

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУКЦИНАТА КОБАЛЬТА В СОСТАВЕ ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ И ГЛИЦЕРИНА ДЛЯ ВОСПОЛНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ КОРОВ

Алексей Алексеевич Евглевский, доктор ветеринарных наук, профессор  
ФГБНУ Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск, Россия  
E-mail: evgl46@yandex.ru

**Аннотация.** В качестве активаторов процессов пищеварения и энергетического обмена обосновывается возможность применения сукцинатов, в частности сукцината кобальта. Это хорошо известный в ветеринарии и молочном животноводстве препарат. Показание для его применения чаще всего обусловлено потерей аппетита и не только. Кобальта хлорид входит в состав кобаламинов (витамин В12). При его дефиците значительно ухудшается синтез пропионовой кислоты – основного предшественника образования глюкозы, то есть энергии. В наших опытах сукцинат кобальта (соль янтарной кислоты) применялся в комплексе с кормовыми энергетиками пропиленгликолем и глицерином. В ходе биохимических исследований установлено, что данная комбинация обеспечивает хорошо выраженный клинический эффект, качественно улучшает метаболическую функцию печени. На это указывает восстановление показателей триглицеридов, кетоновых тел, ферментов переаминирования (AsAt и AlAt). Нормализация резервной щелочности свидетельствует о том, что энергетический обмен идет без накопления субстратов – лактата и кетокислот. Такой эффект достигается за счет активации аэробного пути синтеза энергии, который в 19 раз превосходит анаэробный гликолиз. Из-за технологической и экономической доступности, экологической безопасности и абсолютной безвредности для организма животных разработку целесообразно применять в производстве.

**Ключевые слова:** коровы, кормовые энергетика, энергетический обмен, кобальта хлорид, сукцинаты

## THE EFFECTIVENESS OF COBALT SUCCINATE IN PROPYLENE GLYCOL AND GLYCERIN COMPOSITION TO REPLENISHMENT OF ENERGY DEMANDS FOR CAWS

Al.A. Evglevskiy, *Grand PhD in Veterinary Sciences, Professor*  
FGBNU Kursk Federal Agrarian Research Center, Kursk, Russia  
E-mail: evgl46@yandex.ru

**Abstract.** As activators of digestive processes and energy metabolism, the possibility of using succinates, in particular cobalt succinate, is justified. This is a well-known drug in veterinary medicine and dairy farming. The indication for its use is most often due to the perversion of appetite and not only. The fact is that cobalt chloride is part of the cobalamines – that is, vitamin B-12. Just with a deficiency of vitamin B-12, the synthesis of propionic acid, the main precursor of glucose formation, that is, energy, significantly worsens. In our experiments, cobalt succinate (succinic acid salt) was used in combination with feed energetics propylene glycol and glycerin. In the course of biochemical studies, it was found that this combination provides a well-pronounced clinical effect, qualitatively improves the metabolic function of the liver. This is indicated by the positive results of normalization of triglycerides, ketone bodies, transamination enzymes- AsAt and AlAt. Normalization of the reserve alkalinity index indicated that the energy exchange goes on without accumulation of problematic lactate and ketoacids substrates. It is quite obvious that this effect is achieved by activating the aerobic pathway of energy synthesis. Activation of the aerobic pathway of energy synthesis is the most effective approach to filling the energy deficit in the body. The aerobic energy synthesis pathway is 19 times more powerful than anaerobic glycolysis. As for the application of the development in production? Then here, everything is technologically simple, economically affordable, environmentally safe and absolutely harmless to the body of animals.

**Keywords:** cows, feed energy, energy exchange, cobalt chloride, succinates

Мировой опыт современного промышленного животноводства свидетельствует о том, что на фоне достижений в селекции коров на высокую молочную продуктивность появился целый спектр трудно разрешимых проблем. Одна из них – высокая энергетическая потребность высокоудойных коров, которая невосполнима при использовании традиционных кормов, в том числе высококалорийных концентратов зерновых. Особенно важно обеспечить организм коров энергией в предотельный период и при выходе на пик молочной продуктивности. В настоящее время разработано большое количество энергетических добавок. [13] Многие из них основаны на использовании в качестве энергетического компонен-

та многоатомных спиртов – пропиленгликоля (ПГ) и глицерина (жироподобные энергетика), реже – защищенных жиров. Но их применение сопряжено с отрицательным действием на здоровье лактирующих коров. Механизм действия заключается в том, что, всасываясь из пищеварительной системы (рубец), они гематогенным путем поступают в печень, где быстро вовлекаются в энергетический обмен. По скорости глюकोгенного действия экзогенный глицерин опережает эндогенный, синтезирующийся из жировых запасов собственного тела. Применение кормового глицерина позволяет снизить интенсивность эндогенного гидролиза жиров, но не решить проблему жирового метаболизма, синтеза

глюкозы и энергетического обеспечения организма коров в напряженные производственные периоды эксплуатации.

Синтез глюкозы происходит из глицерина. Пропиленгликоль вначале должен превратиться в глицерин, а это дополнительные энергетические затраты для организма, что учитывают в животноводстве стран Европы, отдавая предпочтение кормовому глицерину, а не пропиленгликолю. [1, 18, 20, 22]

Таким образом, использование в моноформе пропиленгликоля и глицерина – не оптимальный подход восполнения энергетических потребностей организма и, как свидетельствуют клинические наблюдения, не снижает риск развития жирового гепатоза у коров. [13] Существует большое количество энергетических добавок, в основе которых пропиленгликоль и глицерин. [11] Однако включение в состав пропиленгликоля или глицерина тех или иных компонентов, зачастую не обосновывается. Что касается энергоёмкости жиров, то она значительно выше, чем у углеводов. При окислении одной молекулы глюкозы производится 38 молекул АТФ, одной молекулы жира – 130. Но при окислении жира требуется намного больше кислорода, чем при окислении углеводов. От того по какому пути пойдет синтез энергии зависит ее количественный выход. При аэробном окислении одной молекулы глюкозы синтезируется 38 молекул АТФ, в 19 раз больше, чем при анаэробном гликолизе. Из-за крайне низкой энергетической продуктивности, анаэробный гликолиз способен произвести энергию лишь для минимального обеспечения жизнеспособности организма. В условиях анаэробноза, синтез энергии идет с образованием большого количества побочных продуктов энергетического обмена – лактата, кетокислот, холестерина. А это основной патобиохимический аспект, от которого зависит состояние здоровья и продуктивное долголетие высокоудойных коров. [9, 10, 15] При большом накоплении лактата, кетокислот и ограниченной вовлеченности их в энергетический обмен они становятся токсичными для организма. [9, 19] Животные (коровы) быстро слабеют, теряют продуктивность и многих из них приходится выбраковывать. До последнего времени в медицинском и ветеринарном практическом здравоохранении анаэробноза энергетических процессов не принимали во внимание. Отсюда трудно разрешимые проблемы метаболизма, здоровья людей и животных. Принимая во внимание побочное действие пропиленгликоля и глицерина, нами проведены многочисленные экспериментальные и клинические опыты по применению сукцинатов для активации энергетического обмена. [3]

Цель работы – раскрытие проблемных аспектов превращения жироподобных энергетиков пропиленгликоля и глицерина в энергию и обоснование применения сукцината кобальта для потенцирования энергетического метаболизма.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве кормовых энергетиков использовали пропиленгликоль, глицерин и их экспериментальные варианты, включающие сукцинат кобальта

(Янтарная кислота (ЯК) в комплексе с кобальта хлоридом). Целесообразность ввода в состав пропиленгликоля сукцината кобальта, а также количественный объем используемых компонентов, мы отражаем в научном обосновании результатов исследований.

Клинические опыты проведены на высокоудойных коровах Льговской опытно-селекционной станции.

В подопытные группы включали новотельных коров при наличии клинически выраженных симптомов ацидоза рубца. Отбор дополнительно подтверждали результатами биохимических исследований крови. Анализ проводили на автоматическом анализаторе Eos Bravo forte (Hospitex Diagnostics, Италия) Курской областной ветеринарной лаборатории с использованием диагностических наборов Абрис (Россия). Основные биохимические показатели – резервная щелочность, уровень содержания кетоновых тел, глюкоза. Исследовали гематологические показатели. Уровень гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, количество эритроцитов – в камере Горяева.

Испытуемые композиции выпаивали индивидуально с кратностью – раз в два дня (на 10, 13, 15, 17-е сутки).

В каждой группе отобрали по пять коров, имевших близкие фоновые биохимические показатели. У них брали кровь (из яремной вены) для последующих контрольных биохимических и гематологических исследований.

Цифровые данные биометрически обрабатывали в программе Excel. Значимость различий между группами оценивали с помощью параметрического t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Возможность потенцирования энергетической и метаболической активности пропиленгликоля мы показали при разработке комплексных энерго-метаболических составов на основе пропиленгликоля и янтарной кислоты, глицерина и янтарной кислоты. [2, 4] Результаты клинических опытов свидетельствуют о том, что композиции на основе пропиленгликоля (глицерин) с янтарной кислотой или ее солями (сукцинаты) обладают не только энергетической, но и метаболической активностью. В ходе применения энергометаболических композиций было выявлено, что клиническая эффективность значительно повышается при параллельном применении инъекционного цианокобаламина или таблетированного кобальта хлорида. Цианокобаламин (витамин В12) в гуманной и ветеринарной медицине – один из важнейших эссенциальных для живого организма витаминов. [1, 7]

Витамин В12 необходим для лактирующих коров. [6, 8, 14] Синтезируемая в рубце пропионовая кислота (основной предшественник образования глюкозы) тесно связана с витамином цианокобаламином. [16, 17, 21] При дефиците витамина В12 значительно ухудшается синтез пропионовой кислоты, у коров развиваются заболевания (молочная лихорадка, кетоацидоз, ожирение печени), приводящие к преждевременному выбытию. Эссенциальная по-

требность цианокобаламина у жвачных животных — миллионная доля грамма на килограмм массы тела. Кобальта хлорид входит в состав витамина В12. Показание для применения кобальта хлорида — отсутствие аппетита. Его вводят в пищевой рацион животным при нарушении рубцового пищеварения. Кроме того, витамин В12 — катализатор эритропоэза, поэтому его можно использовать для активации аэробного пути синтеза энергии.

Экзогенно вводимая янтарная кислота и ее соли даже при минимальных дозировках обеспечивают нетипично высокий энергетический и метаболический эффект, например, в десятки раз увеличивается способность потребления кислорода клетками печени. [6]

Так как печень — это центральный орган выработки глюкозы, то в условиях низкого кислородного обеспечения применение сукцинатов будет способствовать активации аэробного пути синтеза энергии.

Мощность системы энергопродукции, замыкающейся на янтарной кислоте и ее солях, в сотни раз превосходит все другие системы энергообразования организма. [5, 8, 12, 14] Вышеуказанные аргументы послужили основанием для использо-

вания сукцината кобальта в качестве потенциального активатора аэробного пути синтеза энергии и для улучшения процессов рубцового пищеварения, в том числе усвоения пропионовой кислоты. В конечном итоге высока вероятность, что это позволит активизировать энергетический обмен, снизить риск развития патобиохимических процессов при активном эндогенном липолизе и белковым перекорме. В предварительных опытах установлено, что выпаивание кобальта хлорида (0,05 г) в комплексе с янтарной кислотой (30 мг/кг живой массы) приводило к более выраженному улучшению аппетита, по сравнению с применением кобальта хлорида в моноформе. Имеющиеся данные мы использовали в комбинациях на основе базовых энергетиков пропиленгликоля и глицерина вместе с янтарной кислотой и кобальта хлоридом. В разовой дозе испытуемые композиции включали следующие компоненты.

*Композиция № 1.* Глицерин — 150 г, янтарная кислота — 15 г, кобальта хлорид — 0,1 г. Разведение питьевой водой до объема 500 мл (IV группа). В качестве сравнения использовали глицерин (150 г) в комплексе с янтарной кислотой (15 г), разведение до 500 мл (V).

**Влияние испытуемых композиций на биохимические и гематологические показатели коров**

Показатель	Нормативный показатель	Группа I (ЯК+кобальта хлорид)	Группа II (ПГ+ЯК+кобальта хлорид)	Группа III (ПГ+ЯК)	Группа IV (глицерин+ЯК+кобальта хлорид)	Группа V (глицерин+ЯК)	Группа VI (кобальта хлорид)
Общий белок, г/л	70...85	85,48±3,44	85,47±3,52	85,74±3,56	85,73±2,56	85,74±3,65	85,76±3,42
		84,32±3,39	83,45±3,44	83,37±3,42	82,43±2,24	82,56±3,47	85,29±3,52
		83,54±3,42	83,52±3,23	83,41±3,46	83,18±2,43	83,52±3,45	83,48±3,47
Резервная щелочность, ммоль/л	19...27	16,76±0,52	17,08±0,54	17,12±0,39	17,12±0,42	17,19±0,38	17,29±0,19
		19,53±0,47	19,43±0,37*	19,56±0,62*	20,39±0,56*	19,87±0,54*	17,58±0,41
		19,39±0,62	20,31±0,43*	20,42±0,51*	21,15±0,24*	20,45±0,54*	18,53±0,31
Билирубин общий, мкмоль/л	0,2...5,1	6,39±0,25	6,29±0,42	6,31±0,34	6,32±0,41	6,35±0,52	6,37±0,48
		5,43±0,34	5,41±0,32	5,86±0,43	5,19±0,33	5,33±0,29	6,29±0,42
		5,19±0,27*	5,36±0,41*	5,47±0,35*	5,16±0,21*	5,18±0,36*	6,22±0,34
Кетоновые тела, ммоль/л	0,3...1,2	1,7±0,03	1,8±0,02	1,8±0,02	1,8±0,03	1,8±0,02	1,9±0,04
		1,5±0,03	1,5±0,03	1,7±0,03	1,3±0,04*	1,6±0,04	1,8±0,03
		1,3±0,02*	1,4±0,02*	1,5±0,03	1,2±0,02*	1,3±0,04	1,7±0,05
Глюкоза, ммоль/л	2,2...3,3	2,3±0,05	2,3±0,04	2,2±0,05	2,3±0,07	2,2±0,02	2,2±0,03
		2,4±0,04	2,4±0,02*	2,4±0,05	2,5±0,06*	2,4±0,07	2,3±0,05
		2,5±0,02	2,6±0,01	2,6±0,02	2,7±0,04*	2,6±0,04	2,4±0,06
Триглицериды, ммоль/л	0,17...0,50	0,63±0,08	0,61±0,07	0,72±0,07	0,74±0,05	0,59±0,07	0,61±0,08
		0,54±0,05	0,67±0,05	0,69±0,05	0,64±0,04	0,60±0,01	0,53±0,09
		0,53±0,03	0,55±0,04	0,59±0,04	0,62±0,03	0,60±0,05	0,55±0,08
Аспартат аминотрансфераза (АсАТ), ед/л	30...90	92,6±5,2	91,8±5,2	92,6±4,9	92,8±4,5	91,7±4,6	92,3±4,5
		86,7±4,8	86,5±4,7	87,2±4,3	81,6±3,7	85,4±3,9	91,6±3,7
		73,4±4,1*	74,6±4,2*	76,5±4,3	72,5±3,2*	74,3±3,7*	90,5±3,2
Аланин аминотрансфераза (АлАТ), ед/л	25...50	52,7±3,1	53,2±2,9	52,8±2,7	52,5±2,5	53,6±2,7	52,6±2,4
		41,6±2,8*	41,4±2,6*	43,2±2,6*	41,3±2,4*	41,2±2,5*	51,7±2,9
		39,2±2,6*	40,3±2,5*	42,4±2,8*	39,6±2,7*	40,7±2,6*	49,3±2,7
Эритроциты, 10...12/мл	5...7,5	5,11±0,59	5,12±0,55	5,16±0,47	5,14±0,51	5,08±0,45	5,09±0,42
		6,07±0,52	6,59±0,43	6,54±0,59	7,02±0,57*	5,91±0,52	5,64±0,35
		6,74±0,48	7,24±0,36*	6,71±0,45	7,23±0,34*	6,05±0,29	5,76±0,28
Гемоглобин, г/л	90...120	87,4±3,7	88,5±3,4	89,1±3,4	89,5±3,4	89,7±3,5	89,6±3,3
		90,4±3,9	91,4±3,7	90,6±3,7	93,2±3,3	90,8±3,7	89,4±3,5
		95,7±4,1	96,8±3,8	94,54±3,8	95,4±3,2	94,5±3,2	89,8±3,4

*Примечание.* Первое цифровое значение — до эксперимента, второе — на седьмые сутки эксперимента, третье — на десятые; \* P<0,05 по отношению к показателям коров VI группы.

*Композиция № 2.* Пропиленгликоль – 150 г, янтарная кислота – 15 г, кобальта хлорид – 0,1 г. Разведение до 500 мл (II). Для сравнения применяли водный раствор пропиленгликоля (150 г) вместе с янтарной кислотой (15 г), разведение до 500 мл (III).

*Контрольная композиция № 3.* Янтарная кислота – 15 г, кобальта хлорид – 0,1 г, разведение до 500 мл (I).

Коровам VI группы давали водный раствор кобальта хлорида (0,1 г).

Испытуемые композиции выпаивали животным на седьмые–восьмые сутки после отела индивидуально, четырехкратно, кратность – раз в три дня.

Выраженные изменения в клиническом статусе стали проявляться уже на вторые сутки у коров, которым выпаивали композиции, содержащие янтарную кислоту. Повысился интерес к корму, жвачка стала активнее. Эффективность действия глицерина с янтарной кислотой была выше, чем у пропиленгликоля с янтарной кислотой.

На третьи сутки видимой разницы в клиническом состоянии коров, которым выпаивали комбинации пропиленгликоль (глицерин) + янтарная кислота в комплексе с кобальта хлоридом (сукцинат кобальта) и получавших композиции с одной янтарной кислотой, не выявлено. В этот же период у коров II, III, IV, V групп обозначились показатели роста молочной продуктивности и повышения содержания жира в молоке. Разница в клиническом состоянии стала проявляться на пятые сутки.

У коров II и IV групп, которым выпаивали комбинации энергетиков с сукцином кобальта, аппетит был гораздо лучше.

У животных VI группы, получавших в моноформе сукцинат кобальта, позитивные изменения (повышение аппетита и слабая жвачка) наблюдали только на 7...10-е сутки.

Биохимические и гематологические исследования представлены в таблице.

Исходные данные общего белка находились в пределах верхней границы физиологических значений. Несколько выше были показатели ферментов АсАТ и АлАТ, кетоновых тел, триглицеридов. Это свидетельствовало о том, что метаболические процессы в печени протекают на пределе ее физиологических возможностей. Повышенные исходные значения кетоновых тел на фоне низкого показателя резервной щелочности указывают на недостаточное кислородное обеспечение окислительных процессов в печени. Отсюда низкий уровень глюкозы и повышенное количество кетоновых тел.

При контрольных биохимических исследованиях на 7...10-е сутки тенденция роста резервной щелочности у коров I-V групп свидетельствовала о том, что окислительные процессы в печени идут в условиях достаточного кислородного обеспечения и не сопровождаются накоплением побочных продуктов энергетического обмена в виде кетокислот, лактата.

На нормализацию метаболической функции печени у коров этих групп указывают показатели снижения уровня ферментов АлАТ и АсАТ, общего билирубина, кетоновых тел.

С применением в моноформе кобальта хлорида (VI группа) значимых биохимических изменений не отмечено.

У коров II и IV групп, получавших пропиленгликоль (глицерин) + янтарная кислота + кобальта хлорид, биохимические показатели на десятые сутки имели более выраженные позитивные значения по сравнению с аналогичными показателями животных III и V групп. В этот период уровень эритроцитов и гемоглобина коров I, II и IV групп был выше, чем у особей других групп. Это обусловлено позитивным фармакологическим действием кобальта хлорида на синтез цианокобаламина, что положительно отразилось на эритропоэзе. Процесс эритропоэза тоже энергозатратный и для его активации требуется энергетическая стимуляция, поэтому у коров VI группы менее выраженный эффект влияния на эритропоэз и насыщенность гемоглобином эритроцитов по отношению к аналогичным показателям животных I, II и IV групп.

**Выводы.** Проведенный научный анализ, посвященный вопросам превращения жироподобных энергетиков пропиленгликоля и глицерина в энергию, проблеме активации энергетического обмена, клинические наблюдения, результаты биохимических и гематологических исследований подтверждают, что активация аэробного синтеза энергии с применением сукцинатов – ключевое звено выполнения энергетических потребностей организма высокопродуктивных коров. Экономически доступно и абсолютно безопасно для снижения побочного действия кормовых энергетиков пропиленгликоля и глицерина может быть использование сукцината кобальта. Включение сукцината кобальта в состав пропиленгликоля и глицерина обеспечивает хорошо выраженный клинический эффект, качественно улучшает метаболическую функцию печени, создает условия для вовлечения в энергетический обмен субстратов лактата и кетокислот.

Научно обоснована концепция активации аэробного синтеза энергии с сукцинатами и в клинических исследованиях доказана эффективность сукцината кобальта в составе пропиленгликоля и глицерина для выполнения энергетических потребностей высокопродуктивных коров.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бышевский А.Ш., Волосатов А.А., Карпова И.А. и др. Витамин В-12 и гомеостаз. Фундаментальные исследования. 2013. № 2-1. С. 221–226;
2. Евглевская Е.П., Евглевский А.А. Известные и неизвестные аспекты применения пропиленгликоля и глицерина и возможные пути их решения // Ветеринария и кормление. 2022. № 1. С. 24–28. DOI: 10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2022-1-5.
3. Евглевский А.А., Скира В.Н., Михайлова И.И. Активация энергетического обмена и коррекция метаболизма у коров с применением энергетиков. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 5. С. 68–72
4. Евглевский А.А., Скира В.Н., Турнаев С.Н. и др. Эффективность применения энергометаболического состава на основе органических кислот при кормовом микотоксикозе коров. Ветеринария. 2018. № 10. С. 44–47.
5. Кондрашова М.Н., Захарченко М.В., Самохвалов В.А. и др. Сигнальное действие янтарной кислоты и ее лечебное применение в малых дозах. Регуляторы энер-

- гетического обмена. Клинико-фармакологические аспекты. Под ред. В.А. Хазанова. Томск, 2005. С. 8–16.
6. Кондрашова М.Н., Маевский Е.И., Бабаян Г.В. Адаптация к гипоксии посредством переключения метаболизма на превращения янтарной кислоты. В сб. Митохондрии. Биохимия и ультраструктура. М.: Наука, 1973. С. 112–129.
  7. Красновский А.Л., Григорьев С.П., Алёхина Р.М. и др. Современные возможности диагностики и лечения дефицита витамина В-12. Клиницист. 2016. Т. 10. № 3. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2016-10-3-15-25>
  8. Маевский Е.И., Гришина Е.В., Розенфельд А.С. Обоснование использования биологически активных добавок Янтавит и Митомин на основе янтарной кислоты. Научно-популярный мед. Журнал. 2000. Т. 1. С. 25–31.
  9. Мищенко В.А., Мищенко А.В., Черных О.Ю. Проблема патологии печени у высокопродуктивных коров Ветеринария Кубани. 2014. № 2. С. 11–12.
  10. Мищенко В.А., Мищенко А.В., Яшин Р.В. и др. Метаболические заболевания крупного рогатого скота. Ветеринария сегодня. 2021. № 3 (38). С. 184–189.
  11. Морозова Л.А., Миколайчик И.Н. Пропиленгликоль как источник энергии для высокопродуктивных коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2009. № 5. С. 29–32
  12. Орлов Ю.П. Энергетический дефицит при критических состояниях: значение сукцинатов. Ж. «Медицина неотложных состояний». 2016. № 7 (78). С. 124–131.
  13. Подобед Л.И. Какие энергетика для высокопродуктивных коров предпочтительнее? Ж. Эффективное животноводство. 2018. № 4. С. 70–73.
  14. Романцов М.Г., Суханов Д.С., Петров А.Ю. и др. Применение субстратов энергетического обмена при хроническом поражении печени для коррекции метаболических нарушений (экспериментально-клинические исследования. Фундаментальные исследования). 2011. № 3 С. 131–141.
  15. Рядчиков В.Г. Питание и здоровье высокопродуктивных коров. Научный журнал. Куб.ГАУ, 2012. № 79 (05). С. 147–165.
  16. Duplessis M., Lapierre H., Ouattara B. et al. Whole-body propionate and glucose metabolism of multiparous dairy cows receiving folic acid and vitamin B-12 supplements J J. Dairy Sci. 100:8578–8589 <https://doi.org/10.3168/jds.2017.13056>
  17. Duplessis M., Lapierre H., Pellerin D. et al. Effects of intramuscular injections of folic acid, vitamin B-12, or both, on lactational performance and energy status of multiparous dairy cows. J. Dairy Sci. 100:4051–4064 <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12381>
  18. Kupczynski R., Bodarski R., Janeczek W., Kuczaj M. Effect of glycerol and propylene glycol supplementation on metabolic parameters and production performance in periparturient period of dairy cows. Agric. J. 2012. PP. 88–94.
  19. Kupczy ´R., Szumny A., Wujcikowska K., Pachura N. Metabolism, Ketosis Treatment and Milk Production after Using Glycerol in Dairy Cows
  20. Department of Chemistry, Wroclaw University of Environmental and Life Science, Norwida 25, 50-375 Published: 8 August. 2020.
  21. Piantoni P., Allen M. Evaluation of propylene glycol and glycerol infusions as treatments for ketosis in dairy cows. J. Dairy Sci. 2015. V. 98. PP. 5429–5439.
  22. Spence J.D. Metabolic vitamin B-12 deficiency: a missed opportunity to prevent dementia and stroke. Nutr Res. 2016. V. 36(2). PP. 109–116.
  23. White H., Carvalho E., Koser S. et al. Regulation of hepatic gluconeogenic enzymes by dietary glycerol in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 2016. V. 99. PP. 812–817.

## REFERENCES

1. Byshevskij A.Sh. Volosatov A.A. Karpova I.A. i dr. Vitamin V-12 i gomeostaz. Fundamentalnye issledovaniya. 2013. № 2-1. S. 221–226
2. Evglevskaya E.P. Evglevskij A.A. Izvestnye i neizvestnye aspekty primeneniya propilenglikolya i glicerina i vozmozhnye puti ix resheniya Veterinariya i kormlenie. 2022. № 1. S. 24–28. DOI: 10.30917ATT-VK-1814-9588-2022-1-5.
3. Evglevskij A.A. Skira V.N. Mixajlova I.I. Aktivaciya energeticheskogo obmena i korrekciya metabolizma u korov s primeneniem energetikov. Vestnik Rossijskoj selskoxozyajstvennoj nauki. 2020. № 5. S. 68–72
4. Evglevskij A.A. Skira V.N. Turnaev S.N. i dr. E”ffektivnost primeneniya energometabolicheskogo sostava na osnove organicheskix kislot pri kormovom mikotoksikoze korov. Veterinariya. 2018. № 10. S. 44–47.
5. Kondrashova M.N. Zaxarchenko M.V. Samoxvalov V.A. i dr. Signalnoe dejstvie yantarnoj kisloty i ee lechebnoe primenenie v malyx dozax. Regulatory energeticheskogo obmena. Kliniko-farmakologicheskie aspekty. Pod red. V.A. Xazanova. Tomsk 2005. S. 8–16.
6. Kondrashova M.N. Maevskij E.I. Babayan G.V. Adaptaciya k gipoksii posredstvom pereklyucheniya metabolizma na prevrashheniya yantarnoj kisloty. V sb. Mitoxondrii. Bioximiya i ultrastruktura. M.: Nauka, 1973. S. 112–129.
7. Krasnovskij A.L. Grigorev S.P. Alyoxina R.M. i dr. Sovremennye vozmozhnosti diagnostiki i lecheniya deficiita vitamina V-12. Klinicist. 2016. T. 10. 3. DOI: 10.176501818-8338-2016-10-3-15-25
8. Maevskij E.I. Grishina E.V. Rozenfeld A.S. Obosnovanie ispolzovaniya biologicheskix aktivnyx dobavok Yantavit i Mitomin na osnove yantarnoj kisloty. Nauchno-populyarnyj med. Zhurnal. 2000. T. 1. S. 25–31.
9. Mishhenko V.A. Mishhenko A.V. Chernyx O.Yu. Problema patologii pecheni u vysokoproduktivnyx korov Veterinariya Kubani. 2014. № 2. S. 11–12.
10. Mishhenko V.A. Mishhenko A.V. Yashin R.V. i dr. Metabolicheskie zabolevaniya krupnogo rogatogo skota. Veterinariya segodnya. 2021. № 3 (38). S. 184–189.
11. Morozova L.A. Mikolajchik I.N. Propilenglikol kak istochnik energii dlya vysokoproduktivnyx korov Kormlenie selskoxozyajstvennyx zhivotnyx i kormoproizvodstvo. 2009. № 5. S. 29–32
12. Orlov Yu.P. E”nergeticheskij deficit pri kriticheskix sostoyaniyax znachenie sukcinatov. Zh. «Medicina неотложных состояний». 2016. № 7(78). S. 124–131.
13. Podobed L.I. Kskie energetiki dlya vysokoproduktivnyx korov predpochitelnee Zh. E”ffektivnoe zhivotnovodstvo. 2018. № 4. S. 70–73.
14. Romancov M.G. Suxanov D.S. Petrov A.Yu. i dr. Primenenie substratov energeticheskogo obmena pri xronicheskom porazhenii pecheni dlya korrekcii metabolicheskix narushenij (eksperimentalno-klinicheskie issledovaniya. Fundamentalnye issledovaniya). 2011. № 3. S. 131–141.
15. Ryadchikov V.G. Pitanie i zdorove vysokoproduktivnyx korov. Nauchnyj zhurnal. Kub.GAU 2012. № 79 (05). S. 147–165.
16. Duplessis M. Lapierre N. Ouattara V. et al. Whole-body propionate and glucose metabolism of multiparous dairy cows receiving folic acid and vitamin B-12 supplements J J. Dairy Sci. 100:8578–8589. DOI: 10.3168jds.2017.13056

17. Duplessis M. Lapiere H. Pellerin D. et al. Effects of intramuscular injections of folic acid vitamin B-12 or both on lactational performance and energy status of multiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1004051–4064. DOI: 10.3168/jds.2016-12381
18. Kupczynski R. Bodarski R. Janeczek W. Kuczaj M. Effect of glycerol and propylene glycol supplementation on metabolic parameters and production performance in periparturient period of dairy cows. *Agric. J.* 2012. PP. 88–94.
19. Kupczy ´R. Szumny A. Wujcikowska K. Pachura N. Metabolism Ketosis Treatment and Milk Production after Using Glycerol in Dairy Cows
20. Department of Chemistry Wroclaw University of Environmental and Life Science Norwida 25 50-375 Published 8 August 2020.
21. Piantoni P. Allen M. Evaluation of propylene glycol and glycerol infusions as treatments for ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2015. V. 98. PP. 5429–5439.
22. Spence J.D. Metabolic vitamin B-12 deficiency a missed opportunity to prevent dementia and stroke. *Nutr Res.* 2016. V. 36 (2). PP. 109–16.
23. White H. Carvalho E. Koser S. et al. Regulation of hepatic gluconeogenic enzymes by dietary glycerol in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2016. V. 99. PP. 812–817.

*Поступила в редакцию 16.01.2023*

*Принята к публикации 30.01.2023*