

ОБЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОМ – BIO-ADDITION ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА D В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

В.М. Коденцова, Д.В. Рисник

*ФГБУН "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии
и безопасности пищи", г. Москва, Российская Федерация, kodentsova@ion.ru*

По частоте выявления дефицит витамина D является самым распространенным среди населения России, независимо от возраста и места проживания. Причиной неадекватной обеспеченности этим витамином является недостаточное потребление пищевых продуктов – основных источников этого витамина (морская рыба жирных сортов, молочные продукты), а также незначительный эндогенный синтез холекальциферола в коже в условиях недостаточной солнечной инсоляции. Адекватная обеспеченность населения витамином D имеет существенное значение для поддержания здоровья не только скелетно-мышечной системы, и практически всех органов и тканей организма. Дефицит витамина D в организме ассоциируется со снижением эластичности сосудов, гипертрофией миокарда, артериальной гипертензией, атеросклерозом, повышенным тромбогенезом, нарушением секреции инсулина, толерантностью к глюкозе, риском сердечно-сосудистых заболеваний, инфаркта миокарда сахарного диабета 2 типа, метаболического синдрома, ожирения депрессивных состояний, старческой деменции, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона и, наоборот, оптимальные концентрации циркулирующей формы витамина D - 25(OH)D в крови, обеспечивая нормальное функционирование зависящих от витамина D метаболических процессов, способствуют предотвращению сердечно-сосудистых, онкологических, аутоиммунных, аллергических заболеваний, инфаркта миокарда, сахарного диабета 2 типа, туберкулеза, бронхиальной астмы, нейрокогнитивных расстройств и депрессивных состояний, нарушений репродуктивной функции.

Для улучшения витаминного статуса населения во многих странах предпринимают технологическое обогащение пищевой продукции массового потребления (йогурты, хлеб и т.д.) добавлением в них витамина D₃ (холекальциферола). Иногда этот способ увеличения потребления витаминов встречает яростное неприятие со стороны потребителей. Альтернативным способом является обогащение витамином D кормов животных. В этом случае витамин проходит стадии биотрансформации в организме животного, и человек потребляет витамин в натуральном виде.

Поскольку в нашей стране синтез субстанций витаминов не осуществляется, все используемые витамины имеют импортное происхождение. В связи с этим альтернативные способы обогащения пищевой продукции витамином D путем воздействия физического фактора (экспозиция ультрафиолетовым (УФ) или естественным солнечным светом), индуцирующего эндогенное образование витамина, приобретает особое значение.

Витамин D₃ (холекальциферол) в организме наземных животных образуется в организме из 7-дегидрохолестерина, предшественником которого является холестерин, при облучении кожи солнечным или искусственным УФ светом (длина волны 280-320 нм) в результате его фотохимической модификации и последующей неферментативной изомеризации. Провитамин витамина D₂ (эргокальциферола) является эргостерин, который содержится в грибах и дрожжах. Этот способ получил название "bio-addition".

Искусственное облучение кур ультрафиолетом или свободный выгул птицы приводит к обогащению мяса и яиц витамином D, полностью заменяя добавление этого витамина в корм. В яйце, полученном от кур-несушек, облученных ультрафиолетом по 3 ч ежедневно в течение 4 недель, вскармливаемых рационом с адекватным уровнем витамина D₃ (3000 МЕ/кг корма) количество витамина D достигает 2,5 мкг в форме холекальциферола и 25-гидроксихолекальциферола. Такое содержание почти в 5 раз превышает уровень этого витамина в яйцах кур, содержавшихся на таком же рационе, но не подвергавшихся дополнительному облучению ультрафиолетом. Концентрация витамина D₃ в яичном желтке птиц на свободном выгуле составила 14,3 мкг / 100 г сухого вещества против 3,8 мкг / 100 г. Таким образом, помимо непосредственного добавления витамина D в корма экспозиция птиц УФ или естественным солнечным светом дает возможность повысить содержание этого витамина в яйцах и мясе кур.

Искусственное УФ облучение коров сопровождается увеличением содержания в молоке витамина D₃ и его циркулирующей в крови формы - 25ОНD₃, что сводит к минимуму сезонные колебания содержания витамина D в коровьем молоке.

Солнечная инсоляция улучшает обеспеченность и соответственно содержание витамина D в мясе крупного рогатого скота, свиней, кур, причем даже эффективнее, чем добавление этого витамина в корма животных. Таким образом, изменение современных методов животноводства, позволяющих животным подвергаться воздействию солнечного света, может быть эффективным средством естественного увеличения содержания витамина D в продуктах животноводства.

Облучение грибов, в том числе срезанных целых и нарезанных высушенных существенно повышает количество витамина D₂, образующегося в ходе последующей обработки УФ: до 406 мкг / г шампиньонов против содержащихся в 1 г целых грибов 45 мкг. В некоторых странах (США, Ирландия, Нидерланды, Австралия) свежие грибы для увеличения содержания в них витамина D₂ до 10 мкг / 100 г сырой массы специально подвергают УФ облучению. Такая обработка превращает грибы в весомый источник этого витамина, что имеет принципиальное значение особенно для вегетарианцев. Витамин D₂ из УФ облученных грибов шиитаке хорошо усваивается, что сопровождается увеличением минеральной плотности кости и улучшением структуры губчатой ткани костей у овариэктомированных крыс, что свидетельствует о перспективности использования порошка грибов в качестве источника витамина D в питании женщин в период менопаузы.

При определенных условиях может происходить двойная или последовательная биофортификация продукции, в ходе которой сначала достигают повышения содержания витамина D₂ в грибах, а затем используют их в кормлении животных. Добавление в течение 30 дней в предубойный период в рацион телят обогащенных витамином D₂ грибов приводило к повышению содержания витамина D в мясе, хотя и менее выраженному, чем при обогащении рациона непосредственно витамином D₃. Добавление в рацион свиней обогащенных витамином D₂ грибов сопровождалось улучшением продуктивности животных и качества свинины.

Содержание витамина D₂ в пекарских дрожжах *Saccharomyces cerevisiae*, обработанных УФ облучением, повышается в 30-50 раз по сравнению с его исходным количеством. Хотя биологическая активность витамина D₃, оцениваемая по эффективности улучшения витаминного статуса человека примерно в 2,3 раза выше, чем витамина D₂, как это было показано в сравнительных исследованиях при потреблении 15 мкг этих двух форм этого витамина в составе обогащенных сока или печенья, это не умаляет значения

обогащенных в ходе эндогенного образования витамина D₂ пекарских дрожжей и грибов в качестве источника витамина D. Витамин D₂-обогащенные обработанные ультрафиолетом дрожжи в 2012 г. Европейской комиссией по диетическим продуктам, питанию и аллергии (EFSA) были разрешены в качестве нового пищевого ингредиента при производстве дрожжевого хлеба, рулетов, мучной кондитерской продукции в максимальной дозе 5 мкг витамина D₂ на 100 г этих продуктов. Этот способ обогащения хлеба разрешен и используется в Канаде (до 90 МЕ витамина D₂ на 100 г продукта) и в США (не более 400 МЕ витамина D₂ на 100 г готовой продукции или 50% от рекомендуемого суточного потребления).

Поскольку растительные масла содержат значительные количества не только эргостерола, но и 7-дегидрохолестерина, воздействие УФ облучения также приводит к образованию в них витаминов D₂ и D₃. Особенно хорошим источником становится масло зародышей пшеницы, в котором после 1-минутного облучения УФ (слой масла 1,6 мм) концентрация витаминов D₂ и D₃ достигала 1 мкг/г и 37 нг/г, соответственно. Воздействие УФ облучения приводит к конверсии эргостерола и 7-дегидрохолестерина в витамин D₂ и D₃ также в подсолнечном, рапсовом, соевом и льняном маслах, однако их содержание несколько меньше, чем в масле зародышей пшеницы. Такое кратковременное воздействие УФ практически не снижало содержание токоферолов и не приводило к интенсификации перекисного окисления в подвергнутых облучению маслах. Учитывая, что до настоящего времени растительным источникам витамина D не придавалось существенного значения, это направление повышения витаминной ценности грибов и даже растительных масел заслуживает внимания.

Достижение адекватной обеспеченности населения витамином D имеет принципиальное значение для поддержания здоровья. Для улучшения витаминного статуса населения во многих странах проводят технологическое обогащение пищевой продукции массового потребления (йогурты, хлеб и т.д.), специализированных и функциональных пищевых продуктов, добавляя витамин D₃ непосредственно в ходе изготовления продукции. В нашей стране обогащение не имеет законодательного характера и производится только по инициативе изготовителей продукции. В США, Канаде и Финляндии обязательному обогащению витамином D подлежат питьевое коровье молоко (2,5–5,0 мкг на 250 мл) и маргарины/спреды (1,5–3,0 мкг на 10 г). В результате в США и Канаде до 60% всего полученного с пищей витамина D поступает из обогащенных им продуктов, в том числе квота сметанного молока составляет 28-63%. В Великобритании доля витамина D, поступившего за счет обогащенных маргаринов и кулинарных жиров, достигает 40%.

Расчеты с использованием различных математических моделей показывают, что потребление обогащенных витамином D пищевых продуктов является экономически выгодным для предотвращения остеопоротических переломов у населения пожилого возраста за счет снижения затрат на их лечение. Соотношение выгоды и затрат на осуществление программ обогащения по некоторым оценкам может достигать соотношения 9: 1.

Таким образом, применение УФ экспозиции животных и грибов является естественным способом и альтернативой технологическому обогащению пищевой продукции витамином D, и может внести заметный вклад в улучшение обеспеченности населения этим витамином.