

## НЕЗАМЕНИМЫЕ ФАКТОРЫ ПИТАНИЯ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ ПИЩИ В ЭНЕРГИЮ

Исаев В.А., Симоненко С.В., Вишняков А.Б.\*, Власов В.Н.\*, Родионова Н.С.\*\*  
НИИ детского питания- филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва  
\*ООО «Пулат», Москва  
\*\*Воронежский гос. Университет инженерных технологий, г. Воронеж

В материале статьи рассмотрена возможность оценки эффективности влияния биологически-активных добавок на увеличение коэффициента полезного действия энергоотдачи пищевого статуса человека, связанного с уменьшением энтропии при трансформации продуктов питания на примере масла зародышей пшеницы.

Ключевые слова: ПНЖК  $\omega$ -3, биодобавки, энтропия, трансформация пищи, пищевой статус, масло зародышей пшеницы.

Жизнедеятельность организма сопровождается энергозатратами, при этом эффективность извлечения организмом энергии в процессе обменных реакций зависит от совокупности ряда факторов: состава и качества пищи, поступающей в организм; а также от слаженности действия множества систем организма: сбалансированности уровня физических нагрузок, режима релаксации и отдыха. В этой связи актуальны поиск и оценка факторов, максимально эффективно обеспечивающих энергетические потребности организма и нормализацию его функционального состояния. Анализ энергетической отдачи пищевого статуса позволяет более достоверно и в более обобщенном виде оценивать влияние питания на здоровье человека. Следует рассматривать пищу не только как материальный объект, но и как источник энергии различного качества, используя при этом основные положения второго закона термодинамики. Второй закон термодинамики, включающий такое фундаментальное понятие как энтропия, позволяет оценивать эффективность использования энергии. Энтропия в различных формах имеет разную практическую ценность, и чем больше внутренней энергии системы можно преобразовать в работу, т.е. чем меньше уровень связанной энергии и, соответственно, энтропии, являющейся ее мерой, тем эта ценность выше.

При постоянстве внутренней энергии пищевого статуса (энтальпия или калорийность) повышение энергоотдачи свидетельствует об уменьшении энтропии. Важнейшим для понимания энтропии является то, что этот термодинамический показатель качества энергии со времен Л. Больцмана (1844–1906 г.) широко используется в качестве универсальной характеристики устойчивости системы в целом, а основной задачей здорового питания является поддержание организма в состоянии равновесия.

Второй закон термодинамики дает единый алгоритм изучения самых различных явлений. При этом результат анализа определяется всего одним критерием – знаком изменения энтропии. Найдя его, исследователь получает информацию о направлении интересующего процесса: снижение энтропии свидетельствует о стабилизации системы. Другими словами, если первый закон термодинамики характеризует количественную сторону энергетики питания (всем известной калорийности продуктов), то второй закон термодинамики, с его фундаментальным понятием «энтропия», характеризует качество энергии.

На процесс трансформации пищи в энергию можно влиять, изменяя состав пищи или используя биологически активные соединения. Как говорил основоположник кибернетики Н. Винер: «Ферменты и витамины являются метастабильными демонами Максвелла, уменьшающими энтропию».

В представленной работе рассмотрена возможность оценки энергоотдачи пищевого статуса с позиций анализа второго закона термодинамики на примере использования такой биологически активной добавки как масло зародышей пшеницы (МЗП). Авторы, безусловно, далеки от абсурдной мысли, что МЗП является единственным и универсальным корректором энергообмена питания. МЗП взято в качестве потенциального корректора энергообмена пищевого статуса в результате анализа приблизительно 100-летней практики его использования в качестве минорного природного комплекса при лечении самых различных заболеваний (сердечнососудистых, гастроэнтерологических, диабета, гепатита, бесплодия, ожоговых и раневых повреждений и т.д.) [1, 2].

Не касаясь биохимических и медицинских аспектов использования МЗП при лечении различных патологий организма, следует подчеркнуть, что во всех работах отмечается значительное увеличение резистентности организма к внешним и внутренним воздействиям, а также повышение физической выносливости. Так еще Ершов и Левин [3] наблюдали улучшение плавательных способностей у подопытных морских свинок, получавших диету, содержащую 2% МЗП. При подкормке МЗП было замечено сокращение частоты ранних смертей у самок норки [4]. Японский исследователь Масунобу отмечает, что МЗП помогает в процессах торможения старения человека, и рекомендует его в качестве дополнительной пищевой добавки [5]. Кьюртон – пионер в области физкультурной физиологии, обнаружил, что использование МЗП позволило увеличить выносливость атлетов в 11 случаях из 13. В условиях восьмидневной проверки группы мужчин среднего возраста, выполнявших однообразную изнуряющую

механическую работу, было выявлено значительное повышение выносливости и улучшение физического состояния у потреблявших МЗП по сравнению с контрольной группой [6].

Широкомасштабный эксперимент, проведенный под руководством чл. кор. АМН РФ Л.А. Шпагиной, в ходе которого с целью профилактики ОРВИ детям в различных детских садах г. Новосибирска давали по одной капсуле (0,2 мг) МЗП 2 раза в день, показал повышение резистентности организма к различным вирусным и инфекционным заболеваниям [7]. Оценить энергообмен организма человека можно посредством прямой и непрямой калориметрии. При прямой калориметрии человек помещается в изолированную метаболическую комнату, а выделяемое тепло регистрируется с помощью специальных датчиков. Метод прямой калориметрии является сложным и дорогостоящим. В мире существуют буквально единичные метаболические комнаты, оснащенные современной аппаратурой. Кроме того, человек, помещенный в такую комнату, находится в неестественной для него обстановке, что не позволяет, зачастую, правильно интерпретировать полученные данные. Метод непрямой калориметрии более прост и доступен. Он основан на прямых расчетах затрат энергии по объему поглощенного кислорода ( $O_2$ ) и выделенного углекислого газа ( $CO_2$ ). Особенно он эффективен и информативен при проведении сравнительных испытаний. При непрямой калориметрии также возможно получение значения количества поглощенного кислорода, который является таким же равноправным (если не основным) макронутриентом пищевого статуса, как белки, жиры и углеводы. Человек потребляет его около 400 г в сутки.

В представленной работе для оценки энергетического баланса организма была использована непрямая калориметрия по методу Дугласа-Холдейна, когда в течение 10-15 минут собирают выдыхаемый пациентом воздух в мешок из воздухонепроницаемой ткани (мешок Дугласа). Затем определяют объем выдохнутого воздуха и процентное содержание в нем кислорода и углекислого газа. Количество потребляемого  $O_2$  и выдыхаемого  $CO_2$  позволяет оценить интенсивность процессов энергообмена, долю в них анаэробных механизмов ресинтеза АТФ.

Для исследования состава выдыхаемой газовой смеси использовали газоанализатор TESTO 310 «ООО Тесто Рус». Чувствительность прибора по кислороду составила диапазон концентраций 0-21% об, разрешение 0,01% об, погрешность +/- 0,2% об. По углекислому газу диапазон концентраций 0-100% об, разрешение 0,01% об, погрешность +/- 0,2% об. Очевидно, что концентрация кислорода и диоксида углерода в выдыхаемом воздухе определяется качеством массообменных процессов, обеспечивающих дыхание. Для получения стабильных и более значимых по уровню содержания углекислого газа результатов набор воздуха в легкие сопровождали задержкой выдоха не менее 15-20 сек. Пробы выдыхаемого воздуха для газохроматографического анализа собирали в резиновые шары (обследуемый пациент с указанной задержкой выдоха надувал воздушный шар). Концентрации кислорода в лабораторном помещении, где проводили обследование добровольцев, составляла (16,9+0,3)% и углекислого газа менее 0,005% (предел метода определения). Исследования были проведены без этапа хранения проб. Хранение проб исследуемого воздуха может сопровождаться заметным снижением содержания диоксида углерода вследствие конденсации влаги из выдыхаемого воздуха на стенках сосуда и растворении в образующемся конденсате диоксида углерода вследствие его высокой растворимости в воде, которая достигает 87,8 мл газа в 100 мл воды при 20С.

Анализ выдыхаемого воздуха проводили с применением газоанализатора TESTO-310 с полимерной капиллярной насадкой внутренним диаметром с гладкими краями, исключающими повреждение или прокол шарика. Непосредственно перед анализом нитку на шарике ослабляли до начала едва заметного выхода воздуха, в образовавшееся отверстие аккуратно вводили полимерную насадку и опускали на самое дно шарика. Отбор воздуха из шара осуществляли непрерывной прокачкой до установления постоянной концентрации анализируемых компонентов.

Кроме того проводили оценку содержания кислорода в крови. Для экспресс-определения этого показателя применяли пульсоксиметрию – неинвазивный способ определения процентного содержания оксигемоглобина в артериальной крови. Известно, что гемоглобин, связанный с кислородом, поглощает волны инфракрасного спектра, деоксигенированный гемоглобин поглощает волны красной части спектра. Таким образом, по разнице между количеством поглощаемого света в разных областях спектра, пропускаемого через ткани (например, фаланги пальца), косвенно определяется уровень сатурации, которая рассчитывается как соотношение количества  $HbO_2$  к общему количеству гемоглобина, выраженное в процентах.

Определение влияния МЗП на энергообмен пищевого статуса проводили на добровольцах – студентах, сотрудниках и преподавателях Воронежского Университета Инженерных Технологий, мужчинах и женщинах от 16 до 65 лет, проводящие в помещениях университета ежедневно не менее 6 часов и которые на протяжении эксперимента не изменяли ни характера своего питания, ни образа жизни.

Все испытуемые были разбиты на 3 группы:

1 группа – возраст 16-24 года – 52 человека

2 группа – возраст 25-44 года – 31 человек

3 группа – возраст 45-65 лет – 20 человек

В течение 2 месяцев все испытуемые потребляли 3,5 г МЗП в день, независимо от приема пищи. Контрольные измерения состава выдыхаемого воздуха были проведены до начала испытания, спустя месяц с начала приема МЗП, спустя 2 месяца с начала приема МЗП и спустя месяц после окончания приема МЗП.

Полученные результаты показали, что при потреблении МЗП понижается уровень содержания кислорода и увеличивается уровень содержания углекислого газа в выдыхаемом воздухе, а также наблюдается повышение уровня оксигемоглобина в крови для всех возрастных групп. Обобщенные сравнительные данные по изменению энергообмена и оксигенизации крови при потреблении МЗП приведены в таблице 1. Результаты газообмена для удобства восприятия материала приведены в ккал/сутки.

Анализируя представленные в таблице 1 данные, можно сделать следующие выводы:

Потребление МЗП повышает энергоотдачу пищевого статуса вне зависимости от пола и возраста. В среднем повышение энергоотдачи составляет от 5 до 15%. Энергоотдача пищевого статуса действительно определяется приемом МЗП. Прекращение приема МЗП приводит к постепенному снижению энергоотдачи.

При сравнении медико-биологических показателей от использования МЗП при лечении различных заболеваний [1-7] и энергоотдачи пищевого статуса наблюдается устойчивая корреляция. В общем виде, не касаясь деталей анализа медикобиологических исследований, повышение энергоотдачи пищевого статуса приводит к повышению устойчивости (резистентности) организма к изменению внешних и внутренних воздействий.

Результаты по оксигенизации крови показывают, что при потреблении МЗП устойчиво и однозначно наблюдается увеличение содержания оксигемоглобина на 0,2-1,5%. Увеличение содержания оксигемоглобина в артериальной крови на 1% (в диапазон насыщения 97-99%) соответствует увеличению парциального давления кислорода примерно на 20%. Простой перерасчет показывает, что насыщение крови кислородом у человека, принимающего МЗП на высоте около 2 км, будет таким же, как и у человека на равнине, не принимающего МЗП. Эти данные объясняют результаты, полученные Кьюртоном [6] по увеличению работоспособности людей, принимавших МЗП в высокогорных условиях. Наблюдаемая эффективность использования МЗП может объясняться его богатым набором биосоставляющих: содержание витамина Е от 200 до 500 мг%; содержание витамина А около 10 мг%; содержание октанозанола около 400 мг%, содержание ненасыщенных жирных кислот более 60%. При приеме МЗП наблюдаются также изменения в составе крови:

Увеличение содержания в крови эмбрионального НВа2 и фетального НВа1 гемоглобина

Увеличение уровня Т лимфоцитов

Превращение LDL холестерина низкой плотности в HDL холестерин высокой плотности

Некоторый сдвиг рН состава крови в щелочную область

Повышение резистентности организма при приеме МЗП возможно объяснить и с биохимических позиций. Но в такой сложной системе, как человек, где существует синергизм и антагонизм, не соблюдается принцип аддитивности, и где биоактивность того или иного соединения определяется не столько его химическим составом, сколько структурой. Конечно, биохимическая интерпретация результатов с целью получения истины, безусловно интересное и увлекательное занятие, но может скорее запутать, нежели помочь пониманию сути наблюдаемых явлений.

Наглядные данные влияния энергетики трансформации пищевого статуса на устойчивость организма были получены авторами в результате анализа состава крови у испытуемых на содержание холестерина. Атеросклероз коронарных и магистральных артерий головы в последнее время приобретает глобальный характер, в связи с чем возрастают различные сердечнососудистые заболевания [9]. В определенной степени сердечнососудистые заболевания связывают с содержанием в крови холестерина. Так анализ смертности от сердечнососудистых заболеваний, проведенный в США, показал, что снижение содержания холестерина в сыворотке крови на 10% снижает смертность от сердечнососудистых заболеваний на 13%. Однако следует отметить, что холестерин является одной из важнейших составляющих клеточных мембран и частично используется для синтеза стероидных гормонов. Так что холестерин человеку необходим и даже существует понятие суточной потребности холестерина, которая составляет около 1,5 г в сутки. При этом около 0,5 г холестерина поступает с пищей, а около 1 г синтезируется организмом. Атеросклероз стимулируется не просто наличием холестерина, а его увеличением. Основным фактором риска развития атеросклероза при этом является возрастание содержания в крови т.н. холестерина липопротеидов низкой плотности ЛПНП (плотность 1,019-1,063) в ущерб холестерину липопротеидов высокой плотности ЛПВП (плотность 1,063-1,210).

В таблице 2 приведены результаты анализа крови на содержание общего холестерина ОХ, холестерина ЛПНП, холестерина ЛПВП и энергоотдачи пищевого статуса для всех трех групп испытуемых.

Анализируя результаты, приведенные в таблице 2, можно сделать следующие выводы:

Потребление МЗП приводит к понижению общего холестерина, повышению холестерина ЛПВП и снижению холестерина ЛПНП, что свидетельствует о повышении устойчивости организма к возникновению сердечнососудистых заболеваний. Прослеживается четкая корреляция между энергоотдачей пищевого статуса и повышением уровня холестерина ЛПВП с одновременным снижением уровня холестерина ЛПНП.

Общеизвестно, что для биопроцессов структура вещества (т.н. хиральность) имеет большее значение, чем его химический состав, а переход одного и того же вещества от одной структуры к другой определяется только термодинамикой. В соответствии с правилом Аверса-Скита в теории изометрии, изомер с более высокой плотностью характеризуется меньшей энтропией. [8]

Наблюдаемые в опытах факты: повышение энергоотдачи пищевого статуса, повышение содержания холестерина ЛПВП, снижение содержания холестерина ЛПНП – взаимосвязаны и имеют одну причину – снижение энтропии.

Результаты исследований по повышению энергоотдачи пищевого статуса и одновременного повышения резистентности организма при приеме МЗП, приведенные в статье, показывают, что существуют реальные пути управления трансформацией пищевых продуктов в энергию, позволяющие повышать качество энергии и уменьшать энтропию организма человека. При этом авторы еще раз подчеркивают, что МЗП не рассматривается в качестве единственного и уникального средства регулирования энергетической трансформации пищи. Оценка пищевого статуса с позиций анализа второго закона термодинамики, безусловно, очень важна. Сейчас по этой методике исследуется комплекс ПНЖК  $\omega$ -3 Эйконол. Оценка пищевого статуса с позиций анализа второго закона термодинамики, безусловно, очень сложная задача, и в настоящее время предстоит встретиться с большим количеством вопросов, нежели ответов. Однако, как говорил А. Эйнштейн: «В науке о природе точное знание в полном смысле невозможно. Главное, в каком направлении она будет развиваться. Путь этого направления и есть наука». Авторы полагают, что анализ биоэнергетики питания является тем путем, который позволит более точно и в более обобщенном виде оценить влияние питания на здоровье человека.

#### **Литература**

1. Илиел Э. «Стереохимия соединений углерода», изд. Мир, Москва (1965).
2. Исаев В.А. Применение жирных кислот для поддержания мозгового кровотока. М. ЗАО «МИР и СОГЛАСИЕ», - 2009, 28 с.
3. Шпагина Л.А. и др. «Обоснование использования малых доз масла зародышей пшеницы в программах профилактики и реабилитации жителей крупных промышленных регионов Российской Федерации» г. Новосибирск (отчет) 2002 г.
4. Шпагина Л.А. и др. «Использование масла зародышей пшеницы и Витазара в клинике внутренних болезней». Методическое руководство для врачей. Новосибирское книжное издательство, 2001г.
5. Cureton TK «The Physiological Effects of Wheat Germ Oil on Human Exercise». Springfield. 111 (1972).
6. Ershoff, B. H. and Levin, E., «Beneficial effect of an unidentified factor in wheat germ oil on the swimming performance of guinea pigs». Fed Proc 14:431 (1955)
7. Levin E. «Effects of octacosanol on chick comb growth». Proc Soc Exp Biol Med. 1963 Feb;112:331.
8. Masunobu N. «Wheat germ oil and its application to health foods» Jpn fudo saensu 23:39 (1984).
9. Talwinder S Kahlon «Cereal Foods' World» v34 №10 872-875 (1989).