

ХОЛИН КАК НЕЗАМЕНИМОЕ ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО ДЛЯ КОРОВ

Р. ГРЕММЕР, почетный профессор

кафедры молочного животноводства Университета штата Висконсин-Мэдисон, США

Исторически так сложилось, что внимание к холину как к питательному веществу для людей и животных долгое время было недостаточным со стороны научных сообществ. Одна из основных причин — непонимание классификационной принадлежности холина. Часто его относят к витаминоподобным веществам, но он не является кофактором ферментов, синтезируется в организме, а суточная потребность в нем значительно выше, чем в витаминах. По химическому строению холин схож с аминокислотой, но при этом он не участвует в синтезе белков. Функционально его можно отнести к категории как липидов, так и углеводов — то есть вопрос остается открытым.

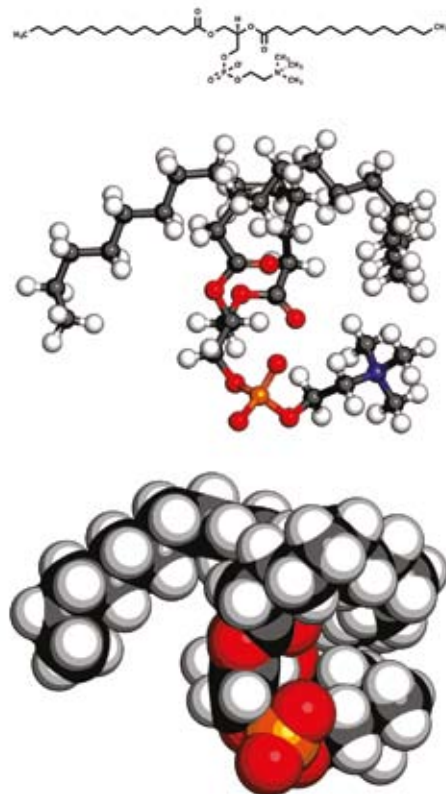
Впервые холин был выделен из желчи свиней в 1849 г., таким образом, он известен более 150 лет. Липотропный эффект холина был охарактеризован в 1920–1930 гг., а исследования в 1940–1950 гг. определили его как необходимое питательное вещество для крыс и цыплят. В 1998 г. Институт медицины при Национальной академии США декларирует холин как незаменимое вещество для человека и рекомендует его потребление. В 2014 г. Управление по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов (FDA) установило суточные дозы холина, что позволило включить его в реестр питательных веществ с указанием норм потребления. Была признана роль холина в метаболизме и поддержании здоровья людей и животных, которую невозможно игнорировать.

Функции холина

Холин находится в биологических системах организма в форме фосфатидилхолина (ФХ), который является незаменимой составной частью клеточных мембран, а также входит в состав лизофосфатидилхолина, плазмалогена, сфингомиелина и других холинсодержащих соединений.

В большинстве мембран ФХ присутствует в форме фосфолипидов, также он используется в синтезе молока в качестве составляющей мембраны молочного жира. ФХ поступает с кормом и может синтезироваться эндогенно путем метилирования фосфатидилэтаноламина. Эндогенный синтез ФХ особенно важен для КРС, что связано с деструкцией холина кормового сырья в рубце животных. Фосфатидилхолин является частью липопротеинов, включая хиломикроны, липопротеины различной степени плотности (компактности), которые участвуют в транспорте липидов между тканями и кровотоком. Особо следует отметить, что это составная часть липопротеинов очень низкой плотности, которые синтезируются в печени и служат основной формой транспорта жиров из нее в мышцы, жировую ткань и молочные железы. Эксперименты показывают, что дефицит ФХ снижает выведение жира из печени, приводя к изменениям в форме синдрома жирной печени. Вот почему нарушение печеночного метаболизма указывает на симптомы дефицита холина в рационе.

При необратимом окислении до бетаина метильные группы холина участвуют в ряде биохимических реакций



МОЛЕКУЛА ХОЛИНА:
показан фосфатидилхолин,
являющийся частью клеточной
мембраны. Изначально холин был
найден в биологических системах
фосфатидилхолина

в организме. В результате выполняет одна из важнейших функций — метилирование S-аденозилметионина, при этом синтезируется метионин. Интересен тот факт, что метильные группы метионина могут быть снова использованы для синтеза холина. Эта метаболическая взаимосвязь подтверждает, что холин, содержащийся в рационе, может сэкономить некоторое количество метионина, и наоборот. Это доказано на моногастричных животных. Необходимы дополнительные

ные исследования, чтобы подтвердить эту связь у жвачных.

Структурно холин имеет три метильные группы, а метионин одну. С учетом молекулярной массы холин в 4,3 раза активнее. Не исключено также взаимодействие между холином и другими питательными веществами (например, фолиевой кислотой), которые участвуют в метилировании. В последние 10 лет отмечается значительный интерес к выяснению роли холина и других доноров метильных групп в метилировании ДНК и экспрессии генов.

Метилирование ДНК в области определенного гена обычно ассоциируется с прекращением его экспрессии. Очевидно, что эти результаты открывают множество возможностей холина, благодаря которым он влияет на продуктивность, воспроизводство и здоровье. Исследования, проведенные Институтом медицины при Национальной академии США за последние 20 лет, подтверждают важность холина для здоровья и рекомендуют суточные нормы его потребления. Большинство этих исследований проводилось на людях и лабораторных животных, поэтому действие холина можно перенести и на домашних животных.

Сегодня наиболее актуальные темы в области исследования холина — определение его роли во время беременности и лактации. Материнские запасы холина в этот период сильно исчерпываются. Плод требует большого количества холина, его концентрация в амниотической жидкости в 10 раз выше, чем в крови матери. Недостаток питательных веществ, в том числе доноров метильных групп в период раннего срока беременности, приводит к дефектам головного и спинного мозга при рождении.

В течение более поздних периодов беременности, когда развивается гиппокамп (центр памяти), при недостатке холина нарушаются структура головного мозга и функциональные возможности новорожденных, которые определяются поведенческими или когнитивными тестами.

Подобные результаты были получены в опытах на новорожденных крысах при различных дозах холина в рационах их матерей. Интересно, что взрослым крысам холин скармливали чрезмерно, в то время как *in utero* показало уменьшение памяти с возрастом и увеличение слуховых и зрительных ответов. Это подтверждает, что обеспечение холином во время беременности имеет долгосрочные последствия для потомства. Обеспечение холином взрослых крыс улучшает пространственный объем памяти и точность.

Есть вероятность, что холин оказывает влияние на скорость регенерации нервных клеток в гиппокампе, который развивается. Он также является предшественником важного нейромедиатора — ацетилхолина. Метилирование ДНК и изменения в экспрессии генов могут изменить пролиферацию и дифференциацию стволовых клеток. Снижение когнитивных функций при старении связано с окислительным стрессом и высокими концентрациями гомоцистеина в крови, которые обратно пропорционально связаны с концентрацией холина.

Источники холина

Для человека лучшими источниками холина являются продукты животного происхождения. Яйца богаты холином благодаря большому количеству фосфатидилхолина в желтке. Печень и молоко также содержат источники хо-

лина. Потребление одного яйца в день у беременных женщин увеличивает обеспеченность холином на 10–50%.

В рационах нежвачных животных холин присутствует в виде холина хлорида. Самые богатые его источники — семена масличных культур и их шроты (соевый, подсолнечный и др.). Рыбная мука также может служить источником холина. Холин и холина хлорид разрушаются в рубце крупного рогатого скота, поэтому в рационы жвачных животных их следует добавлять в защищенной форме.

Таким образом, холин — это один из важнейших видов питательных веществ, который не может синтезироваться в организме животных эндогенно в достаточном количестве, поэтому должен поставляться с кормом. Важность холина впервые была установлена для нежвачных животных, в том числе для свиней и птицы. В последнее время неоспоримо доказана положительная роль холина, которую он играет у коров во время транзитного периода (за три недели до отела и в течение трех недель после отела). При его недостатке у них отмечается классический симптом дефицита холина — синдром жирной печени. Так как холин разрушается в рубце, добавлять его в корм следует в защищенном виде.

Медицинское сообщество признало холин как основное питательное вещество для улучшения функционирования мозга и памяти. Это послужило стимулом для новой волны исследований и открытий в определении важности потребления холина для оптимального здоровья и благополучия. Поскольку холин не принадлежит ни к одной традиционной классификации, можно говорить, что холин — это «жизненно важный амин». ■