жира в рацион сопровождалось увеличением общего белка на 38,01 %, глюкозы – 23,46 %, триглицеридов – 55,17 % и холестерина – на 69,99 % ($P \leq 0,05$) у II опытной группы телят. Аналогичные данные, полученные Dezhatkina SV et al. (2016), показали, что включение в рацион свиней комплексной подкормки на основе сои нормализует и стимулирует в их организме обмен белковых веществ, в том числе концентрацию общего белка, альбуминов и глобулинов, иммуноглобулинов, активность ферментов переаминирования и уровень креатинина.

Овчинников А.А. и Засыпкин Ю.Ф. (2015) в своих опытах установили, что с повышением дозировки соевого жира в рационе бычков в крови животных наблюдается повышение общего белка на 13,2-30,8 %, повышение общих липидов – на 4,4-8,1 %, глюкозы – на 34,3-38,6 %, снижение уровня мочевины – на 56,5-68,1 % и креатинина – на 11,1-22,2 %.

Увеличение макроэлементов в сыворотке крови у II опытной группы животных согласуется с данными Parhofer KG (2016), который указывал, что при дополнительном введении соевого жира в рацион животных возрастает синтез витамина Д. Этот витамин ускоряет расщепление фосфорных веществ и оказывает влияние на общее содержание фосфора в живом организме. При дополнительном введении жира в корм для животных концентрация фосфора значительно увеличивается в печени и мышцах.

Многие заболевания обмена веществ связаны с изменением липидных показателей, таких как LDL-гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемия, гиперлипопротеинемия, смешанный и низкий уровень холестерина HDL. Эти нарушения сопровождаются аномальными биохимическими показателями, которые, как правило, сопровождаются повышенным уровнем общего холестерина и триглицеридов (Shaodong C et al., 2013; Yang HJ et al., 2013; Pang J et al., 2016).

Одной из основных причин развития гиперлипидемии считается избыточное потребление энергии. Многие авторы проводили исследования с дополнительным введением в рацион животных фруктозы и жиров, результаты этих экспериментов показали, что приём высококалорийных продуктов может повлиять на основной обмен (Лебедев СВ и др., 2018; Fellmann L et al., 2013; Debosch BJ et al., 2013; Crescenzo R et al., 2014; Радчиков В.Ф. и др., 2015).

Зубцов В.А. и Миневич И.Э. (2015) в своих экспериментах изучили эффективность использования семян льна, льняного жмыха, льняного масла в кормлении телят, свиней и птицы. Использование льняного сырья в кормопроизводстве способствует частичному импортозамещению дорогих ингредиентов и, в конечном итоге, повышению продовольственной безопасности.

Полученные данные по липидному обмену согласуются с результатами исследований Шагбанова Д.А. и Нурмагомедова П.М. (2014), которые показали, что экстракт льна благоприятно влияет на биохимические показатели крови человека при заболеваниях гепатитом.

Использование льняного жира в рационах моногастричных животных не вызывает отрицательного влияния на организм, способствует повышению продуктивности (Hocking SL et al., 2015; Tang Q, 2016; Nakamura M et al., 2018).

Выводы.

Таким образом, проведённые исследования свидетельствуют о влиянии жировых добавок на морфологические и биохимические показатели крови телят казахской белоголовой породы. Эти изменения происходили в содержании лейкоцитов, холестерина, триглицеридов, билирубина, аламинотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, общего белка у I и II опытных групп телят с дополнительным введением в рацион подсолнечного и соевого жира. В III опытной группе льняной жир оказал благоприятное влияние на концентрацию минеральных веществ в организме телят.

Работа финансируется Министерством науки и образования РФ для выполнения фундаментальных научных исследований определяемым президиумом Российской академии наук (Соглашение № 075-02-2019-1847).

Литература

1. Активность пищеварительных ферментов и количество пищеварительных соков у телят при использовании в рационе различного по качеству протеина / Г.И. Левахин, И.С. Мирошников, В.А. Рязанов, В.В. Гречкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 244-245. [Levakhin GI, Miroshnikov IS, Ryazanov VA, Grechkina VV. Activity of digestive enzymes and the amount of digestive juices in calves fed diets containing protein of different quality. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;6(74):244-245. (In Russ)].
2. Вишняков А.И., Ушаков А.С., Лебедев С.В. Особенности костномозгового кроветворения при введении наночастиц меди per os и intramuscularly // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(2). С. 96-102. [Vishnyakov AI, Ushakov AS, Lebedev SV. Morphology of cages of a red marrow and peripheral blood of chickens at introduction in an organism nanoparicles copper. Herald of Beef Cattle Breeding. 2011;2(64):96-102. (In Russ)].
3. Влияние наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов и морфологические и биохимические параметры крови телёнка / С.В. Лебедев, О.В. Кван, И.З. Губайдуллина, И.А. Гавриш, В.В. Гречкина, Б. Момчилович, Н.И. Рябов. // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 136-142. [Lebedev SV, Kwan OV, Gubaidullina IZ, Gavrish IA, Grechkina VV, Momcilovic B, Ryabov NI. Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(4):136-142. (In Russ)].
4. Влияние различных источников протеина в рационе на всасывание питательных веществ в желудочно-кишечном тракте животного / С.В. Лебедев, Г.И. Левахин, И.З. Губайдуллина, И.В. Маркова, Е.В. Шейда // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 205-208. [Lebedev SV, Levakhin GI, Gubaidullina IZ, Markova IV, Sheida EV. Effect of different protein sources in the ration on nutrients assimilation in the digestive tract of animals. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;6(74):205-208. (In Russ)].
5. Донскова Л.А., Беляев Н.М., Лейберова Н.В. Жирнокислотный состав липидов как показатель функционального назначения продуктов из мяса птицы: теоретические и практические аспекты. Индустрия питания. 2018. Т. 3. № 1. С. 4-10. [Donskova LA, Belyaev NM, Leiberova NV.

Fatty-acid composition of lipids as functional purpose indicator of poultry meat products from: theoretical and practical aspects. Food Industry. 2018;3(1):4-10. doi: 10.29141/2500-1922-2018-6-1-1

6. Зубцов В.А., Миневи́ч И.Э. Стратегия развития технологий в кормопроизводстве по использованию семян льна и продуктов их переработки. Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 4(20) С. 72-79 [Zubtsov VA, Minevich IE. The strategy of the technology development in forage production on the flax seeds and its products' processing use. Journal of VNIIMZH. 2015;4(20):72-79 (*In Russ*)].

7. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по специальностям «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» / В.К. Пестис, Н.А. Шарейко, Н.А. Яцко, И.Я. Пахомов, Н.П. Разумовский, В.Г. Микуленок, О.Ф. Ганущенко, А.А. Сехин / под ред. В.К. Пестиса. Минск: ИВЦ Минфина, 2009. 540 с. [Pestis VK, Shareiko NA, Yatsko NA, Pakhomov IYa, Razumovskii NP, Mikulenok VG, Ganushchenko OF, Sekhin AA. Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh sel'skokhozyaistvennykh uchebnykh zavedenii po spetsial'nostyam «Veterinarnaya meditsina», «Zootekhnika». Pestis VK, editor. Minsk: IVTs Minfina; 2009: 540 p. (*In Russ*)].

8. Лапотко А.М. Физиология пищеварения и кормления молодняка крупного рогатого скота. Минск, 2005. 220 с. [Lapotko AM. Fiziologiya pishchevareniya i kormleniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota. Minsk, 2005: 220 s. (*In Russ*)].

9. Мясная продуктивность молодняка гусей в зависимости от особенностей кормления / Д.В. Осепчук, А.Н. Ратошный, А.Ю. Шантыз, Л.Н. Сковрцова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 53. С. 198-202. [Osepchuk DV, Ratoshny AN, Shantyz AYU, Skvortsova LN. Meat productivity of young geese depending on the features of feeding. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015;53:198-202. (*In Russ*)].

10. Овчинников А.А., Засыпкин Ю.Ф. Эффективность использования соевого жмыха в рационах молодняка крупного рогатого скота // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. Т. 200. С. 126-132. [Ovchinnikov AA, Zasyppkin YuF. Sorghum oil-cakes effectiveness usage in the rations of cattle young animals. Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2010;200:126-132. (*In Russ*)].

11. Олеиновые триглицериды пальмового масла и пальмитиновые триглицериды сливочного жира. Реакция пальмитирования, пальмитат калия, магния, всасывание энтероцитами жирных кислот и микробиота толстого кишечника / В.Н. Титов, А.В. Ариповский, В.В. Щекотов, А.П. Щекотова, В.В. Кухарчук // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61. № 8. С. 452-461. [Titov VN, Aripovskii AV, Schekotov VV., Schekotova AP, Kukharchuk VV. The oleic triglycerides of palm oil and palmitic triglycerides of creamy fat. The reaction of palmitoylation, potassium and magnesium palmitate, absorption of fatty acids by enterocytes and microbiota of large intestine. The Russian Clinical Laboratory Diagnostics Journal. 2016;61(8):452-461. (*In Russ*)]. doi: 10.18821/0869-2084-2016-61-8-452-461

12. Осепчук Д.В. Опыт использования твердых пальмовых жиров в рационах для молодняка свиней // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 3. № 1-1. С. 145-148. [Osepchuk DV. Opyt ispol'zovaniya tverdykh pal'movykh zhirov v ratsionakh dlya molodnyaka svinei Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2012;3(1-1):145-148. (*In Russ*)].

13. Попков Н.А., Фисинин В.И., Егоров Н.А. Корма и биологически активные вещества: справочник. Минск: Бел. наука, 2005. 881 с. [Popkov NA, Fisinin VI, Egorov NA. Korma i biologicheski aktivnye veshchestva: spravochnik. Minsk: Bel. nauka; 2005: 881 p. (*In Russ*)].

14. Сковрцова Л.Н., Свистунов А.А. Влияние растительных жиров на продуктивность и мясные качества цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2013. № 1. С. 58-60. [Skvortsova LN, Svistunov AA. Vegetable oils influence on broiler chicken productivity and meat qualities. Poultry and Chicken Products. 2013;1:58-60. (*In Russ*)].

15. Термически обработанные семена льна в стартерные комбикорма для телят / М. Кирилов, В. Виноградов, Н. Анисова, Р. Фатрахманов, Н. Смекалов, Д. Сипатый, И. Гусев // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 2. С. 2-4. [Kirilov M, Vinogradov V, Anisova N, Fatrahmanov R, Smekalov N, Sipaty D, Gusev I. Heat-treated flax seeds in starter feed for calves. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2009;2:2-4. (*In Russ*)].
16. Шагбанова Д.А., Нурмагомедова П.М. Влияние экстракта льна (*Linum usitatissimum* L.) на биохимические показатели крови лиц, находящихся в группе риска заболевания токсическим гепатитом // Молодой учёный. 2014. № 7(66). С. 226-228. [Shagbanova DA, Nurmagomedova PM. Vliyanie ekstrakta l'na (*Linum usitatissimum* L.) na biokhimicheskie pokazateli krovi lits, nakhodyashchikhsya v gruppe riska zabolevaniya toksicheskim gepatitom. Young Scientist. 2014;7(66):226-228. (*In Russ*)].
17. Штеле А., Османян Л., Гапонова Л. Сухой пальмовый жир для птицы // Комбикорма. 2005. № 6. С. 63. [Shtele A, Osmanyanyan L, Gaponova L. The dry palm fat for poultry. Compound Feeds. 2005;6:63. (*In Russ*)].
18. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят / В.Ф. Радчиков, О.Ф. Ганущенко, В.К. Гурин, С.Л. Шинкарева, В.А. Люндышев // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2015. № 1. С. 92-97. [Radchikov VF, Ganushchenko OF, Gurin VK, Shinkareva SL, Lyundyshev VA. Enriching agent based on flax seeds and barley grits in the diets for calves. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series. 2015;1:92-97. (*In Russ*)].
19. Alvarenga RR, Zangeronimo MG, Pereira LJ, Rodrigues PB, Gomide EM. Lipoprotein metabolism in poultry. World's Poultry Science Journal. 2011;67(3):431-440. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933911000481>
20. Chen Z. Adapter proteins regulate insulin resistance and lipid metabolism in obesity. Sci Bull. 2016;61:1489-1497. doi: [10.1007/s11434-016-1058-2](https://doi.org/10.1007/s11434-016-1058-2)
21. Crescenzo R, Bianco F, Coppola P, Mazzoli A, Tussellino M, Carotenuto R, et al. Fructose supplementation worsens the deleterious effects of short-term high-fat feeding on hepatic steatosis and lipid metabolism in adult rats. Exp Physiol. 2014;99(9):1203-1213. doi: [10.1113/expphysiol.2014.079632](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2014.079632)
22. Debusch BJ, Chen Z, Finck BN, Chi M, Moley KH. Glucose transporter-8 (GLUT8) mediates glucose intolerance and dyslipidemia in high-fructose diet-fed male mice. Mol Endocrinol. 2013;27(11):1887-1896. doi: [10.1210/me.2013-1137](https://doi.org/10.1210/me.2013-1137)
23. Dezhatkina SV, Lubin NA, Dosorov AV, Dezhatkin ME. The use of soy okara in feeding of pigs. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016;7(5):2573-2577.
24. Fellmann L, Nascimento AR, Tibiriça E, Bousquet P. Murine models for pharmacological studies of the metabolic syndrome. Pharmacol Ther. 2013;137(3):331-340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2012.11.004>
25. Fisinin VI, Miroshnikov SA, Sizova EA, Ushakov AS, Miroshnikova EP. Metal particles as trace-element sources: current state and future prospects. World's Poultry Science Journal. 2018;74(3):523-540. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933918000491>
26. Gong YZ, Sun SW, Liao DF. Interaction and regulation of cell inflammation and lipid metabolism. Chinese Journal of Arterioscler. 2017;25(6):623-629
27. Hocking SL, et al. Subcutaneous fat transplantation alleviates diet-induced glucose intolerance and inflammation in mice. Diabetologia. 2015; 58(7):1587-1600. doi: <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3583-y>
28. Jing X, Jian-Bo Wan, Chengwei He. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites. Stem Cells. 2014;32(5):1092-1098. doi: <https://doi.org/10.1002/stem.1620>
29. Lage R, Dieguez C, Vidal-Puig A, Lopez M. AMPK: a metabolic gauge regulating whole-body energy homeostasis. Trends in Molecular Medicine. 2008;14(12):539-549. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2008.09.007>

30. Li S, Li X. Leptin in normal physiology and leptin resistance. *Sci Bull.* 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>
31. Mao T, Yang L, Liu Y. Endoplasmic reticulum stress and metabolic dysfunction. *Chinese Journal of Cell Biology.* 2011;33(7):727-737.
32. Nakamura M, Nomura S, Yamakawa T, et al. Endogenous calcitonin regulates lipid and glucose metabolism in diet-induced obesity mice. *Scientific Reports.* 2018;8:17001. doi:10.1038/s41598-018-35369-5
33. Oliveira JE, Uni Z, Ferket PR. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. *World's Poultry Science Journal.* 2008;64(4):488-499. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933908000160>
34. Pang J, Xi C, Huang X, Cui J, Gong H, Zhang T. Effects of excess energy intake on glucose and lipid metabolism in C57BL/6 Mice. *Plos One.* 2016;11(1):e0146675. doi: 10.1371/journal.pone.0146675
35. Parhofer KG. The Treatment of Disorders of Lipid Metabolism. *Deutsches Arzteblatt International.* 2016;113(15):261-268. doi: 10.3238/arztebl.2016.0261
36. Réblová Z, Součková Š, Fišnar J, Koplík R. Prooxidant capacity of thermoxidised plant oils. *Czech Journal of Food Sci.* 2015;5:416-423. doi: 10.17221/578/2014-CJFS
37. Shaodong C, Haihong Z, Manting L, Guohui L, Zhengxiao Z, Ym Z. Research of influence and mechanism of combining exercise with diet control on a model of lipid metabolism rat induced by high fat diet. *Lipids in Health and Disease.* 2013;12:21. doi: <https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-21>
38. Tang Q. Lipid metabolism and diseases. *Sci. Bull.* 2016;61(19):1471-1472. doi: 10.1007/s11434-016-1174-z
39. Walther TC, Farese RVJr. Lipid droplets and cellular lipid metabolism. *Annu Rev Biochem.* 2012;81:687-714. doi: 10.1146/annurev-biochem-061009-102430
40. Wendlinger C, Hammann S, Vetter W. Various concentrations of erucic acid in mustard oil and mustard. *Food Chemistry.* 2014;153:393-397. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.073>
41. Williams JJ, Palmer TM. Cavin-1: caveolae-dependent signalling and cardiovascular disease. *Biochemical Society Transactions.* 2014;42(2):284-288. doi: <https://doi.org/10.1042/BST20130270>
42. Xie TH, Li JX, Mao TY, et al. An ErChen and YinChen decoction ameliorates high-fat-induced nonalcoholic steatohepatitis in rats by regulating JNK1 signaling pathway. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2017;2017:4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>
43. Yang HJ, Yim N, Lee KJ. Simultaneous determination of nine bioactive compounds in Yi-jin-tang via high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. *Integrative Medicine Research.* 2016;5(2):140-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.04.005>
44. Zha LY, Wang MQ, Xu ZR, Gu LY. Efficacy of chromium (III) supplementation on growth, body composition, serum parameters, and tissue chromium in rats. *Biological Trace Element Research.* 2007;119(1):42-50. doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-007-0042-8>
45. Zhang BB, Zhou G, Li C. AMPK: an emerging drug target for diabetes and the metabolic syndrome. *Cell Metabolism.* 2009;9(5):407-416. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2009.03.012>
46. Zhou J, Liu H, Zhou S, He P, Liu X. Adaptor protein APPL1 interacts with EGFR to orchestrate EGF-stimulated signaling. *Science Bulletin.* 2016;61(19):1504-1512. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1157-0>

References

1. Levakhin GI, Miroshnikov IS, Ryazanov VA, Grechkina VV. Activity of digestive enzymes and the amount of digestive juices in calves fed diets containing protein of different quality. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2018;6(74):244-245.
2. Vishnyakov AI, Ushakov AS, Lebedev SV. Morphology of cages of a red marrow and peripheral blood of chickens at introduction in an organism nanoparicles copper. *Herald of Beef Cattle Breeding.* 2011;2(64):96-102.

3. Lebedev SV, Kwan OV, Gubaidullina IZ, Gavrish IA, Grechkina VV, Momcilovic B, Ryabov NI. Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(4):136-142.
4. Lebedev SV, Levakhin GI, Gubaidullina IZ, Markova IV, Sheida EV. Effect of different protein sources in the ration on nutrients assimilation in the digestive tract of animals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;6(74):205-208.
5. Donskova LA, Belyaev NM, Leiberova NV. Fatty-acid composition of lipids as functional purpose indicator of poultry meat products from: theoretical and practical aspects. *Food Industry*. 2018;3(1):4-10. doi: 10.29141/2500-1922-2018-6-1-1
6. Zubtsov VA, Minevich IE. The strategy of the technology development in forage production on the flax seeds and its products' processing use. *Journal of VNIIMZH*. 2015;4(20):72-79.
7. Pestis VK, Shareiko NA, Yatsko NA, Pakhomov IYa, Razumovskii NP, Mikulenok VG, Ganushchenko OF, Sekhin AA. Feeding farm animals: textbook. manual for students of higher. agricultural textbook. institutions in the specialties "Veterinary medicine", "Zootechnics". Pestis VK, editor. Minsk: IVC of the Ministry of Finance; 2009: 540 p.
8. Lapotko AM. Physiology of digestion and feeding of young cattle. Minsk. 2005: 220 p.
9. Osepchuk DV, Ratoshny AN, Shantyz AY, Skvortsova LN. Meat productivity of young geese depending on the features of feeding. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015;53:198-202.
10. Ovchinnikov AA, Zasyplin YuF. Sorghum oil-cakes effectiveness usage in the rations of cattle young animals. *Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2010;200:126-132.
11. Titov VN, Aripovskii AV, Schekotov VV., Schekotova AP, Kukharchuk VV. The oleic triglycerides of palm oil and palmitic triglycerides of creamy fat. The reaction of palmitoylation, potassium and magnesium palmitate, absorption of fatty acids by enterocytes and microbiota of large intestine. *The Russian Clinical Laboratory Diagnostics Journal*. 2016;61(8):452-461. (*In Russ*). Doi: 10.18821/0869-2084-2016-61-8-452-461
12. Osepchuk DV. The experience of using hard palm fats in diets for young pigs. *Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production*. 2012;3(1-1):145-148.
13. Popkov NA, Fisinin VI, Egorov NA. Feed and biologically active substances: a guide. Minsk: Belarusian science; 2005: 881 p.
14. Skvortsova LN, Svistunov AA. Vegetable oils influence on broiler chicken productivity and meat qualities. *Poultry and Chicken Products*. 2013;1:58-60.
15. Kirilov M, Vinogradov V, Anisova N, Fatrahmanov R, Smekalov N, Sipaty D, Gusev I. Heat-treated flax seeds in starter feed for calves. *Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2009;2:2-4.
16. Shagbanova DA, Nurmagomedova PM. The effect of flax extract (*Linum usitatissimum* L.) on biochemical blood parameters of people at risk of toxic hepatitis. *Young Scientist*. 2014;7(66):226-228.
17. Shtele A, Osmanyany L, Gaponova L. The dry palm fat for poultry. *Compound Feeds*. 2005;6:63.
18. Radchikov VF, Ganushchenko OF, Gurin VK, Shinkareva SL, Lyundyshev VA. Enriching agent based on flax seeds and barley grits in the diets for calves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*. 2015;1:92-97. (*In Russ*).
19. Alvarenga RR, Zangeronimo MG, Pereira LJ, Rodrigues PB, Gomide EM. Lipoprotein metabolism in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 2011;67(3):431-440. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933911000481>
20. Chen Z. Adapter proteins regulate insulin resistance and lipid metabolism in obesity. *Sci Bull*. 2016;61:1489-1497. doi: 10.1007/s11434-016-1058-2
21. Crescenzo R, Bianco F, Coppola P, Mazzoli A, Tussellino M, Carotenuto R, et al. Fructose supplementation worsens the deleterious effects of short-term high-fat feeding on hepatic steatosis

and lipid metabolism in adult rats. *Exp Physiol.* 2014;99(9):1203-1213. doi: 10.1113/expphysiol.2014.079632

22. Debosch BJ, Chen Z, Finck BN, Chi M, Moley KH. Glucose transporter-8 (GLUT8) mediates glucose intolerance and dyslipidemia in high-fructose diet-fed male mice. *Mol Endocrinol.* 2013;27(11):1887-1896. doi: 10.1210/me.2013-1137

23. Dezhatkina SV, Lubin NA, Dosorov AV, Dezhatkin ME. The use of soy okara in feeding of pigs. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2016;7(5):2573-2577.

24. Fellmann L, Nascimento AR, Tibiriça E, Bousquet P. Murine models for pharmacological studies of the metabolic syndrome. *Pharmacol Ther.* 2013;137(3):331-340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2012.11.004>

25. Fisinin VI, Miroshnikov SA, Sizova EA, Ushakov AS, Miroshnikova EP. Metal particles as trace-element sources: current state and future prospects. *World's Poultry Science Journal.* 2018;74(3):523-540. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933918000491>

26. Gong YZ, Sun SW, Liao DF. Interaction and regulation of cell inflammation and lipid metabolism. *Chinese Journal of Arterioscler.* 2017;25(6):623-629

27. Hocking SL, et al. Subcutaneous fat transplantation alleviates diet-induced glucose intolerance and inflammation in mice. *Diabetologia.* 2015; 58(7):1587-1600. doi: <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3583-y>

28. Jing X, Jian-Bo Wan, Chengwei He. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites. *Stem Cells.* 2014;32(5):1092-1098. doi: <https://doi.org/10.1002/stem.1620>

29. Lage R, Dieguez C, Vidal-Puig A, Lopez M. AMPK: a metabolic gauge regulating whole-body energy homeostasis. *Trends in Molecular Medicine.* 2008;14(12):539-549. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2008.09.007>

30. Li S, Li X. Leptin in normal physiology and leptin resistance. *Sci Bull.* 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>

31. Mao T, Yang L, Liu Y. Endoplasmic reticulum stress and metabolic dysfunction. *Chinese Journal of Cell Biology.* 2011;33(7):727-737.

32. Nakamura M, Nomura S, Yamakawa T, et al. Endogenous calcitonin regulates lipid and glucose metabolism in diet-induced obesity mice. *Scientific Reports.* 2018;8:17001. doi:10.1038/s41598-018-35369-5

33. Oliveira JE, Uni Z, Ferket PR. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. *World's Poultry Science Journal.* 2008;64(4):488-499. doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933908000160>

34. Pang J, Xi C, Huang X, Cui J, Gong H, Zhang T. Effects of excess energy intake on glucose and lipid metabolism in C57BL/6 Mice. *Plos One.* 2016;11(1):e0146675. doi: 10.1371/journal.pone.0146675

35. Parhofer KG. The Treatment of Disorders of Lipid Metabolism. *Deutsches Arzteblatt International.* 2016;113(15):261-268. doi: 10.3238/arztebl.2016.0261

36. Réblová Z, Součková Š, Fišnar J, Koplík R. Prooxidant capacity of thermoxidised plant oils. *Czech Journal of Food Sci.* 2015;5:416-423. doi: 10.17221/578/2014-CJFS

37. Shaodong C, Haihong Z, Manting L, Guohui L, Zhengxiao Z, Ym Z. Research of influence and mechanism of combining exercise with diet control on a model of lipid metabolism rat induced by high fat diet. *Lipids in Health and Disease.* 2013;12:21. doi: <https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-21>

38. Tang Q. Lipid metabolism and diseases. *Sci. Bull.* 2016;61(19):1471-1472. doi: 10.1007/s11434-016-1174-z

39. Walther TC, Farese RVJr. Lipid droplets and cellular lipid metabolism. *Annu Rev Biochem.* 2012;81:687-714. doi: 10.1146/annurev-biochem-061009-102430

40. Wendlinger C, Hammann S, Vetter W. Various concentrations of erucic acid in mustard oil and mustard. *Food Chemistry.* 2014;153:393-397. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.073>

41. Williams JJ, Palmer TM. Cavin-1: caveolae-dependent signalling and cardiovascular disease. *Biochemical Society Transactions*. 2014;42(2):284-288. doi:<https://doi.org/10.1042/BST20130270>
42. Xie TH, Li JX, Mao TY, et al. An ErChen and YinChen decoction ameliorates high-fat-induced nonalcoholic steatohepatitis in rats by regulating JNK1 signaling pathway. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017;2017:4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>
43. Yang HJ, Yim N, Lee KJ. Simultaneous determination of nine bioactive compounds in Yi-jin-tang via high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. *Integrative Medicine Research*. 2016;5(2):140-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.04.005>
44. Zha LY, Wang MQ, Xu ZR, Gu LY. Efficacy of chromium (III) supplementation on growth, body composition, serum parameters, and tissue chromium in rats. *Biological Trace Element Research*. 2007;119(1):42-50. doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-007-0042-8>
45. Zhang BB, Zhou G, Li C. AMPK: an emerging drug target for diabetes and the metabolic syndrome. *Cell Metabolism*. 2009;9(5):407-416. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2009.03.012>
46. Zhou J, Liu H, Zhou S, He P, Liu X. Adaptor protein APPL1 interacts with EGFR to orchestrate EGF-stimulated signaling. *Science Bulletin*. 2016;61(19):1504-1512. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1157-0>

Гречкина Виктория Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; доцент кафедры незаразных болезней животных, Оренбургский государственный аграрный университет, 460000, ул. Челюскинцев 18, тел.: 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

Шейда Елена Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник экспериментально-биологической клиники, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, тел.: 8-987-862-64-05, e-mail: elena-shejjda@mail.ru

Лебедев Святослав Валерьевич, доктор биологических наук, заместитель директора, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, тел.: 8-912-345-87-38, e-mail: lsv74@list.ru

Макаева Айна Маратовна, младший научный сотрудник центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: auna.makaeva@mail.ru

Вершинина Ирина Александровна, младший научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: gavrish.irina.ogu@gmail.com, тел.: 8-987-798-67-88

Губайдуллина Ильмира Закиевна, аспирант направления ветеринария и зоотехния, младший научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: gubaidullinae@mail.ru, тел.: 8-912-843-10-69

Ушаков Александр Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии пищеварения и межуточного обмена, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных-филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства-ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ВНИИФБиП), 249013, Калужская область, г. Боровск, e-mail: asu2004@bk.ru

Поступила в редакцию 11 декабря 2019 г.; принята после решения редколлегии 16 декабря 2019 г.; опубликована 31 декабря 2019 г. / Received: 11 December 2019; Accepted: 16 December 2019; Published: 31 December 2019