

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>



УДК 619:616.153.284:636.32/38

Оценка метаболического статуса при кетозе овцематок

© 2019. И.В. Сенчук✉

Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Кетоз овцематок является одним из сдерживающих факторов развития овцеводства. Но его недостаточная изученность является препятствием в разработке эффективных средств лечения и надежных способов профилактики. В данной статье приведены результаты изучения особенностей состояния обмена веществ при кетозе в организме овцематок цыгайской породы причерноморского типа. Для этого в хозяйствах Крыма проводили выявление больных кетозом овцематок, которых подвергали клиническим и лабораторным методам исследования. При этой патологии отмечали повышение интенсивности кетогенеза на фоне выраженного энергетического дефицита. Это проявилось в статистически достоверном увеличении концентрации общего количества кетонных тел с $0,43 \pm 0,01$ до $1,57 \pm 0,06$ моль/л ($p < 0,001$), происходящем преимущественно за счет ацетона и ацетоуксусной кислоты. Их относительная доля в общем количестве кетонных тел составляла 28,66%, в то время как у здоровых – 5,58%. Уровень глюкозы в крови по сравнению с клинически здоровыми овцами был понижен на 28,6%. Между концентрацией глюкозы и уровнем кетонных тел выявлено наличие отрицательной коррелятивной связи – $r = -0,64$. Кроме того, у больных кетозом овцематок отмечают симптомы поражения гепатоцитов: повышение концентрации общего белка сыворотки крови, гипоальбуминемия, диспротеинемия, увеличение уровня общего билирубина и общего холестерина, повышение активности АсАТ, АлАТ и ГГТП. Это является убедительным свидетельством возникновения у одних и тех же животных сочетанной (полиморбидной) патологии – кетоза и гепатодистрофии. Подтверждением этому служит выявленная положительная коррелятивная связь между концентрацией кетонных тел и активностью исследуемых ферментов: АсАТ – $r = +0,57$, АлАТ – $r = +0,49$, ГГТП – $r = +0,55$, а также между уровнем кетонных тел и общим билирубином – $r = +0,44$. Сделано заключение, что при разработке или совершенствовании способов лечения кетоза суягных овцематок необходимо учитывать развитие дистрофии печени, усугубляющей течение патологического процесса.

Ключевые слова: кетонные тела, ацетон+ацетоацетат, обмен веществ, АсАТ, АлАТ, кетогенез, метаболический ацидоз

Благодарности: Работа выполнена в разделе общефакультетской темы «Научное обеспечение ветеринарного благополучия Крыма и получение экологически чистой и безопасной продукции» (номер государственной регистрации 0107U001317), раздела 13.1. «Профилактическая терапия полиморбидной патологии у животных, получение экологически чистой продукции» и в инициативном порядке.

Искренние слова признательности хочется сказать в память моего научного наставника – доктора ветеринарных наук, профессора Кондрахина Ивана Петровича, приложившего немало усилий для моего формирования как ученого.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сенчук И.В. Оценка метаболического статуса при кетозе овцематок. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):265-272. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>

Поступила: 03.04.2019

Принята к публикации: 20.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Evaluation of metabolic status of ewes infected with ketosis

© 2019. Ivan V. Senchuk✉

Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit)
of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation

Ketosis in ewes is one of the limiting factors for the development of sheep farming. But the lack of knowledge about this disease is an obstacle in the development of effective treatments and reliable methods of prevention. This article presents the results of studying the peculiarities of the state of metabolism in the body of ewes of the Tsigai breed of the Black Sea type during ketosis. To do this, in the farms of the Crimea the identification of ewes infected with ketosis, which had been subjected to clinical and laboratory research methods, was carried out. It has been established that with this pathology there is an increase in the intensity of ketogenesis against the background of severe energy deficit. This was manifested by a statistically significant increase in the concentration of the total amount of ketone bodies from 0.43 ± 0.01 to 1.57 ± 0.06 mol/l ($p < 0.001$), which occurred mainly due to acetone and acetoacetic acid. Their relative share in the total number of ketone bodies was 28.66%, while in healthy ones - 5.58%. The blood glucose level was reduced by 28.6% compared with clinically healthy sheep. The presence of a negative correlative relationship was revealed between the concentration of glucose and the level of ketone bodies - $r = -0.64$. Besides, in ewes infected with ketosis, symptoms of

hepatocyte damage were noted: an increase in the concentration of total serum protein, hypoalbuminemia, dysproteinaemia, an increase in the level of total bilirubin, total cholesterol, increased activity of AsAT, ALAT and GGTP. It proved the occurrence of the same polymorbid pathology (ketosis and hepatodystrophy) in the same animals. This was confirmed by the revealed positive correlative relationship between the concentration of ketone bodies and the activity of the enzymes under study: AsAT – $r = +0.57$, ALAT – $r = +0.49$, GGTP – $r = +0.55$; and between the level of ketone bodies and total bilirubin – $r = +0.44$. It has been concluded that the progress of liver dystrophy aggravating the course of the pathological process should be taken into account when developing or improving methods for treating ketosis in pregnant ewes.

Keywords: ketone bodies, acetone + acetoacetate, metabolism, AST, ALAT, ketogenesis, metabolic acidosis

Acknowledgement: The work was done in the section of the general faculty theme "Scientific support of veterinary welfare of the Crimea and obtaining environmentally friendly and safe products" (state registration number 0107U001317), section 13.1. "Preventive therapy of polymorbid pathology in animals, obtaining environmentally friendly products" and on an initiative basis.

I would like to say sincere words of gratitude in memory of my scientific advisor – doctor of Veterinary sciences, professor Ivan Petrovich Kondrakhin, who has made a lot of efforts for my formation as a scientist.

Conflict of interest: the author stated that there was no conflict of interest.

For citation: Senchuk I.V. Evaluation of metabolic status of ewes infected with ketosis. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):265-272. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>

Received: 03.04.2019

Accepted for publication: 20.05.2019

Published online: 18.06.2019

В условиях Республики Крым, как и во многих других регионах Российской Федерации, овцеводство традиционно являлось важнейшей отраслью животноводства. Сложившиеся в последние десятилетия неблагоприятные условия в Крыму привели к резкому сокращению поголовья овец: в 1990-1992 годах их количество составляло порядка 1050 тыс. голов, а согласно статистическим данным от 1 января 2018 года их число упало до 194,9 тыс. голов¹. Это обусловлено большей частью переходом на рыночные отношения, требующие получения максимальной прибыли при минимальных затратах, что на фоне низкой конкурентоспособности овцеводческих хозяйств привело к серьезным нарушениям в кормлении овец. Это выражается в содержании их на неполноценных рационах с резким недостатком энергетических и пластических веществ, а также макро- и микроэлементов и витаминов [1]. Нередки случаи скармливания овцам недоброкачественного силоса и сенажа, содержащих повышенное содержание масляной кислоты и других продуктов гниения, что неизбежно приводит к появлению заболеваний обмена веществ у жвачных животных [2].

По многим этиологическим факторам и патогенетическим звеньям кетоз суягных овцематок имеет большое сходство с кетозом высокопродуктивных коров, который достаточно хорошо изучен как отечественными, так и иностранными учеными [3, 4, 5].

Установлено, что у больных субклиническим кетозом коров рождаются телята, предрасположенные к заболеванию диспепсией [6], что требует разработки эффективных способов

профилактики данной патологии обмена веществ [7]. У телят, рожденных от больных кетозом коров, отмечают значительные отклонения в нормативных показателях обменных процессов [8].

Одними из последних углубленных научных изысканий, посвященных кетозу коров, являются работы Алексея Владимировича Требухова, предложившего современную классификацию, новые эффективные методы диагностики, лечения и профилактики этого заболевания [8, 9, 10].

Учеными обращено внимание на то, что кетоз высокопродуктивных коров является сочетанной (полиморбидной) патологией, при которой поражаются печень, органы эндокринной, костной и других систем [11, 12, 13, 14].

Литературные источники, освещающие современное состояние изучения кетоза овцематок, весьма ограничены [15], что и обуславливает актуальность проводимых нами исследований.

Цель исследования – изучение особенностей состояния метаболизма при развитии кетоза суягных овцематок.

Материал и методы. Работу выполняли на протяжении 2007-2018 гг. на кафедре терапии и паразитологии Академии биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского и в трех хозяйствах Республики Крым: частном предприятии «Каракаш», опытном хозяйстве Крымского института агропромышленного производства и государственном предприятии «Государственное сельскохозяйственное предприятие «Солнечное».

¹Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: официальная статистика ТО ФСГС по Республике Крым [Электронный ресурс] http://crimea.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/crimea/ru/statistics/stat_Crimea/enterprises/agriculture/ (дата обращения 20.03.2019).

Объектами исследования являлись 116 овцематок цигайской породы (преимущественно причерноморского типа), больных кетозом, и такое же количество клинически здоровых животных, подобранных с учетом принципа парных аналогов (порода, масса тела, физиологическое состояние, время ожидаемого окота). Материалом для исследований являлись цельная кровь и сыворотка крови овцематок, моча.

В крови овцематок определяли количество эритроцитов и лейкоцитов, концентрацию гемоглобина, содержание глюкозы. В сыворотке крови определяли общий кальций, неорганический фосфор, концентрацию общего билирубина, общего холестерина, содержание общего белка, белковые фракции, показатель щелочного резерва, активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ) и гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТП). Исследование проводили с помощью унифицированных методик².

Концентрацию кетоновых тел в крови определяли по методу Р.Я. Трубки в нашей модификации с использованием сдвоенных колб по И.П. Кондрахину [16]. В моче овцематок качественно устанавливали наличие кетоновых тел с помощью реактива Лестраде (состав реактива: натрия нитропрусида – 1,0 г, натрия углекислого безводного – 20,0 г, аммония сернокислого – 20,0 г).

Полученные данные подвергались статистической обработке: проводили вычисление средней арифметической величины (М) и ее ошибки (m), а также коэффициент корреляции (r). Для выявления статистически достоверных различий использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Клинические признаки кетоза овцематок в овцеводческих хозяйствах Крыма регистрировали в позднем и ранневесеннем периодах. Именно с февраля по март отмечали наибольшее количество заболевших животных. Как правило, в это время в Крыму отмечаются резкие ухудшения условий выпаса овец, что на фоне усиленной затраты энергетических и питательных элементов для формирования плода без осуществления достаточного докорма животных концентрированными кормами является основной предпосылкой для развития кетоза овцематок.

Наиболее характерным клиническим симптомом кетоза суягных овцематок является угнетение: больные овцы отстают от стада, вяло реагируют на лай пастушьих собак, чем сразу обращают на себя внимание. Кроме того, отмечали снижение упитанности вплоть до истощения, тахикардию, понижение количества сокращений рубца. Для уточнения диагноза проводили исследование мочи на наличие кетоновых тел с помощью реактива Лестраде, что позволяло с высокой точностью выявлять один из главнейших симптомов кетоза – выраженную кетонурию. Она была установлена у всех овцематок, у которых впоследствии был подтвержден диагноз кетоз. Основные физиологические параметры и данные исследования морфологического состава крови, полученные при обследовании овцематок, приведены в таблице 1. У больных кетозом овцематок количество сокращений сердца и частота дыхательных движений превышали эти же показатели здоровых овец на 9%. Но наиболее существенные отклонения были отмечены в работе рубца: количество рубцовых сокращений при кетозе овцематок было снижено на 30,4% и имело статистически достоверную разницу по сравнению с клинически здоровыми животными.

Также при кетозе овцематок отмечено статистически достоверное понижение количества эритроцитов, что может являться свидетельством угнетения эритроцитопоэза. Наряду с этим установлена выраженная тенденция к снижению концентрации гемоглобина – у здоровых животных его содержание было на 15,1% выше, чем у больных кетозом ($p < 0,001$). Количество лейкоцитов у животных обеих групп имело близкие значения, не выходящие за пределы нормативных величин.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что у овцематок при кетозе значительно повышается концентрация общего количества кетоновых тел (ОККТ): их уровень у больных животных превосходил содержание у здоровых в 3,65 раза ($p < 0,001$). Но особенно выраженное повышение интенсивности кетогенеза отмечали в увеличении концентрации в крови суммы ацетон + ацетоацетат (Ац+Ат): при кетозе ее уровень возрос в 18,75 раза по сравнению с клинически

²Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И. Методы ветеринарно-клинической лабораторной диагностики. Под ред. И.П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.

здоровыми овцами. Характерной особенностью кетоза овцематок является то, что относительная доля Ац+Ат в ОККТ составляла 28,66%, в то время как у здоровых – 5,58%.

Оставшаяся часть в ОККТ приходится на β -оксимасляную кислоту, которая при данной патологии снижается до 71,34%, составляя у здоровых животных 94,42%.

Таблица 1 - Результаты клинического обследования и морфологического исследования крови овцематок при кетозе (M \pm m) /

Table 1 - The results of clinical examination and morphological study of the blood of ewes infected with ketosis (M \pm m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Угнетение / Oppression	+	–
Частота сердечных сокращений, мин / Heart rate, min	84,30 \pm 4,27	76,40 \pm 2,19
Частота сокращений рубца за 2 мин / The frequency of rumen contractions for 2 min	3,20 \pm 0,22*	4,60 \pm 0,45
Частота дыхания, мин / Respiratory rate, min	24,72 \pm 1,37	22,43 \pm 1,05
Эритроциты, Т/л / RBC, T/l	7,07 \pm 0,19**	8,12 \pm 0,18
Лейкоциты, Г/л / WBC, G/l	9,14 \pm 0,25	9,61 \pm 0,27
Гемоглобин, г/л / HB, g/l	97,94 \pm 3,75**	115,40 \pm 2,47

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови овцематок при кетозе (M \pm m) /

Table 2 - Biochemical indicators in the blood of ewes infected with ketosis (M \pm m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	2,12 \pm 0,11**	2,97 \pm 0,08
Кетоновые тела, ммоль/л / Ketone bodies, mmol/l	ацетон + ацетоацетат / acetone + acetoacetate	0,45 \pm 0,03**
	общее количество / total amount	0,02 \pm 0,003
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μ mol/l	1,57 \pm 0,06**	0,43 \pm 0,01
Общий холестерин, ммоль/л / Total cholesterol, mmol/l	8,17 \pm 0,57**	4,4 \pm 0,20
Щелочной резерв, Об% CO ₂ / Alkaline reserve, vol.% CO ₂	3,17 \pm 0,14**	2,546 \pm 0,09
	45,21 \pm 1,39**	52,02 \pm 0,85

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001

Наряду с усилением синтеза кетоновых тел при кетозе суягных овцематок установлено пониженное содержание глюкозы, что является свидетельством энергетического дефицита. Уровень данного метаболита по сравнению с клинически здоровыми овцами был понижен на 28,6%, что свидетельствовало о гипогликемии.

Между концентрацией глюкозы и уровнем кетоновых тел получили отрицательную коррелятивную связь: ОККТ – r = -0,64 и Ац+Ат – r = -0,71. Повышение концентрации общего билирубина, выявленное при кетозе (p<0,001), является убедительным свидетельством нарушения пигментного обмена. Содержание общего холестерина у клинически

здоровых овец было на 19,6% ниже, чем у больных животных. Это может являться следствием возможной патологии обмена липидов.

Показатель щелочного резерва крови при кетозе овцематок был понижен, что служит маркером наличия метаболического ацидоза. Данный параметр имел статистически достоверное более низкое значение по сравнению со здоровыми животными ($p < 0,001$), отличаясь от них на 13,1%.

Параметры уровня общего белка и белковых фракций приведены в таблице 3, из данных которой видно, что у овцематок при кетозе наблюдается гиперпротеинемия. Между концентрацией этого показателя у здоровых и больных овец установлено статистически достоверное различие ($p < 0,05$). Наряду с гиперпротеинемией выявлено развитие диспротеинемии: обнаружено, что у больных овцематок

отмечается достоверное понижение концентрации альбуминовой фракции ($p < 0,05$). Из белков фракции глобулинов наибольшие изменения в содержании произошли в β - и γ -глобулинах. Их уровень при кетозе превышал концентрацию здоровых овец на 37,4 и 10,3% соответственно. Концентрация α -глобулинов у животных обеих групп имела сходные значения без наличия статистических различий ($p > 0,05$).

Величина альбуминово-глобулинового коэффициента (АГК) у овцематок в норме составила 0,892, а при развитии кетоза была понижена до 0,677. Установленное снижение содержания альбуминов и повышение β -глобулинов на фоне повышения уровня общего белка в сыворотке крови может свидетельствовать о выраженной стадии нарушения белоксинтезирующей функции печени.

Таблица 3 - Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови овцематок при кетозе (M \pm m) /
Table 3 - The content of total protein and its fractions of blood serum of ewes infected with ketosis (M \pm m)

Показатель / Index		Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Общий белок, г/л / Total protein, g/l		73,5 \pm 1,35*	69,7 \pm 0,83
Белковые фракции, г/л / Protein fractions, g/l	альбумины / albumins	29,67 \pm 1,04**	32,86 \pm 0,52
	α -глобулины / α -globulins	12,47 \pm 0,57	11,97 \pm 0,48
	β -глобулины / β -globulins	12,07 \pm 0,69***	7,56 \pm 0,38
	γ -глобулины / γ -globulins	19,29 \pm 0,66*	17,31 \pm 0,61

Достоверно при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ / Significantly at * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Параметры минерального обмена веществ и активности ферментов указаны в таблице 4, из данных которой следует, что у овец при кетозе регистрировали выраженное повышение активности трансаминаз: показатель АсАТ у больных кетозом овцематок превышал активность клинически здоровых в 1,94 раза, а АлАТ – в 2,49 раза. Статистически достоверное ($p < 0,001$) увеличение этих ферментов при кетозе может являться свидетельством поражения клеток печени.

Повышение уровня ГГТП, установленное при данной патологии, позволяет предположить наличие внутрипеченочного холестаза. Установлена тенденция к снижению содержания общего кальция при кетозе. Концентрация неорганического фосфора у больных овцематок была на 12,3% выше, чем у здоровых ($p < 0,001$). Согласно литературным данным,

это может являться следствием негативного воздействия повышенной концентрации ОККТ и особенно Ац+Ат на щитовидную и паращитовидную железы [3].

На основании полученных данных можно сделать заключение, что при кетозе суягных овцематок происходит существенное повышение интенсивности кетогенеза, характерной чертой которого является значительное усиление синтеза Ац+Ат. Следствием этого является то, что при данной патологии обмена веществ относительная доля Ац+Ат в ОККТ возрастает более чем в 5 раз (с 5,58% у клинически здоровых до 28,66% у больных кетозом овцематок). Накопление в организме недоокисленных метаболитов сопровождается развитием метаболического ацидоза. Высокая токсичность Ац+Ат приводит к поражению внутренних органов и в частности клеток

печени. Это подтверждается лабораторными маркерами, указывающими на нарушение белкового, пигментного и липидного обмена веществ, а именно: гиперпротеинемией, диспротеинемией, гипоальбуминемией, умеренной

гипербилирубинемией и гиперхолестеролиемией. Кроме того, выявлена повышенная активность ферментов в сыворотке крови, указывающая на деструктивные процессы в гепатоцитах больных овец.

Таблица 4 - Показатели минерального обмена и активности индикаторных ферментов в сыворотке крови овцематок (M±m) /

Table 4 - Indicators of mineral metabolism and activity of indicator enzymes in the blood serum of ewes (M±m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
АсАТ, Ед/л / AsAT, U/l	108,9±7,98**	56,1±3,50
АлАТ, Ед/л / ALAT, U/l	45,74±2,04**	18,3±1,20
ГГТП, Ед/л / GGTP, U/l	44,94±3,25**	24,3±1,90
Общий кальций, ммоль/л / Total calcium, mmol/l	2,583±0,05*	2,76±0,04
Неорганический фосфор, ммоль/л / Inorganic phosphorus, mmol/l	1,87±0,06**	1,64±0,04

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001.

Между ОККТ и активностью исследуемых ферментов выявлена положительная коррелятивная связь: АсАТ – r = +0,57, АлАТ – r = +0,49, ГГТП – r = +0,55; между уровнем кетонных тел и общим билирубином – r = +0,44. Это подтверждает то, что кетоз овцематок сопровождается развитием гепатодистрофии, т.е. развитием сочетанной (полиморбидной) патологии. Следовательно, при разработке и совершенствовании способов лечения кетоза суягных овцематок следует обязательно принимать в расчет развитие дистрофии печени, усугубляющей тяжесть протекания патологического процесса.

Выводы. 1. Кетоз суягных овцематок сопровождался выраженным повышением концентрации ОККТ на фоне понижения уровня глюкозы крови с наличием статистической достоверности (p<0,001).

2. Наряду с признаками интенсификации кетогенеза и гипогликемии у больных

овцематок отмечали симптомы поражения гепатоцитов: гиперпротеинемия, гипоальбуминемия, диспротеинемия, увеличение концентрации общего билирубина и общего холестерина, повышение активности АсАТ, АлАТ и ГГТП, что является свидетельством возникновения у одних и тех же животных сочетанной (полиморбидной) патологии – кетоза и гепатодистрофии.

3. У больных кетозом овец отмечали понижение количества эритроцитов и снижение концентрации гемоглобина, характерное для анемии.

4. При кетозе овцематок выявлено наличие начальной стадии нарушения минерального обмена на фоне развития метаболического ацидоза.

5. Ранним и эффективным способом диагностики кетоза овцематок является исследование мочи с помощью реактива Лестраде на наличие кетонных тел.

Список литературы

1. Марчук А.И. Перспективы возрождения овцеводства Крыма. Таврический научный обозреватель. 2017;(1(18)):162-164. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/perspektivy-vozhrozhdeniya-ovtsevodstva-kryma>
2. Жаров А.В., Кондрахин И.П. Кетоз высокопродуктивных коров. М.: Россельхозиздат, 1983. 103 с.
3. Melendez P., Goff J.P., Risco C.A. Incidence of subclinical ketosis in cows supplemented with monesin controlled-release capsule in Holstein cattle, Florida, USA. Preventive Veterinary Medicine. 2006;73:34-42. URL: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.022>
4. Donald C. Beitz Etiology and Prevention of Fatty Liver and Ketosis in Dairy Cattle. Departments of Animal Science and Biochemistry, Biophysics, and Molecular Biology Iowa State University. 2014. 52 p. URL: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2014/beitz.pdf>

5. Эленшлегер А.А., Требухов А.В., Казакова О.Г. Особенности кетогенеза у больных субклиническим кетозом коров до и после отела. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;(10(132)):75-78. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24298818>
6. Михин Г.Г. Влияние субклинического кетоза коров на заболевание телят диспепсией. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013;(3 (41)):109-111. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-subklinicheskogo-ketoza-korov-na-zabolevanie-telyat-dispepsiey>
7. Батанова О.В., Эленшлегер А.А. Профилактика субклинического кетоза коров. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006;(5(25)):32-34. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/profilaktika-subklinicheskogo-ketoza-korov>
8. Требухов А.В. Взаимосвязь показателей белкового обмена больных кетозом коров и их телят. Ветеринария. 2016;(9):42-45. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26708828>
9. Требухов А.В., Эленшлегер А.А., Ковалев С.П. Кетоз молочных коров: монография. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. 123 с.
10. Требухов А. В. Клинико-биохимические аспекты кетоза у молочных коров. Ветеринария. 2017;(10):46-49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30271578>
11. Кондрахін І. Етіологічний та патогенетичний зв'язок множинної патології, особливості лікування і профілактики. Ветеринарна медицина України. 2006;(2):9-10.
12. Кондрахин И.П. Изучение сочетанных внутренних болезней животных – приоритетное научное направление. Ветеринария. 2005;(11):44-45.
13. Сахнюк В.В., Левченко В. І., Чуб О.В. Профілактика множинної внутрішньої патології у високопродуктивних тварин. Науковий вісник ветеринарної медицини. Вип.1. 2015. С. 30-37. Режим доступа: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvnm_2015_1_9
14. Vernon R. Lipid metabolism during lactation: A review of adipose tissue – liver interactions and the development of fatty liver. J. Dairy Res. 2005;72:460-469. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001299>
15. Kolb E., Kaskous S. Patho-biochemistry aspects of pregnancy ketosis of shaf and goats. Tierärztliche Umschau 2004; 59(7):374-380. https://www.researchgate.net/publication/286014882_Patho-biochemical_aspects_of_pregnancy_ketosis_in_sheep_and_goats
16. Кондрахин И.П., Сенчук И.В. Определение кетоновых тел в крови по методу Р.Я. Трубки в свдвоенных колбах по И.П. Кондрахину. Ветеринария. 2009;(2):54-56. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930846>

References

1. Marchuk A.I. *Perspektivy vrozozhdeniya ovtsevodstva Kryma*. [Prospects for the revival of sheep raising in the Crimea]. *Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel*. 2017;(1(18)):162-164. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/perspektivy-vozzozhdeniya-ovtsevodstva-kryma>
2. Zharov A.V., Kondrakhin I.P. *Ketoz vysokoproduktivnykh korov*. [Ketosis of highly productive cows]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1983. 103 p.
3. Melendez P., Goff J.P., Risco C.A. Incidence of subclinical ketosis in cows supplemented with monesin controlled-release capsule in Holstein cattle, Florida, USA. Preventive Veterinary Medicine. 2006;73:34-42. URL: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.022>
4. Donald C. Beitz Etiology and Prevention of Fatty Liver and Ketosis in Dairy Cattle. Departments of Animal Science and Biochemistry, Biophysics, and Molecular Biology Iowa State University. 2014. 52 p. URL: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2014/beitz.pdf>
5. Elenshleger A.A., Trebukhov A.V., Kazakova O.G. *Osobennosti ketogeneza u bol'nykh subklinicheskim kетozom korov do i posle otela*. [Features of ketogenesis in cows infected with subclinical ketosis before and after calving]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2015;(10(132)):75-78. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24298818>
6. Mikhin G.G. *Vliyanie subklinicheskogo ketoza korov na zabolevanie telyat dispepsiey*. [Influence of subclinical ketosis in cows on dyspepsia incidence in calves]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2013;(3 (41)):109-111. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-subklinicheskogo-ketoza-korov-na-zabolevanie-telyat-dispepsiey>
7. Batanova O.V., Elenshleger A.A. *Profilaktika subklinicheskogo ketoza korov*. [Prevention of subclinical ketosis in cows]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2006;(5(25)):32-34. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/profilaktika-subklinicheskogo-ketoza-korov>

8. Trebukhov A.V. *Vzaimosvyaz' pokazateley belkovogo obmena bol'-nykh ketozom korov i ikh telyat*. [The relation of protein metabolism indicators in cows infected with ketosis and their calves]. *Veterinariya* = Veterinary. 2016;(9):42-45. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26708828>
9. Trebukhov A.V., Elenshleger A.A., Kovalev S.P. *Ketoz molochnykh korov: monografiya*. [Ketosis of dairy cows: a monograph]. Barnaul: *RIO Altayskogo GAU*, 2016. 123 p.
10. Trebukhov A.V. *Kliniko-biokhimicheskie aspekty ketoza u molochnykh korov*. [Clinical and biochemical aspects of ketosis in dairy cows]. *Veterinariya* = Veterinary. 2017;(10):46-49. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30271578>
11. Kondrakhin I. *Etiologichnyi ta patogenetichnyi zv'yazok mnozhinnoi patologii, osoblivosti likuvannya i profilaktiki*. [Etiological and pathogenetic connection of multiple pathology, features of treatment and prevention]. *Veterinarna meditsina Ukraini*. 2006;(2):9-10. (In Ukr.).
12. Kondrakhin I.P. *Izuchenie sochetannykh vnutrennikh bolezney zhi-votnykh – prioritetnoe nauchnoe napravlenie*. [The study of combined internal animal diseases - priority scientific direction]. *Veterinariya* = Veterinary. 2005;(11):44-45. (In Russ.).
13. Sakhnyuk V.V., Levchenko V. I., Chub O.V. *Profilaktika mnozhinnoi vnutrishn'oi patologii u visokoproduktivnykh tvarin*. [Prophylaxis of multiple internal pathology in highly productive animals]. *Naukoviy visnik veterinarnoi meditsini*. Vip.1. 2015. S. 30-37. (In Ukr.). URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=nvwm_2015_1_9
14. Vernon R. Lipid metabolism during lactation: A review of adipose tissue – liver interactions and the development of fatty liver. *J. Dairy Res.* 2005;72:460-469. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001299>.
15. Kolb E., Kaskous S. Patho-biochemistry aspects of pregnancy ketosis of shaf and goats. *Tierärztliche Umschau* 2004; 59(7):374-380. https://www.researchgate.net/publication/286014882_Patho-biochemical_aspects_of_pregnancy_ketosis_in_sheep_and_goats
16. Kondrakhin I.P., Senchuk I.V. *Opreделение ketonovykh tel v krovi po metodu R.Ya. Trubki v sdvoennykh kolbakh po I.P. Kondrakhinu*. [Determination of ketone bodies in the blood by the method of R.Y. Trubky in double flasks according to I.P. Kondrakhin]. *Veterinariya* = Veterinary. 2009;(2):54-56. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930846>

Сведения об авторах

✉ **Сенчук Иван Викторович**, кандидат вет. наук, доцент кафедры терапии и паразитологии, Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», п. Аграрное, г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация, 295492, e-mail: rectorat@abip.cfuv.ru, e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5650-617X>

Information about the authors:

✉ **Ivan V. Senchuk**, PhD in Veterinary sciences, associate professor, Department of Therapy and Parasitology, Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, p. Agrarian, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation, 295492, e-mail: rectorat@abip.cfuv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5650-617X>, e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor