УДК 620.2:663

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТОНИЗИРУЮЩЕГО (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО) НАПИТКА С ЛИМОННИКОМ КИТАЙСКИМ

Т.В. Котова[1,*], А.Н. Солопова[1], В.М. Позняковский[2]

*[1]Кемеровский институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова»,
650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39*

*[2]ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47*

**e-mail: t_kotova@inbox.ru*

Дата поступления в редакцию: 17.04.2015
Дата принятия в печать: 28.04.2015

В статье представлены результаты проведённого исследования по определению безопасности тонизирующих (энергетических) напитков трёхфакторным регрессионным анализом с помощью математической модели качества. Исследование выполнено на половозрелых крысах линии Wistar обоего пола в соответствии с требованиями, предъявляемыми к содержанию и гуманному обращению с экспериментальными животными. Животные употребляли водный раствор экстракта лимонника китайского из расчета 4 мкг экстракта на 100 г массы тела. Цель исследования – оценить риск развития токсических или побочных эффектов при употреблении напитка с лимонником китайским на основании результатов, полученных при доклиническом испытании на экспериментальных животных с помощью математической модели изменения активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) по количественным показателям активности аланинаминотрасферазы (АЛТ), аспартамаминотрансферазы (АСТ), креатинкиназы (КК). Риск повреждения клеточных мембран оценивали по количественному содержанию гликолитического фермента ЛДГ, активность которого повышается выше референтных значений – 170–480 Ед/л при токсических повреждениях клеток и тканей сердца, почек, печени и головного мозга. Получены уравнения регрессии, описывающие изменения активности ЛДГ в зависимости от X_1 – АЛТ, X_2 – АСТ, X_3 – КК у лабораторных животных обоего пола, принимающих напиток с лимонником китайским. Показана значимость всех коэффициентов уравнений регрессии, так как их значения находятся между нижней и верхней границей доверительного интервала. Теоретически обоснована возможность применения в качестве биомаркёра повреждения клеточных мембран изменение активности ЛДГ у лабораторных животных, принимающих напиток с лимонником китайским. У лабораторных животных наблюдалось снижение ЛДГ в пределах нормы, что свидетельствует о биологической безопасности напитка для организма человека.

Тонизирующие (энергетические) напитки, безопасность, биомаркёры, трехфакторная модель биологической безопасности, уравнение регрессии.

Введение

Одним из основных векторов государственной политики в области здорового питания является безопасность продовольственных товаров. Во избежание возможных заболеваний потребитель должен быть осведомлён о качестве потребляемой продукции, влиянии пищевых компонентов и ксенобиотиков на организм человека. Такой подход формирует культуру питания и является одним из составляющих культуры общества.

Правительство Российской Федерации проводит последовательную экономическую политику в области обеспечения продовольственной безопасности. Согласно принятой в январе 2010 г. Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, для формирования здорового питания на уровне государства требуется развитие фундаментальных и прикладных научных исследований по медико-биологической оценке безопасности новых источников пищи и ингредиентов [1].

В последние годы в России и за рубежом популярностью пользуются безалкогольные тонизирующие (энергетические) напитки (БТЭН), основными потребителями которых являются молодые люди в возрасте 30–35 лет, что обусловлено особенностями жизни и социально-общественной деятельности этой части населения, в частности, необходимостью дополнительной эмоциональной стимуляции, противодействия усталости и стрессу [2, 3].

Основными компонентами при изготовлении БТЭН являются кофеин и таурин.

Кофеин оказывает влияние на высшую нервную деятельность организма, обладает достаточно выраженным стимулирующим эффектом на умственную и физическую способность человека, что помогает сохранять бодрость при утомлении [4].

Таурин способствует нормализации функции клеточных мембран, оптимизации энергетических и обменных процессов. Следует отметить, что применение данного компонента в дозах, превышающих рекомендуемые, в сочетании с кофеином и другими стимуляторами вызывает нервное возбуждение. Рекомендуемые уровни потребления стимуляторов энергетического обмена регламентируются в ГОСТ Р 52844-2007 «Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия».

Долгую историю медицинского применения как тонизирующего и вяжущего средства в азиатских

странах имеют плоды лимонника китайского (*Schizandra chinensis*), являющиеся уникальным стимулятором. Это одно из растений, которое обычно используется для лечения ишемической болезни сердца. Экстракт лимонника активирует эстрогензависимые люциферазные гены клеток временно трансфицированных с рецепторами эстрогенов [5].

Препараты из лимонника усиливают возбуждение в коре головного мозга и повышают рефлекторную деятельность центральной нервной системы (ЦНС). Тонизирующее, освежающее, стимулирующее действие лимонника китайского особенно выражено во время напряженной умственной работы, которая требует сосредоточенности, внимания, цельности восприятия. При этом очень важно, что его тонизирующее действие не сопровождается истощением нервных клеток. Препараты лимонника китайского повышают остроту зрения и способность глаз адаптироваться к темноте. Они уменьшают частоту сердечных сокращений, увеличивая их амплитуду.

Для достижения тонизирующего эффекта препараты лимонника могут применять как практически здоровые люди (при переутомлении, усталости, понижении работоспособности, вялости, весеннем авитаминозе), так и люди, страдающие гипотонией, психастенией, вегетососудистой дистонией по гипотоническому типу.

В настоящем исследовании впервые проведена оценка биологической безопасности БТЭН трёхфакторным регрессионным анализом путём построения математической модели, что определяет её приоритетность и актуальность.

Цель исследования – оценить риск развития токсических или побочных эффектов при употреблении напитка с лимонником китайским на основании результатов, полученных при доклиническом испытании на экспериментальных животных с помощью математической модели изменения активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) по количественным показателям активности аланинаминотрасферазы (АЛТ), аспартамаминотрансферазы (АСТ), креатинкиназы (КК).

Объект и методы исследования

Исследование выполнено на 30 половозрелых крысах линии Wistar обоего пола (самки, n = 15; самцы, n = 15), массой (371±26) г (самки: (281±29) г; самцы: (461±23) г) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к содержанию и гуманному обращению с экспериментальными животными: приказ МЗ СССР от 12.08.1977 № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных»; «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных».

Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ.

Критерии включения животных в эксперимент: возраст 3–5 месяцев, масса не менее 250 г и не более 485 г, активные животные без видимых травматических повреждений и клинических проявлений патологии сердца, печени и почек.

Критерии исключения: возраст менее 3 и более 5 месяцев, масса менее 250 г и более 485 г, малоактивные, болезненные животные.

Животные употребляли водный раствор экстракта лимонника китайского (20 мкг экстракта : 100 см^3 воды) из расчета 4 мкг экстракта на 100 г массы тела. Рассчитанное количество вносимых компонентов растворяли в предварительно очищенной фильтром «Барьер», нагретой до кипения и охлаждённой до комнатной температуры воде. Выбор используемых в данном исследовании дозировок обоснован методическими рекомендациями «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» от 09.12.2011 № 880 и ГОСТ Р 52844-2007 «Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия» в пересчёте на массу животных.

Активность ферментов в сыворотке крови определяли спектрофотометрически в соответствии с прилагаемыми инструкциями. Для определения АЛТ и АСТ использовали набор реагентов для определения активности энзиматическим кинетическим методом (изготовитель ООО «Ольвекс Диагносстикум», Россия, г. Санкт-Петербург), для определения КК – набор реагентов фирмы HUMAN (Германия), для определения активности ЛДГ кинетическим методом – набор ФС «ДДС» (изготовитель АО «ДИАКОН-ДС», Россия, Московская область, г. Пущино).

Результаты и их обсуждение

Оценка безопасности лимонника китайского на стадии доклинического изучения является неотъемлемой частью исследования. В основе развития токсических или побочных эффектов лежат нарушения нормального функционирования ферментативных процессов, изменения которых следует расценивать как причину или следствие различных патологических процессов. Большинство ферментов находятся в клеточной среде, но тем не менее на основании полученных результатов можно сделать заключение об изменениях, происходящих в клетках и тканях. Для этого должен быть выбран соответствующий показатель. В настоящее время известно пять изоферментов, различающихся набором протомеров. Для скрининга возможной токсичности определяли активности АЛТ, АСТ, КК, ЛДГ.

Увеличение АЛТ и АСТ свидетельствует о некрозе прежде всего мышечной ткани, клеток печени и мозга. Повышенная активность в сыворотке крови КК может быть следствием повреждения миокарда или скелетной мускулатуры. ЛДГ относится к классу оксиредуктаз и представляет собой тетрамер, содержащий протомеры двух типов, один из немногих ферментов, широко представленный в различных органах и тканях, в том числе в сердечной мышце, паренхиматозных органах и др. При патологических процессах в конкретном органе повышается уровень ЛДГ в сыворотке крови. Та-

ким образом, в нашем исследовании указанный фермент выбран как основной среди широкой распространённости с одной стороны и протомерной селективности – с другой стороны. Эти свойства выгодно отличают фермент данного класса от других ферментных систем организма. Поэтому интерес представляет построение зависимости между АЛТ, АСТ, КК и ЛДГ. Математическая модель, описывающая взаимосвязь между ферментами, получена методом факторного анализа на основе экспериментальных данных.

Факторный эксперимент характеризуется количественными показателями, выраженными в Ед/л: X_1 – АЛТ; X_2 – АСТ; X_3 – КК. Функция отклика Y – ЛДГ, Ед/л (табл. 1). Целью анализа является определение такого сочетания факторов X_1, X_2, X_3, при котором функция отклика принимает значение в интервале170–480 Ед/л (референтные пределы).

Таблица 1

Сравнение экспериментального и предсказанного содержания ЛДГ у особей мужского пола

№ опыта	Содержание фермента, Ед/л			Содержание ЛДГ, Ед/л	
	АЛТ	АСТ	КК	экспериментальное	предсказанное
1	35,8	43,2	15	192,4	190,55
2	38,4	42,8	11	286,9	277,07
3	39,9	43,5	14	210,0	219,23
4	38,5	42,9	15	205,2	210,41
5	37,9	43,3	15	202,0	200,95
6	37,9	43,1	10	195,0	187,71
7	37,7	43,2	15	194,0	190,48
8	38,4	42,8	14	285,3	279,96
9	39,8	43,5	10	208,4	200,30
10	38,5	42,9	10	203,6	212,30
11	37,9	43,3	15	200,4	201,73
12	37,7	43,1	14	211,6	216,78
13	37,9	42,9	10	215,0	227,73
14	37,4	43,3	15	205,0	209,02
15	38,4	43,1	15	185,0	175,58

При сравнении содержания ЛДГ у самок, употребляющих напиток с лимонником китайским, активность фермента в сыворотке крови выше, чем у самцов, что может быть обусловлено как гендерными особенностями гормонального статуса – преобладание катехоламиновой стимуляции у самцов, так и большей мышечной массой самцов.

Построение трёхфакторной модели безопасности сводится к выводу уравнения регрессии, которое определяет эмпирическую зависимость Y по X_1, X_2, X_3 – независимым факторам и их взаимодействиям. Вид и численные значения параметров уравнения регрессии установлены с помощью метода наименьших квадратов отклонений эмпирических данных от выровненных. Параметры уравнения регрессии имеют стандартные ошибки (табл. 3, 4), но они меньше соответствующих коэффициентов. Также вычисленные коэффициенты находятся между нижней и верхней границей доверительного интервала, следовательно, все коэффициенты являются значимыми.

Таблица 2

Сравнение экспериментального и предсказанного содержания ЛДГ у особей женского пола

№ опыта	Содержание фермента, Ед/л			Содержание ЛДГ, Ед/л	
	АЛТ	АСТ	КК	экспериментальное	предсказанное
1	35,8	43,7	12	293,3	288,22
2	35,8	44,2	12	280,5	292,24
3	35,9	43,9	10	274,1	280,85
4	37,2	43,5	11	206,8	205,52
5	36,9	42,7	12	305,0	299,34
6	37,2	43,0	10	217,0	227,78
7	35,7	43,7	11	301,8	306,79
8	35,7	44,2	10	296,6	288,27
9	35,5	43,9	10	290,1	279,57
10	37,2	43,5	11	205,2	208,40
11	36,9	42,7	10	293,3	299,97
12	37,1	43,0	10	240,0	234,66
13	36,9	43,5	11	255,0	248,08
14	36,7	42,7	12	327,0	319,77
15	35,6	43,0	12	325,4	331,62

Таблица 3

Параметры модели ЛДГ у особей мужского пола и их статистические оценки

Параметр модели	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
Y-пересечение	1218350	202356,6	6,020807
АЛТ	630,7263	188,0345	3,354311
АСТ	–57028,9	9479,679	–6,01591
КК	77,88242	21,55269	3,613581
X_1^2	–8,58184	2,515887	–3,41106
X_2^2	660,8453	109,9607	6,00983
X_3^2	–0,16412	0,046291	–3,54546
Параметр модели	P-значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %
Y-пересечение	0,000316	751714,8	1684985
АЛТ	0,010016	197,1179	1064,335
АСТ	0,000318	–78889,1	–35168,8
КК	0,006846	28,18182	127,583
X_1^2	0,009209	–14,3835	–2,78019
X_2^2	0,00032	407,2754	914,4152
X_3^2	0,007559	–0,27087	–0,05738

Таблица 4

Параметры модели ЛДГ у особей женского пола
и их статистические оценки

Параметр модели	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
Y-пересечение	49884,99	44658,27	1,117038
АЛТ	3479,812	1126,906	3,087936
АСТ	–5205,95	1506,93	–3,45467
КК	451,5982	206,4263	2,187697
X_1^2	–48,7081	15,48904	–3,14468
X_2^2	59,31636	17,33279	3,422204
X_3^2	–20,4371	9,428454	–2,1676
Параметр модели	P-значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %
Y-пересечение	0,2964	–53097,2	152867,2
АЛТ	0,014936	881,163	6078,461
АСТ	0,008635	–8680,94	–1730,96
КК	0,060137	–24,4218	927,6182
X_1^2	0,013708	–84,4259	–12,9903
X_2^2	0,009058	19,34686	99,28585
X_3^2	0,062051	–42,1791	1,30497

Уравнение модели изменения активности ЛДГ у особей мужского пола (табл. 3) имеет следующий вид:

$$Y = 630{,}7263X_1 - 57028{,}9X_2 + 77{,}88242X_3 - 8{,}58184X_1^2 + 660{,}8453X_2^2 - 0{,}16412X_3^2 + 1218350;$$

$$17 \le X_1 \le 40;$$
$$17 \le X_2 \le 45;$$
$$10 \le X_3 \le 19;$$
$$170 < Y \le 480.$$

Уравнение модели изменения активности ЛДГ у особей женского пола (табл. 4) имеет вид:

$$Y = 3479{,}812X_1 - 5205{,}95X_2 + 451{,}5982X_3 - 48{,}7081X_1^2 + 59{,}31636X_2^2 - 20{,}4371X_3^2 + 49884{,}99;$$

$$17 \le X_1 \le 40;$$
$$17 \le X_2 \le 45;$$
$$10 \le X_3 \le 19;$$
$$170 < Y \le 480.$$

Поверхность отклика, построенная по уравнению регрессии (табуляция выполнялась в пределах экспериментальных данных, рис. 1 и 2), позволяет сделать вывод, что у подопытных животных мужского пола при употреблении напитка с лимонником китайским прогнозируется повышение значений ЛДГ, а у подопытных животных женского пола – значения ЛДГ в пределах допустимой нормы.

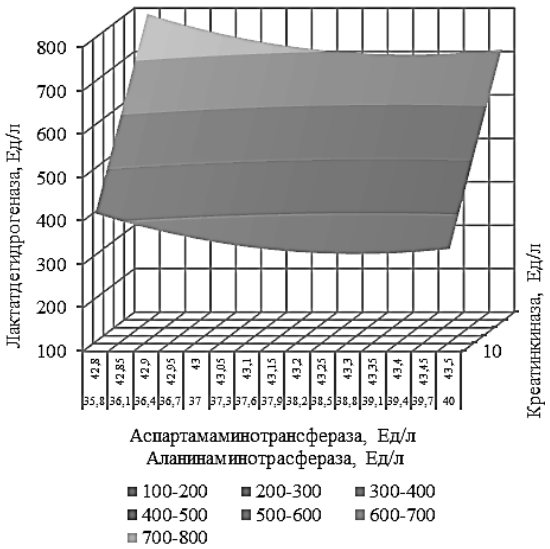

Рис. 1. Поверхность отклика предсказанного содержания ЛДГ у особей мужского пола

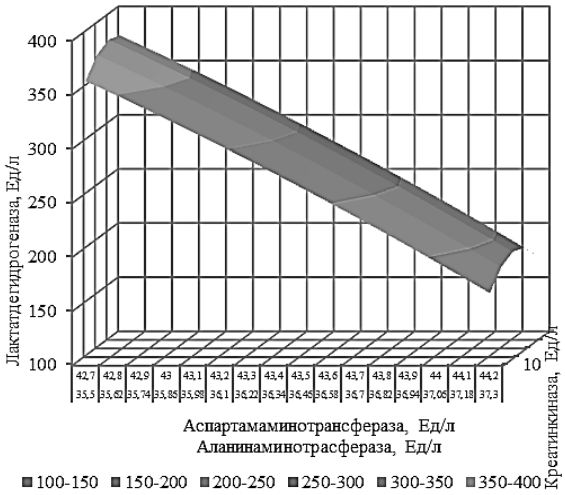

Рис. 2. Поверхность отклика предсказанного содержания ЛДГ у особей женского пола

Применение математической модели позволяет наглядно охарактеризовать ферментативные системы и их взаимозависимость и прогнозировать по одному или нескольким показателям системы целостность организма при различных патологических состояниях, в том числе в результате воздействия ксенобиотиков. Таким образом, теоретически обоснована возможность применения в качестве биомаркёра повреждения клеточных мембран изменение активности ЛДГ у лабораторных животных, принимающих напиток с лимонником китайским. У лабораторных животных наблюдалось снижение ЛДГ в пределах нормы, что свидетельствует о биологической безопасности напитка для организма человека.

Список литературы

1. Котова, Т.В. Описание профиля потребителя энергетических напитков г. Кемерово / Т.В. Котова, Н.Н. Зоркина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 4 (15). – С. 91–102.
2. Котова, Т.В. Анализ потребительских предпочтений при выборе энергетических напитков / Т.В. Котова, Н.А. Петрик // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 6 (17). – С. 83–87.
3. Кацерикова, Н.В. Информационная модель качества печенья функционального назначения / Н.В. Кацерикова, А.Н. Солопова // Кондитерское производство. – 2010. – № 1. – С. 29–32.
4. Кацерикова, Н.В. Разработка творожных изделий с кунжутом геродиетического направления / Н. В. Кацерикова, А. Н. Солопова, Ю. С. Липатова // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3 (22). – С. 97–101.
5. Rhyua, M.R. Aqueous extract of Schizandra chinensis fruit causes endothelium-dependent and -independent relaxation of isolated rat thoracic aorta / M.R. Rhyua, E.-Y. Kima, B.-K. Yoonb et al. // Phytomedicine. – 2006. – Vol. 13. – P. 651–657.

THE INFORMATIONAL SAFETY MODEL OF A TONIC (ENERGY) DRINK WITH *SCHIZANDRA CHINENSIS*

T.V. Kotova[1,*], A.N. Solopova[1], V.M. Poznyakovskiy[2]

[1]Plekhanov Russian University of Economics,
Kemerovo institute (branch),
39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia

[2]Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

**e-mail: t_kotova@inbox.ru*

Received: 17.04.2015
Accepted: 28.04.2015

The article presents the results of the study in determining the safety of tonic (energy) drinks with the help of three-factor regression analysis using a mathematical model of quality. The study has been performed on adult Wistar rats of both sexes in accordance with the requirements to the content and the humane treatment of experimental animals. The animals consumed the water solution of *Schizandra chinensis* extract at the rate of 4 mcg per 100 g of the body weight. The purpose of the study is to assess the risk of toxic or side effects when consuming the drink with *Schizandra chinensis* basing on the results obtained during pre-clinical trials with animal models using a mathematical model of changes of lactate dehydrogenase (LDH) activity in quantitative indices of the activity of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) , creatinekinase (CK).The risk of damage to the cell membranes has been estimated by the quantitative content of the glycolytic enzyme LDH, the activity of which increases above the reference values of 170-480 U/l when having toxic damages of cells and tissues of heart, kidney, liver and brain. The regression equations have been obtained which describe the change in LDH activity depending on X_1 – ALT, X_2 – AST, X_3 – CK with laboratory animals of both sexes taking a drink with *Schizandra chinensis*. The significance of all coefficients of the regression equations has been shown, since their values are between the lower and upper limits of the confidence interval. The possibility of using the change in LDH activity in laboratory animals taking a drink with *Schizandra chinensis* as biomarkers of damage to the cell membranes has been theoretically proved. There has been LDH decrease within the normal range in laboratory animals, indicating the biological safety of the beverage to the human body.

Tonic (energy) drinks, safety, biomarkers, three-factor model of biological safety, regression equation.

References

1. Kotova T.V., Zorkina N.N. Opisanie profilja potrebitelja jenergeticheskih napitkov g. Kemerovo [The description of the energy beverage consumer profile of Kemerovo]. *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2012, no. 4 (15), pp. 91-102.
2. Kotova T.V., Petrik N.A. Analiz potrebitel'skih predpochtenij pri vybore jenergeticheskih napitkov [Consumer preferences in choosing energy beverages]. *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2012, no. 6 (17), pp. 83-87.
3. Solopova A.N., Kacerikova N.V. Informacionnaja model' kachestva pechen'ja funkcional'nogo naznachenija [The cookie's quality information model of the functionality with spice and honey-nut stuffing]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionary manufacture]. 2010, no. 1, pp. 29-32.
4. Kacerikova N.V., Solopova A.N., Lipatova Ju.S. Razrabotka tvorozhnyh izdelij s kunzhutom gerodieticheskogo napravlenija [Development of the cottage cheese gerodietary products with sesame]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2011, no. 3, pp. 97-101.
5. Rhyua M.R., Kima E.-Y., Yoonb B.-K., et al. Aqueous extract of Schizandra chinensis fruit causes endothelium-dependent and -independent relaxation of isolated rat thoracic aorta. *Phytomedicine.* 2006, vol. 13, pp. 651-657.

Дополнительная информация / Additional Information

Котова, Т.В. Информационная модель безопасности тонизирующего (энергетического) напитка с лимонником китайским / Т.В. Котова, А.Н. Солопова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 110–115.

Kotova T.V., Solopova A.N., Poznyakovskiy V.M. The informational safety model of a tonic (energy) drink with Schizandra chinensis. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 110–115. (In Russ.)

Котова Татьяна Вячеславовна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39, тел.: +7 (3842) 75-27-76,
e-mail: t_kotova@inbox.ru

Солопова Алла Николаевна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры вычислительной техники и информационных технологий, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39,
тел.: +7 (3842) 75-75-00, e-mail: allaslp@mail.ru

Позняковский Валерий Михайлович
заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров НИИ переработки и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54,
e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Tatiana V. Kotova
Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo institute (branch), 39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia, phone: +7 (3842) 75-27-76, e-mail: t_kotova@inbox.ru

Alla N. Solopova
Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Information Technology, Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo institute (branch), 39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia, phone: +7 (3842) 75-75-00, e-mail: allaslp@mail.ru

Valeriy M. Poznyakovskiy
Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director of Research Institute, Head of Food Hygiene Research Institute of expertise and products processing and certification of food products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,
phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

УДК 579.8

НЕРЕШЁННЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕЙ МИКРОБИОЛОГИИ

В.А. Марьин[1], Д.В. Харитонов[1,*], И.В. Харитонова[2]

[1]ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35

[2]ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

**e-mail: vnimi5@rambler.ru*

Дата поступления в редакцию: 31.03.2015
Дата принятия в печать: 06.04.2015

В основе общей микробиологии, по мнению авторов, лежат три фундаментальных Закона Природы: 1. Закон экспоненциального роста микроорганизмов. 2. Закон прямой пропорциональности, который сейчас большинству микробиологов неизвестен. 3. Закон экспоненциального уменьшения со временем концентрации выживших пассивных (покоящихся) микроорганизмов в биологических пробах (например, в замороженных сухих бактериальных концентратах) при хранении их в неизменных условиях, исключающих рост клеток. Только Первый из перечисленных трёх Законов признан всеми микробиологами. Остальные два Закона сейчас официально не признаны. В работе обоснована необходимость признания микробиологами всех трёх Законов Природы, которые все вместе являются фундаментальной основой общей микробиологии. Живые клетки растущей культуры микроорганизмов состоят из активных (растущих) и пассивных (покоящихся) клеток: $(X_{общ})_o = [(X_{акт})_o + (X_{пас})_o]$. В экспоненциально растущей культуре растут только активные клетки. Пассивные клетки не растут, поэтому известное уравнение экспоненциального роста всех живых клеток культуры $(X_{общ})_t = (X_{общ})_o \cdot e^{\mu t}$ не соблюдается: $(X_{общ})_t = (X_{акт})_o \cdot e^{\mu t} + (X_{пас})_o] \neq [(X_{акт})_o + (X_{пас})_o] \cdot e^{\mu t}$. Выведено новое уравнение экспоненциального роста всех живых клеток культуры, учитывающее непрерывную пассивацию активных клеток: $(X_{общ})_t = (X_{общ})_o \cdot e^{\alpha\mu \cdot t}$, где μ = const, α_t – доля