

УДК 636.32/.38

DOI: 10.31040/2222-8349-2018-0-3-63-66

**ВЛИЯНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ  
НА УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН В ПЕРИОД СУЯГНОСТИ ОВЦЕМАТОК**

© Н.Н. Некрасова, Г.Ф. Рыжкова

Рассмотрено влияние энергетического состава на основе янтарной кислоты и пропиленгликоля на углеводный обмен овцематок на последних сроках котности. Проведен сравнительный анализ влияния янтарной кислоты как обособлено, так и в комплексе с пропиленгликолем. Литературные данные свидетельствуют об усилении терапевтического действия лекарственных средств и пищевых добавок при их совместном применении. В статье кратко изложен материал обмена углеводов в организме животных. Метаболизм пропиленгликоля в организме заключается в его превращении в глюкозу, которая посредством аэробного и анаэробного циклов расщепляется с образованием молочной и пировиноградной кислот. Проанализированы показатели пировиноградной кислоты и продукты ее распада: молочная кислота и аланин в сыворотке крови суягных овцематок. Проведена статистическая обработка полученных результатов, приведена оценка разности средних, используя коэффициент Стьюдента. Выявлены и обоснованы рекомендации по применению пропиленгликоля и янтарной кислоты в период котности овец. Практическая значимость исследования состоит в том, что длительное применение препарата на последних сроках беременности корректирует показатели молочной и пировиноградной кислот в сыворотке крови и обеспечивает стабильное протекание беременности без токсикозов, осложнений и патологии.

Ключевые слова: энергетический состав, янтарная кислота, пропиленгликоль, овцематки, глюкоза, молочная кислота, пировиноградная кислота, аланин.

Углеводы в организме животных играют немаловажную роль – они являются основным источником энергии и, соединяясь с белками, липидами, образуют структурные компоненты клеток и их мембран. Главный углевод в любом живом организме – глюкоза. Это универсальное вещество, участвующее в обмене веществ, выполняющее энергетическую, пластическую, защитную и опорную функции [1].

Пируваты (соли пировиноградной кислоты) – представляют собой конечный продукт метаболизма глюкозы в процессе гликолиза (процесс окисления глюкозы, при котором из одной молекулы глюкозы образуется две молекулы пировиноградной кислоты). Дальнейший метаболизм пировиноградной кислоты возможен двумя путями: аэробный – пировиноградная кислота превращается в ацетил-кофермент А, который вступает в цикл Кребса, анаэробный – пировиноградная кислота подвергается расщеплению с образованием молочной кислоты. Молекула молочной кислоты

в два раза меньше молекулы глюкозы, соответственно, гормональная поддержка ей не нужна – она с легкостью сама проходит через клеточные мембраны, а ее функция в организме очень похожа на главную функцию глюкозы – обеспечение организма необходимой энергией. Таким образом, лактат участвует в регуляции углеводного обмена [2, 3].

При всем этом пировиноградная кислота является «точкой пересечения» многих метаболических путей. В процессе превращения пирувата снова выделяется глюкоза (глюконеогенез – образование глюкозы из неуглеводных соединений, в частности из пирувата), жирные кислоты, этанол, энергия и аминокислота аланин.

В период беременности в организме животных происходит гормональная перестройка организма матери, повышается потребность в энергии, которая возрастает вдвое, необходима поддержка иммунной системы, появляются симптомы токсикоза, а также возникает риск возникновения осложнений. При этом плоду

НЕКРАСОВА Наталья Николаевна, Курская биофабрика – Фирма «Биок»,  
e-mail: natalja-nekrasova4@rambler.ru

РЫЖКОВА Галина Федоровна – д.б.н., Курская государственная сельскохозяйственная академия  
им. И.И. Иванова, e-mail: galina49@mail.ru

необходимо развиваться в благоприятных условиях, хорошо снабжаться кислородом и питательными веществами [4].

В настоящее время опубликовано большое количество литературы об использовании янтарной кислоты в животноводстве и разработан не один десяток препаратов на ее основе [5]. Не стоит забывать, что использование янтарной кислоты перспективнее в ее сочетании с веществами, поддерживающими метаболизм в необходимом для организма направлении. Янтарную кислоту можно применять в сочетании с лекарственными средствами для усиления их действия, а также с другими пищевыми добавками, которые работают друг с другом как синергисты. Например, янтарная кислота в сочетании с глюкозой снижает последствия интоксикации организма, повышает его способность противостоять отравляющим действиям некоторых веществ и свободных радикалов [6].

Внешний источник глюкозы – пропиленгликоль [7]. Установлено, что длительное скармливание пропиленгликоля жвачным животным в период беременности приводит к обеспечению процессов метаболизма глюкозой и, как следствие, восполняет недостаток углеводов и энергии в период вынашивания плода [8].

Для подтверждения теоретических данных было решено провести исследование о влиянии янтарной кислоты и пропиленгликоля на углеводный обмен в период суягности овцематок.

Объектом исследования были выбраны 15 овцематок романовской породы и разделены на 3 группы по 5 особей в каждой: контрольная группа и 2 опытных. Животные были подобраны по принципу аналогов: возрасту, упитанности, породности, и срокам котности. Исследование проводилось на базе ФГУП Учхоз Знаменское КГСХА имени профессора И.И. Иванова.

Первой опытной группе овцематок, находящихся на 3 месяце котности, задавали энергетический состав с янтарной кислотой непосредственно в воду каждое утро 2 раза в неделю в течение 2 месяцев (из расчета 0,03г янтарной кислоты на кг веса животного). Второй опытной группе овцематок задавали энергетический состав с янтарной кислотой и пропиленгликолем. Доза янтарной кислоты аналогично, как и в первой группе, а пропиленгликоля – 20–50 мл на голову. Первые 2 недели вводили в рацион по 20 мл на голову, постепенно увеличивая норму до 50 мл, и в дальнейшем доза не менялась. Контрольная группа не получала ни один из препаратов.

Забор крови у животных проводили до начала эксперимента (контрольные показатели) и по истечении 2, 4 и 8 недель исследования соответственно. Полученные данные обработаны, сведены в таблицы, представленные ниже.

Лабораторные исследования сыворотки крови маток проводились в ОБУ «Курская областная ветеринарная лаборатория». Для биохимического анализа производили забор венозной крови из наружной яремной вены с утра, натощак. Место венепункции выбривали, затем тщательно двукратно обрабатывали 70%-м этиловым спиртом. Кровь забирали с помощью вакуумной системы в пробирки АРЕХЛАВ с активатором свертывания SiO<sub>2</sub> в объеме до 8 мл, затем образцы центрифугировали при 3000 об/мин 15 минут для отбора сыворотки. В полученной сыворотке определяли количество молочной и пировиноградной кислоты на ФЭК Аре1 (при длине волны 530 нм), содержание аланина в сыворотке крови при помощи аминокислотного анализатора Агасус (PMA GmbH).

Обработку данных, полученных в период проведения исследования, проводили, используя упрощенный метод средней арифметической ошибки.

Т а б л и ц а 1

*Влияние янтарной кислоты и пропиленгликоля на показатели углеводного обмена*

	Молочная кислота, мМоль/л				Пировиноградная кислота, мМоль/л			
	кон- троль	2-я неделя	4-я неделя	8-я неделя	кон- троль	2-я неделя	4-я неделя	8-я неделя
Контрольная группа	0.040 ±0.03	0.040 ±0.02	0.041 ±0.01	0.043 ±0.006	0.15 ±0.04	0.15 ±0.04	0.15 ±0.06	0.17 ±0.09
1 группа	0.043 ±0.07	0.054 ±0.07	0.056 ±0.01	0.058 ±0.001	0.17 ±0.06	0.26 ±0.06	0.29 ±0.02	0.32 ±0.02
2 группа	0.041 ±0.06	0.043 ±0.06	0.048 ±0.01	0.049 ±0.001	0.15 ±0.01	0.23 ±0.01	0.26 ±0.01	0.27 ±0.06

Влияние янтарной кислоты и пропиленгликоля на уровень аланина в сыворотке крови

	Аланин в сыворотке крови, мг%			
	контроль	2-я неделя	4-я неделя	8-я неделя
Контрольная группа	1.40±0.12	1.41±0.42	1.43±0.16	1.49±0.02
1 группа	1.46±0.10	1.82±0.32	1.96±0.21	1.98±0.11
2 группа	1.43±0.08	2.01±0.18	2.10±0.11	2.17±0.10

При применении препарата на основе только янтарной кислоты в 1 опытной группе показатель уровня молочной кислоты на 8 неделе опыта оказался на 34,9% больше по сравнению с контрольными значениями. Уровень пировиноградной кислоты на 8 неделе опыта на 88,2% больше по сравнению с контрольными значениями. При применении препарата на основе янтарной кислоты и пропиленгликоля во 2 опытной группе показатель уровня молочной кислоты на 8 неделе опыта оказался на 19,5% больше по сравнению с контрольными значениями. Уровень пировиноградной кислоты на 8 неделе опыта на 80,0% больше по сравнению с контрольными значениями. Показатели молочной и пировиноградных кислот в контрольной группе практически не изменялись (см. табл. 1).

При описании углеводного обмена было сказано, что часть пировиноградной кислоты вступает в цикл Кребса или идет на образование молочной кислоты, а другая часть участвует в процессах глюконеогенеза, в результате которого один из конечных продуктов – аланин (см. табл. 2).

При применении препарата на основе только янтарной кислоты в 1 опытной группе показатель уровня аланина на 8 неделе оказался на 35,6% больше по сравнению с контрольными значениями. При применении препарата на основе янтарной кислоты и пропиленгликоля во 2 опытной группе показатель уровня аланина на 8 неделе опыта оказался на 51,7% больше по сравнению с контрольными значениями. Показатели уровня аланина в контрольной группе практически не изменялись.

Из полученных табличных данных можно сделать вывод, что в период беременности у маток возникает двойная потребность в энергии для обеспечения процессов метаболизма как своего организма, так и плода. В связи с этим можно наблюдать недостаток глюкозы, а как следствие – низкое содержание в крови молочной и пировиноградной кислот. Этот факт подтвержден нашим исследованием, т.к. показатели молочной и пировиноградной кислот крови контрольных животных находятся ниже физиологической нормы на протяжении всего опыта. Норма содержания пировиноградной кислоты в крови овец составляет 0,17–0,23 мМоль/л, а молочной кислоты (точно не установлена, а обобщена для всех жвачных животных) составляет 0,49 мМоль/л.

При применении янтарной кислоты и пропиленгликоля показатели углеводного обмена возрастают, возвращаясь в рамки физиологической нормы, а к концу суягности становятся выше ее пределов.

Стоит отметить, что увеличение показателя пировиноградной кислоты в 1 и 2 контрольной группах примерно одинаковое – 88,2 и 80,0% соответственно. Дальнейшее преобразование пирувата в организме идет в разных опытных группах по-разному. В 1 группе увеличение молочной кислоты составляет 34,9% по сравнению с показаниями до начала опыта, а вот количество аланина увеличилось на 35,6%. Во 2 опытной группе преобразование пирувата идет наоборот: показатель молочной кислоты увеличился на 19,5% по сравнению с показаниями до начала опыта, а количество аланина на 51,7% соответственно. Пропиленгликоль и янтарная кислота, участвуя в одних и тех же обменных процессах, по-разному влияют на образование конечных продуктов реакции, увеличивая или уменьшая их образование. Следует отметить, что при применении только янтарной кислоты в качестве энергетического препарата, в 1 опытной группе наблюдается очень резкое увеличение показателя молочной кислоты, превышая норму в 1,2 раза. Такой избыток лактата может привести к редкому, но очень опасному осложнению – лактоацидозу.

Практическая значимость исследования состоит в том, что применение энергетического препарата на основе янтарной кислоты совместно с пропиленгликолем способствует обеспечению организма овцематок необходимыми углеводами и энергией, острая нехватка которых ощущается в период вынашивания плода. При этом преобразование пропиленгликоля в ряде биохимических реакций, контролирующихся углеводный обмен, происходит таким образом, что конечные продукты реакции в цифровом значении не превышают (или совсем незначительно превышают) физиологическую норму, что способствует балансу веществ внутри организма и стабильному протеканию реакций.

Длительное применение препарата на последних сроках котности корректирует показатели молочной и пировиноградной кислоты в сыворотке крови, и обеспечивает стабильное протекание беременности без токсикозов, осложнений и патологии.

**Литература**

1. Воловников В.В. Функциональное состояние инсулярного аппарата и щитовидной железы и показатели обмена веществ у бычков при введении в рацион пропиленгликоля: дис. ... канд. биол. наук. 03.00.13. Боровск. 2007. 127 с.
2. Lamb G.D., Stephenson D.G. Lactic acid accumulation is an advantage/disadvantage during muscle activity // *J. of Applied Physiology*. 2006. No. 4. P. 1410–1412.
3. Nomenclature of organic chemistry: IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013 (Blue Book). Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 2014. 747 p.
4. Великий Н.И., Пархомец П.К. Биохимия с.-х. животных и продовольственная программа. 1987. 40 с.
5. Рыжкова Г.Ф., Евглевский А.А., Евглевская Е.П., Ванина Н.В., Михайлова И.И., Денисова А.В., Ерыженская Н.Ф. Биологическая роль и метаболическая активность янтарной кислоты // *Вестник КГСХА*. 2013. № 9. С. 67–69.
6. Терапевтическое действие янтарной кислоты / под ред. М.Н. Кондрашовой. Пушино, 1976. 233 с.
7. Дымент О.Н. Казанский К.С., Мирошников А.М. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена / под общей ред. О.Н. Дымента. М.: Химия. 1976. 376 с.
8. Некрасова Н.Н. Влияние пропиленгликоля на содержание глюкозы, инсулина в сыворотке крови овцематок // *Вестник Омского ГАУ*. 2017. № 4 (28). С. 110–112.

**References**

1. Volovnikov V.V. Functional status of the insular apparatus and thyroid gland and metabolism indices in young bulls in the case of propylene glycol supplementation. PhD Thesis in Biology. Borovsk, 2007. 127 p.
2. Lamb G.D., Stephenson D.G. Lactic acid accumulation is an advantage/disadvantage during muscle activity. *Journal of Applied Physiology*, 2006, no. 4, pp. 1410–1412.
3. Nomenclature of organic chemistry: IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013 (Blue Book). Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2014. 747 p.
4. Velikiy N.I., Parhomets P.K. Biochemistry of agricultural animals and Food Program. 1987. 40 p.
5. Ryzhkova G.F., Evgkevskiy A.A., Evglevskaya E.P., Vanina N.V., Mikhaylova I.I., Denisova A.V., Eryzhenskaya N.F. Biological role and metabolic activity of succinic acid. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskolhozyaystvennoy akademi*, 2013, no. 9, pp. 67–69.
6. Therapeutic action of succinic acid. M.N. Kondrashova (ed.). Pushchino. 1976. 233 p/
7. Dyment O.N. Kazansky K.S., Miroshnikov A.M. Glycols and other derivatives of ethylene and propylene oxides. O.N. Dyment (ed.). Moscow, Khimiya, 1976. 376 p.
8. Nekrasova N.N. The effect of propylene glycol on glucose and insulin contents in ewe blood serum. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 4 (28), pp. 110–112.

**THE EFFECT OF SUCCINIC ACID AND PROPYLENE GLYCOL  
ON CARBOHYDRATE METABOLISM DURING GESTATION IN EWES**

© N.N. Nekrasova<sup>1</sup>, G.F. Ryzhkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kursk Biofactory – «Biok» Company,  
5, ulitsa Razina, 305004, Kursk, Russian Federation

<sup>2</sup> Ivanov Kursk State Agrarian Academy,  
70, ulitsa Karla Marksa, 305021, Kursk, Russian Federation

This article examines the effect of energy composition based on succinic acid and propylene glycol on carbohydrate metabolism in ewes during late pregnancy. Comparative analysis has been performed concerning the effect of succinic acid both individually and in combination with propylene glycol. Literature data attest that succinic acid enforces the therapeutic drug action and food additives working as synergists. The article gives a brief outline of the information about carbohydrate metabolism in animals. Propylene glycol metabolism implies its conversion into glucose disintegrated with the formation of lactic and pyruvic acids via the aerobic and anaerobic cycles. Pyruvic acid levels and decomposition products (lactic acid and alanine) have been analyzed in blood serum of gestating sheep. The experiment data have been statistically processed, and the weighted mean difference has been found using the Student's *t*-test. The recommendations on how to use propylene glycol and succinic acid during sheep pregnancy have been developed and substantiated. Thus, the practical relevance of the research is that the long-term administration of these agents during late pregnancy can correct both lactic and pyruvic acid contents in blood serum and help avoid toxemia, complications and pathologies.

Key words: energy composition, succinic acid, propylene glycol, ewes, glucose, lactic acid, pyruvic acid, alanine.