







Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД

Наталья С. Родионова	¹	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Александр Б. Вишняков	²	vishnyakovab@gmail.com	 0000-0002-9379-5556
Евгений С. Попов	¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Елена В. Белокурова	¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Наталья А. Родионова	¹	pastukhova_na@mail.ru	 0000-0002-8127-6986
Игорь В. Ефременко	¹	ddff9657@gmail.com	 0000-0002-9904-2475







¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² ООО «Пулат», ул. Пионерская, ¼, пом. III, мкр. Юбилейный, г. Королев, Московская обл., 141090, Россия

Аннотация. Важнейшее направление любых биофизических исследований – изучение поступления и преобразования энергии в биологических системах – биоэнергетика, являющаяся основой жизнеобеспечения организма. Анализ возможностей стабилизации гомеостаза организма человека с позиций биотермодинамики является тем путем, который позволит более полно и правильно оценивать влияние не только биологически активных добавок к пище, но и в целом пищевого статуса на здоровье человека. Анализируя результаты экспериментальных исследований и теоретические предпосылки биотермодинамики, авторы пришли к идее позиционирования биологически активных добавок к пище по энтропийной составляющей, основной задачей которых является не лечение той или иной патологии организма человека (эту задачу должны решать лекарственные препараты или хирургия), а повышение устойчивости организма к любым воздействиям (уменьшение хаоса, а следовательно, уменьшение энтропии). Важным для понимания термодинамического подхода к оценке биологически активных добавок к пище является то, что они не увеличивают энтропию системы. Авторы убеждены в необходимости пересмотра парадигмы оценки биологической активности (биоэффективности, биокорректирующих свойствах, функциональности) природных веществ на основе перехода от дифференциальных количественных характеристик к интегральной качественной оценке общей эффективности окислительных процессов в организме. Данная работа направлена на привлечение внимания специалистов в области питания к возможностям, которые открывают основные законы термодинамики: первый закон термодинамики как количественная характеристика пищевого статуса; второй закон термодинамики как качественная характеристика пищевого статуса.

Ключевые слова: энтропия, биотермодинамика, пищевой статус, биокорректоры

Application of the second law of thermodynamics in assessing the effectiveness of dietary supplements

Natalya S. Rodionova	¹	rodionovast@mail.ru	 0000-0002-6940-7998
Alexander B. Vishnyakov	²	vishnyakovab@gmail.com	 0000-0002-9379-5556
Evgeny S. Popov	¹	e_s_popov@mail.ru	 0000-0003-3303-3434
Elena V. Belokurova	¹	zvezdamal@mail.ru	 0000-0002-1955-8376
Natalya A. Rodionova	¹	pastukhova_na@mail.ru	 0000-0002-8127-6986
Igor V. Efremenko	¹	ddff9657@gmail.com	 0000-0002-9904-2475

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² CJ Pulat, st. Pioneer, ¼, room III, md. Anniversary, Korolev, Moscow Region, 141090, Russia

Abstract. The most important area of any biophysical research is the study of the influx and conversion of energy in biological systems - bioenergy, which ensures the vital activity of the body. Analysis of the possibilities of stabilization of the human body from the standpoint of biothermodynamics is that it allows you to more fully and correctly assess the impact not only on biologically active substances, but also on human health. Analysis of the results of experimental and theoretical sources of biothermodynamics, the authors came up with the idea of positioning biologically active additives to the entropy component, which consists in the fact that drugs or surgery are required to treat a person. to any effect (reduction of chaos, therefore, a decrease in entropy). Important for understanding the thermodynamic approach to evaluating dietary supplements is that they do not increase the entropy of the system. The authors are convinced of the need to revise the paradigm for assessing biological activity (bioeffectiveness, biocorrective properties, functional capabilities) and the substances that underlie the transition from differential quantitative characteristics to an integral qualitative assessment of the overall effectiveness of oxidative processes in the body. This pattern of thermodynamics: a quantitative sign of nutritional status; the second law of thermodynamics as a qualitative characteristic of nutritional status

Keywords: entropy, biothermodynamics, nutritional status, biocorrectors

Для цитирования

Родионова Н.С., Вишняков А.Б., Попов Е.С., Белокурова Е.В., Родионова Н.А., Ефременко И.В. Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 138–146. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-138-146

For citation

Rodionova N.S., Vishnyakov A.B., Popov E.S., Belokurova E.V., Rodionova N.A., Efremenko I.V. Application of the second law of thermodynamics in assessing the effectiveness of dietary supplements. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 138–146. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-138-146

Введение

Второй закон термодинамики сформулирован эмпирически, в его основу положено очевидное всем природное явление, впервые констатированное Р. Клаузиусом в 1850 г.: «Теплота не может самопроизвольно переходить от более холодного тела к более нагретому». Основы второго закона термодинамики были заложены ранее, чем был сформулирован первый закон термодинамики. Французский военный инженер С. Карно в 1824 г. выпустил научную работу «Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Размышления С. Карно о том, как происходит трансформация теплоты в работу, в последующем своем развитии и привело к созданию второго закона термодинамики.

Основополагающим при этом было положение, что движущая сила теплоты не зависит от агентов, используемых для ее реализации, а количество этой силы фиксируется только температурами тел, между которыми она реализуется, в конечном итоге – передачей тепла. Р. Клаузиус в 1865 г. ввел понятие «энтропия». По сути дела, энтропия явилась новой физической величиной столь же фундаментальной и универсальной, как и энергия.

В организме человека температура постоянна, изменение объема невелико, поэтому при рассмотрении многих жизненных процессов можно пользоваться понятием свободной энергии Гельмгольца (F), то есть практический интерес представляет не абсолютное значение свободной энергии, а ее изменение:

$$\Delta F = \Delta U - T\Delta S.$$

Каждый совершающийся в замкнутой системе процесс сопровождается увеличением энтропии. Это положение, которое часто называют «законом возрастания энтропии», по своему значению и точности формулировки становится рядом с первым законом термодинамики – законом сохранения энергии и успешно применимо не только для тепловых машин, но и для биологических живых систем.

Возрастание энтропии является импульсом всего происходящего непосредственно в окружающем нас мире, в том числе и в организме человека. Если выразиться образно – жизнь человека является постоянной борьбой

с возрастанием энтропии. В природе не существует реальной системы, которая могла бы пройти цикл операций и вернуться в начальное состояние, не увеличивая энтропию внешней среды.

При нарушении замкнутости системы, как в случае с биообъектами, это тепловое состояние будет непрерывно изменяться с возрастанием энтропии. Более перспективным для оценки влияния энтропии на жизнедеятельность организма человека является подход к пониманию энтропии как величины, характеризующей беспорядочность системы. Р. Максвелл в 1860 г. на основе кинетической теории газов установил основной закон классической статистической механики, определяющий наиболее вероятное распределение молекул по различным возможным энергетическим уровням при статистическом равновесии в системе с неизменной общей энергией – Максвеллово распределение, в результате – понятие энтропии как характеристики беспорядка (или порядка) в настоящее время используется очень широко во многих отраслях науки и техники – в кибернетике, экономике, социологии, истории, химии и т. д.

Для установления взаимосвязи второго закона термодинамики с воздействием на организм биологически активных добавок важны два постулата интерпретации энтропии.

1. Энтропия характеризует устойчивость или неустойчивость организма человека или его адаптационный ресурс.

2. Изменение энтропии является характеристикой энергии, поступающей с пищей в организм человека.

В онтогенезе человека постоянство энтропии в основном подтверждается. У эмбриона основной обмен (а именно он отображает продукцию энтропии в организме), действительно, понижается к рождению, но через 3–4 дня начинает возрастать, достигая максимума ($300 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$) к 10–12 дням постнатальной жизни. Затем в течение жизни основной обмен понижается до $150 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ в 20–25 лет и до $120 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ – к 70–80 годам.

Человек получает энергию в результате биотермодинамической трансформации пищи. При питании мы используем химическую энергию пищевых продуктов, при этом следует отметить, что изменение энтропии в зависимости от качества пищи может колебаться в довольно широких пределах (рисунок 1).

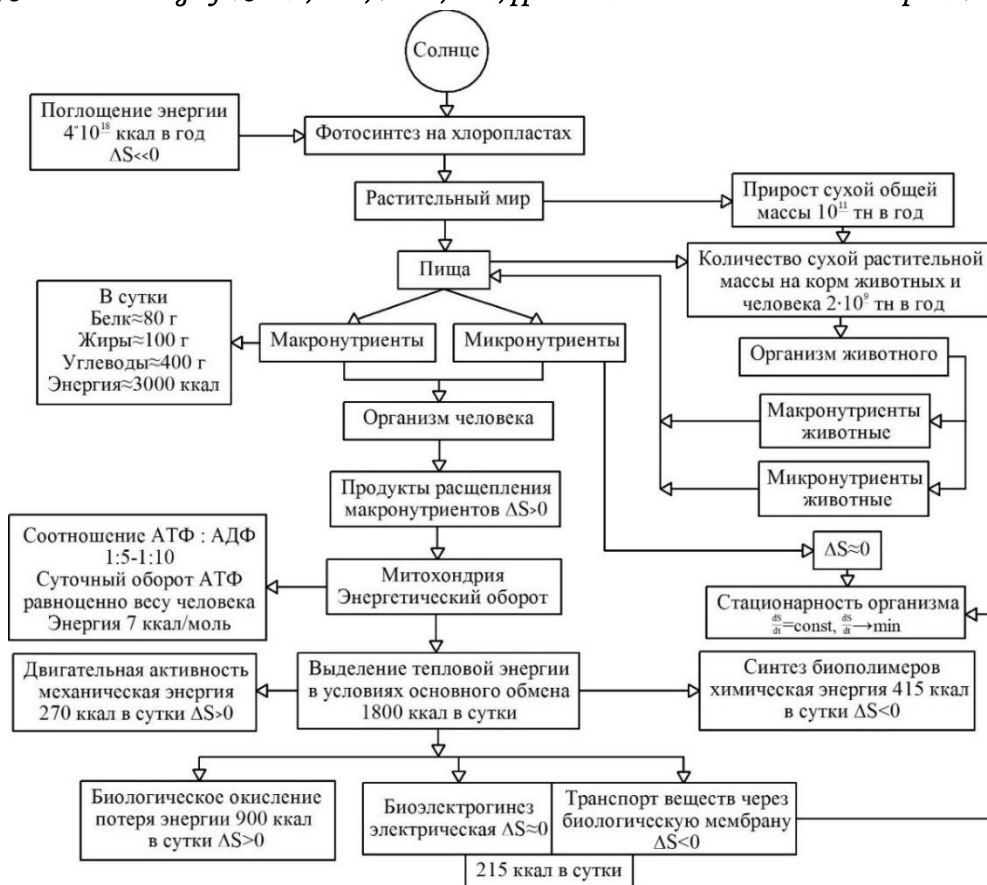


Рисунок 1. Принципиальная схема энергетической трансформации пищи человека с учетом энтропийной составляющей

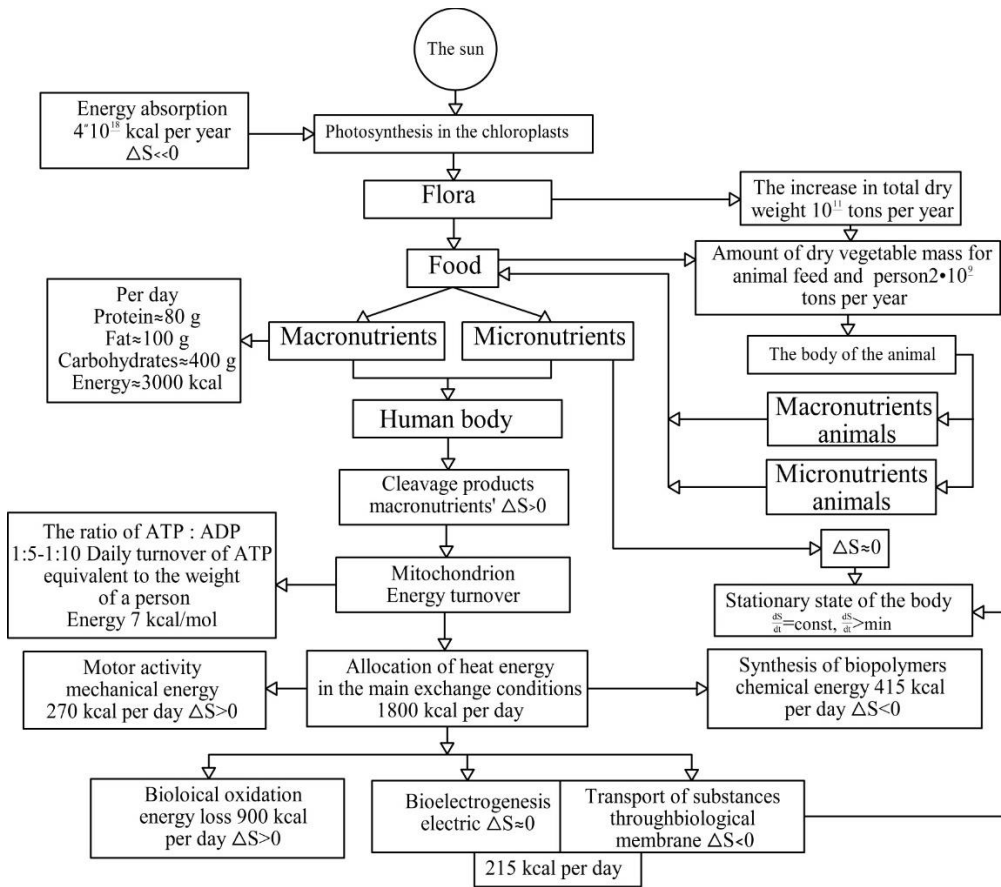


Figure 1. Schematic diagram of the energy transformation of human food taking into account the entropy component

Для поддержания жизни необходимо непрерывное поступление в организм свободной энергии из окружающей среды, чтобы восполнять постоянную убыль свободной энергии самого организма, идущей на выполнение работы в различных видах, и поддерживать энтропию организма постоянной. В простом понимании энтропия – хаос, саморазрушение и саморазложение. Соответственно «поток отрицательной энтропии» – движение к упорядочиванию и к организации системы. По отношению к человеку, для того чтобы не погибнуть, организм его неустанно борется с хаосом путем организации и поддержания порядка за счет поступления потока отрицательной энтропии из продуктов питания растительного и животного происхождения, что исследуется в настоящее время с помощью «омиксных» подходов. При этом надо четко

осознавать, что когда говорится об оценке влияния энтропии на пищевой статус человека, то речь идет не об абсолютном значении энтропии продуктов питания, а об изменении энтропии («потоке энтропии») при трансформации пищи. Основоположник современной кибернетики Н. Винер однозначно связывал влияние энтропии на организм человека с биологически активными продуктами: «Ферменты и витамины в организме человека являются метастабильными демонами Максвелла, уменьшающими энтропию».

Чтобы привести в соответствие второй закон термодинамики с парадоксом постоянства или снижения энтропии в живом организме, в биотермодинамику было введено понятие «равновесного и стационарного состояния» (таблица 1).

Таблица 1.

Отличительные признаки стационарного и равновесного состояний

Table 1.

Distinctive features of stationary and equilibrium States

Равновесное состояние Equilibrium state	Стационарное состояние Stationary state
1. Свободная энергия и работоспособность системы минимальны. 2. Энтропия в системе максимальна. 3. Отсутствие градиентов в системе. 1. Free energy and system performance are minimal. 2. The entropy in the system is maximum. 3. The lack of gradients in the system.	1. Свободная энергия и работоспособность системы постоянны, но не минимальны. 2. Энтропия в системе постоянна за счет равенства продукции и потока энтропии. 3. Наличие постоянных градиентов в системе. 1. Free energy and system performance are constant, but not minimal. 2. Entropy in the system is constant due to the equality of production and the flow of entropy. 3. The presence of constant gradients in the system.

В состоянии равновесия в системе прекращаются все процессы, кроме теплового движения молекул, выравниваются все градиенты.

В стационарном состоянии идут химические реакции, диффузия, перенос ионов и другие процессы, но они так сбалансированы, что состояние системы в целом не изменяется. В стационарном состоянии существуют постоянные градиенты между отдельными частями системы. Это возможно только при условии, что система из окружающей среды получает вещества и свободную энергию, а отдает продукты реакций и выделяющееся тепло. Именно данное состояние и есть – физическое здоровье биообъекта. По образному выражению И.Р. Пригожина: «Энтропия выносит смертный приговор человеку в день его рождения, но откладывает его исполнение во времени на период его жизни». Любой биологический объект, в том числе и организм человека, представляет собой термодинамически открытую стационарную систему, способную обмениваться с окружающей средой энергией и веществом. Именно в окружающей

среде открытая система черпает свободную энергию, необходимую для поддержания стационарного состояния. Для сохранения термодинамического равновесия ей не нужно затрачивать свободную энергию.

Биологически активные вещества – это вещества, имеющие активные группы, предназначенные для участия в процессах, требующих переноса электрона. Чем большая лабильность вещества к электронному возбуждению, тем в большей степени выражена их биологическая активность.

Предпосылкой анализа биологически активных добавок к пище с позиций биотермодинамики является то, что основная задача БАД – улучшение пищевого статуса в плане повышения устойчивости организма человека к негативным факторам внешней среды.

В анализе пищевого статуса с позиций биотермодинамики важно, как энергия трансформируется, неважно – физиологические или биохимические параметры определяют характер этой трансформации (рисунок 2).



Рисунок 2. Основные направления использования активных корректоров пищевого статуса с позиций биотермодинамики

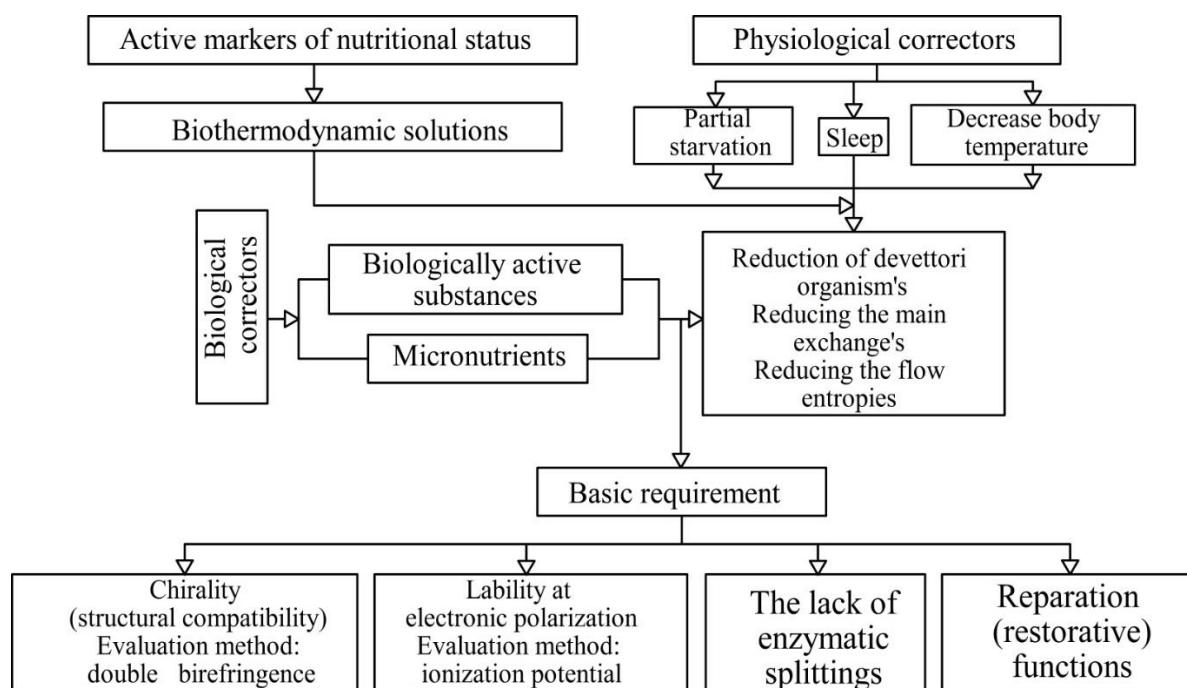


Figure 2. The main directions of the use of active correctors of nutritional status from the standpoint of biothermodynamics

В настоящее время рацион современного человека вполне достаточен по калорийности (около 2,2–2,5 тыс. ккал), но он не в состоянии удовлетворить потребность организма в витаминах, минералах и других эссенциальных биологически активных веществах. Значительный

вклад в снижение ценности биохимического состава пищевых продуктов вносят современные агротехнологии и технологические процессы: рафинирование, обработка высокими температурами, обработка СВЧ, сублимирование, криогенные технологии и т. д. [4-6].

В целом для структуры питания в экономически развитых странах характерно избыточное потребление животных жиров и дефицит полиненасыщенных жирных кислот, полноценных белков, большинства витаминов, минеральных веществ (кальция, железа), микроэлементов (йода, фтора, селена, цинка) и пищевых волокон [7-10].

Другими словами, в питании сложилась парадоксальная ситуация – люди, переедая и обеспечивая избыточность энергии, недоедают с позиций обеспечения биологически активными веществами, т. е. в итоге жертвуют своим здоровьем. Эта общая тенденция отмечается и при кормлении сельскохозяйственных животных.

Существующая в настоящее время градация потребляемых человеком субстанций на пищевые продукты, биологически активные вещества и лекарственные препараты не совсем корректна. Так, для пищевых продуктов и лекарственных препаратов существует определенная система и обоснование. Для пищевых продуктов – это в основном энергетическая ценность. Для лекарственных препаратов – это точечное фиксирование агонистов на рецепторах. Для БАД на современном этапе отсутствует обобщающая характеристика и научно-теоретическое обоснование, позволяющие позиционировать их в качестве биологически активного продукта, а порой, и отличать их от пищи или лекарства. Основной задачей БАД является не лечение той или иной патологии организма человека (эту задачу должны

решать лекарственные препараты или хирургия), а повышение адаптационного потенциала, устойчивости организма к любым воздействиям (уменьшать хаос, что означает в конечном итоге уменьшать энтропию). Неполнота и противоречивость знаний как о составе БАД, так и о трансформации пищи в организме человека требует применения обобщающего подхода для их оценки и систематизации.

Таким обобщающим подходом, широко и успешно используемым в различных отраслях науки и техники, является анализ с позиций второго закона термодинамики. Результат анализа определяется единственным критерием – знаком изменения энтропии. Определив его, исследователь получает информацию о направлении интересующего процесса. Такой путь не только упрощает решение трудных задач, но и приводит к вскрытию единой природы явлений и механизмов, протекающих в организме человека при различных его состояниях.

Термодинамический анализ трансформации пищи в организме человека лучше всего проводить методом прямой калориметрии. Однако, данный метод является весьма сложным и дорогостоящим. Авторами был проведен ряд исследований по оценке влияния БАД путем анализа термодинамических параметров (прежде всего, энтропии) на биообъектах по схеме, представленной ниже (рисунок 3).

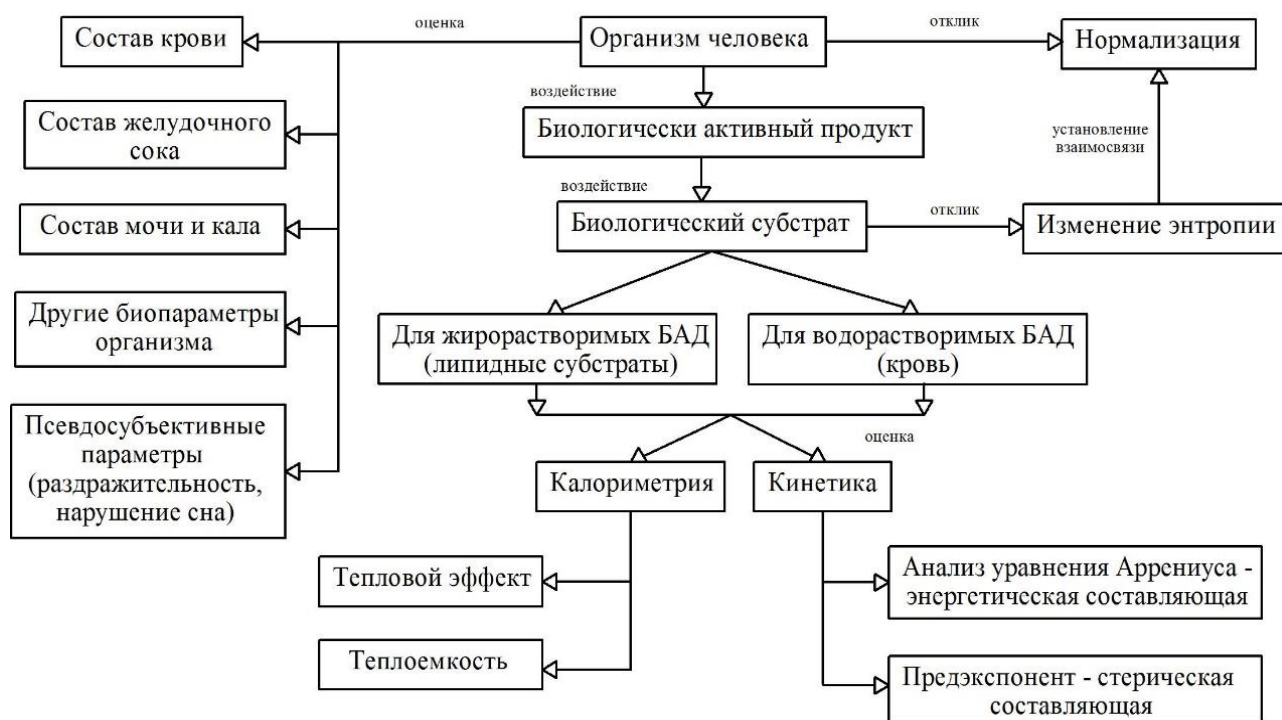


Рисунок 3. Схема анализа биологически активного продукта

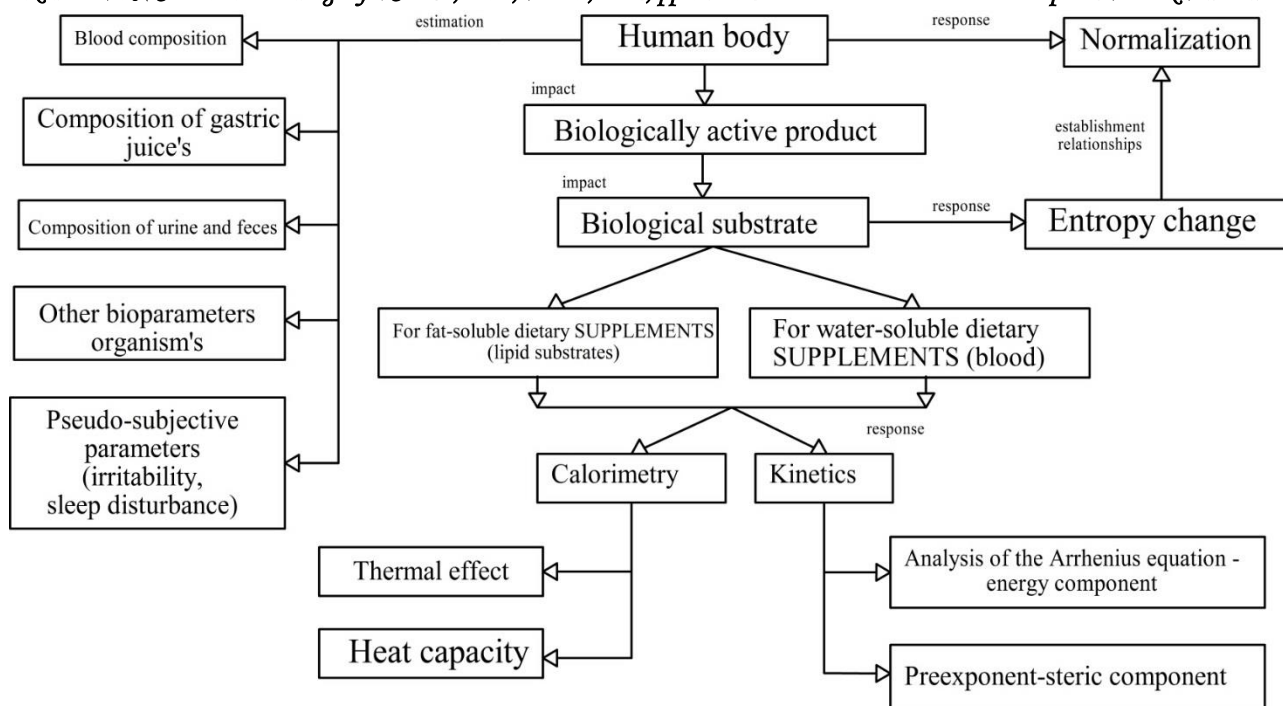


Figure 3. Scheme of analysis of biologically active product

Такая схема анализа эффекта действия БАД была разработана учеными ВГУИТ и опробована при исследованиях БАД липидного происхождения [3]. Была установлена определенная тенденция: уменьшение масличности растительного сырья приводит, как правило, к увеличению в липидной части таких классических биологически активных веществ, как стабилизаторы окисления (токоферолы, каротиноиды, аскорбаты, фенольные соединения и длинноцепочечные стеролы), ненасыщенные соединения (ω -3 и ω -6 жирные кислоты, стерины, стеролы, ненасыщенные углеводороды). Анализ полученных результатов и применение положений биотермодинамики дали основание выдвинуть гипотезу возможности объективного анализа эффективности БАД по его энтропийной составляющей при вводе ее в рацион питания в виде комбинаций БАД-субстрат. В качестве субстратов-носителей БАД был исследован широкий спектр пищевых форм [1]. Снижение энтропийной составляющей и энергии активации явились теоретической основой для создания липидных пробиотических пищевых форм, применимых в технологиях широкого спектра пищевых продуктов [2].

Процесс оценки продукта как «Функционального» или «Биологически активной добавки» состоит из нескольких этапов.

1. «Предварительный» – исследование биохимического состава.

2. «Обосновывающий» – определение термодинамических функций на биосубстрате.

3. «Окончательный» – подтверждение эффективности на человеке.

Анализ возможностей стабилизации гомеостаза организма человека и повышения его адаптационных ресурсов с позиций биотермодинамики является тем путем, который позволит более полно и правильно оценивать влияние не только БАД, но и в целом пищевого статуса на здоровье человека. Первый закон термодинамики дает основание для количественной характеристики пищевого статуса. Второй закон термодинамики позволяет оценить его качественную характеристику.

Заключение

Можно сделать вывод о целесообразности и перспективности разработки новой парадигмы оценки эффективности биокорректоров на основе измерения эффективности энергообмена, изменения коэффициента потребления кислорода и его максимальных значений, уровня оксигенации гемоглобина крови. Принятые в настоящее время положения омиксных технологий в отношении оценки БАД дают основание для разработки системы их классификации и направленного проектирования целевых функций с учетом персонализированного подхода к биообъектам, главный из которых – человек.

Литература

- 1 Алексеева Т.В., Попов Е.С., Белокурова Е.В., Калгина Ю.О. Исследование влияния фумаровой кислоты на липазу жмыха зародышей пшеницы // 19-я Международная многопрофильная научная геоконференция SGEM 2019. 2019. С. 897–903.
- 2 Исаев В.А., Родионова Н.С., Белокурова Е.В. Медико-биологические аспекты проектирования пищевых продуктов для здоровьесбережения // Продовольственная безопасность: научное, кадровое, информационное обеспечение: сборник научных статей и докладов. Воронеж, 2019. С. 368–371.
- 3 Соколова О.А. Новая БАД «Флавовит»: получение, свойства и применение для кондитерских изделий функционального назначения: дис. канд. техн. наук. Воронеж: ВГУИТ, 2017. 172 с.
- 4 Rajendran A., Sudeshraj R., Sureshkumar S. Phytonutrients: Stress and relaxation dietary health food supplements // The Pharma Innovation Journal. 2019. V. 8. № 5. P. 799–802.
- 5 Rautiainen S., Manson J.E., Lichtenstein A.H., Sesso H.D. Dietary supplements and disease prevention — a global overview // Nature Reviews Endocrinology. 2016. V. 12. P. 407–420.
- 6 Dwyer J.T., Coates P.M., Smith M.J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources // Nutrients. 2018. V. 10. № 1. P. 41. doi: 10.3390/nu10010041
- 7 Rawson E.S., Miles M.P., Enette Larson-Meyer D. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. V. 28. № 2. P. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340
- 8 Navarro V.J., Khan I., Björnsson E., Seeff L.B. Liver injury from herbal and dietary supplements // Hepatology. 2016. V. 65. № 1. doi: 10.1002/hep.28813
- 9 Ronis M.J.J., Pedersen K.B., Watt J. Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements // Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2018. V. 58. P. 583–601. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844
- 10 Kubachka K.M., Hanley T., Mantha M., Wilson R.A. et al. Evaluation of selenium in dietary supplements using elemental speciation // Food Chemistry. 2017. V. 218. P. 313–320.

References


- 1 Alekseeva T.V., Popov E.S., Belokurova E.V., Kalgina Yu.O. Investigation of the effect of fumaric acid on the lipase of cake of wheat germ cake. 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019; 2019, pp. 897–903. (in Russian).
- 2 Isaev V.A., Rodionova N.S., Belokurova E.V. Biomedical aspects of the design of food products for health conservation. Food Security: Scientific, Personnel, Information Support: A Collection of Scientific Articles and Reports, Voronezh, 2019. pp. 368–371. (in Russian).
- 3 Sokolova O.A. New dietary supplement “Flavovit”: production, properties and application for confectionery products for functional use. Voronezh, VSUET, 2017. 172 p. (in Russian).
- 4 Rajendran A., Sudeshraj R., Sureshkumar S. Phytonutrients: Stress and relaxation dietary health food supplements. The Pharma Innovation Journal. 2019. vol. 8. no. 5. pp. 799–802.
- 5 Rautiainen S., Manson J.E., Lichtenstein A.H., Sesso H.D. Dietary supplements and disease prevention – a global overview. Nature Reviews Endocrinology. 2016. vol. 12. pp. 407–420.
- 6 Dwyer J.T., Coates P.M., Smith M.J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. Nutrients. 2018. vol. 10. no. 1. pp. 41. doi: 10.3390/nu10010041
- 7 Rawson E.S., Miles M.P., Enette Larson-Meyer D. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. vol. 28. no. 2. pp. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340
- 8 Navarro V.J., Khan I., Björnsson E., Seeff L.B. Liver injury from herbal and dietary supplements. Hepatology. 2016. vol. 65. no. 1. doi: 10.1002/hep.28813
- 9 Ronis M.J.J., Pedersen K.B., Watt J. Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements. Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2018. vol. 58. pp. 583–601. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844
- 10 Kubachka K.M., Hanley T., Mantha M., Wilson R.A. et al. Evaluation of selenium in dietary supplements using elemental speciation. Food Chemistry. 2017. vol. 218. pp. 313–320.

Сведения об авторах


Наталья С. Родионова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

Александр Б. Вишняков д.т.н., профессор, ООО «Пулат», ул. Пионерская, ¼, пом. III, мкр. Юбилейный, г. Королев, Московская обл., 141090, Россия, vishnyakovab@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9379-5556>

Евгений С. Попов д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e_s_popov@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

Information about authors


Natalya S. Rodionova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rodionovast@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>


Alexander B. Vishnyakov Dr. Sci. (Engin.), professor, JCJ Pulat, st. Pioneer, ¼, room III, md. Anniversary, Korolev, Moscow Region, 141090, Russia, vishnyakovab@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9379-5556>


Evgeny S. Popov Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e_s_popov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>


Елена В. Белокурова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zvezdamal@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>


Наталья А. Родионова магистрант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pastukhova_na@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8127-6986>


Игорь В. Ефременко студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ddf9657@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9904-2475>

Elena V. Belokurova Cand. Sci (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zvezdamal@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

Natalya A. Rodionova master student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pastukhova_na@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8127-6986>

Igor V. Efremenko student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ddf9657@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9904-2475>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/10/2019	После редакции 07/11/2019	Принята в печать 16/11/2019
Received 28/10/2019	Accepted in revised 07/11/2019	Accepted 16/11/2019