

УДК 613.2 : 612.392 – 048.26

**А. М. Бондарук¹, В. Г. Цыганков¹, Л. Н. Журихина²,
С. В. Федорович², В. В. Гулин³**

¹Белорусский государственный технологический университет

²Научно-практический центр гигиены

³Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И БЕЗВРЕДНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНОВ ДЛЯ ТУРИСТСКО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Качественный состав пищи для людей, ведущий активный образ жизни, должен подбираться с учетом индивидуальных физических характеристик, уровня нагрузок. Но в любом случае пища должна содержать все необходимые макро- и микроэлементы. При достижении оптимальной структуры питания обеспечиваются высокая работоспособность и первичная профилактика многих заболеваний (сердечнососудистых, атеросклероза, онкологических и др.), повышается иммунная резистентность и усиливается защита от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Разработаны методические подходы к оценке безвредности и биологической ценности пищевой продукции на *Tetrahymena pyriformis*. Проведено ранжирование пищевой продукции по пищевому составу и энергетической ценности. Определен баланс этих продуктов в суточных рационах. Составлены таблицы расчета количества пищевых продуктов для культивирования с *Tetrahymena pyriformis*. Разработаны и экспериментально апробированы два варианта среды, необходимой для изучения биологической ценности и безвредности пищевых продуктов на *Tetrahymena pyriformis*.

Ключевые слова: туристическо-оздоровительная деятельность, рационы, пищевые продукты, биологическая ценность.

**A. M. Bondaruk¹, V. G. Tsygankov¹, L. N. Zhurihina²,
S. V. Fedorovich², V. V. Gulin³**

¹Belarusian State Technological University

²Scientific and Practical Center of Hygiene

³Republican Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health

EVALUATION BIOLOGICAL VALUE AND FOOD SAFETY TO DEVELOP DIETS FOR TOURISM AND WELL-BEING ACTIVITIES

The qualitative composition of food for people leading an active life, should be selected based on individual physical characteristics. Anyway, the food must contain all the essential macro and micro elements. When the optimal supply structure ensures high performance and primary prevention of many diseases (cardiovascular, atherosclerosis, cancer, and others), increases immune resistance, and enhanced protection from the effects of adverse environmental factors.

Methodological approaches to estimation the safety and biological value of food production in the *Tetrahymena pyriformis*. Has done a ranking of food products for the food composition and energy value. Determine the balance of these foods in the daily diets. Offered a table of the calculation of the amount of food for the cultivation of a *Tetrahymena pyriformis*. Developed and experimentally tested two versions of the environment necessary for the study of biological value and food safety in the *Tetrahymena pyriformis*.

Key words: tourism and recreation, biological value, food safety concentrate.

Введение. Цель рекреационного туризма можно сформулировать как полноценный отдых и оздоровление человека средствами туризма. Задачи оздоровления участников туристских рекреационных мероприятий фактически неотделимы от задач их полноценного отдыха (они решаются совместно). Поэтому можно называть рекреационный туризм одновременно и оздоровительным туризмом. При

этом если в туристских мероприятиях специально применяют ту или иную технологию оздоровления (выбирается метод, средства оздоровления, планируются соответствующие мероприятия), то подчеркивая данную их направленность, их можно называть рекреационно-оздоровительными. Любое рекреационное туристское мероприятие имеет так же и оздоровительную направленность (оздорови-

тельный мотив), где процесс оздоровления проходит «сам по себе» в контексте пассивного или активного отдыха [1].

Рекреационный туризм, особенно его активные формы, позволяют устранить или ослабить воздействие на человека неблагоприятных факторов повседневной действительности (нервно-эмоциональной перегрузки, гипокинезии, избыточного нерационального питания и т. д.). Эффективному отдыху и оздоровлению участников рекреационно-туристской деятельности способствует, во-первых, обеспечение достаточной мышечной активности, устранение неблагоприятных последствий «мышечного голода» с тренировкой основных функциональных систем, обеспечивающих работоспособность организма: сердечнососудистой, дыхательной, опорно-двигательной, нервно-эндокринной и пр. Во-вторых, кроме физической нагрузки умеренного объема и интенсивности оздоровительным эффектом обладает сама по себе смена обстановки и положительный эмоциональный фон от общения с природой и приятной компанией. «Выход» человека из повседневных, однообразных условий обеспечивает переключение нервно-эмоциональной сферы на новые объекты. На положительном эмоциональном фоне предлагаемые физические нагрузки не воспринимаются как утомительные, однообразные. Напротив, они легко переносятся и обеспечивают отдых и оздоровление участников.

В-третьих, оздоровлению участников похода способствуют сами рекреационные природные ресурсы. Не стоит даже доказывать благотворный результат на здоровье таких природных факторов, как умеренное пребывание на солнце, чистый воздух и вода, воздействие фитонцидов в сосновом бору и пр. Очевидно и закаляющее воздействие водно-воздушных процедур в походных условиях. В природной рекреационной среде происходит стимуляция естественного иммунитета; у регулярно участвующих в оздоровительных походах людей отмечено повышение невосприимчивости к болезнетворным микроорганизмам. Оздоровлению и полноценному отдыху туристов способствует качественный туристский сервис, а также регулярный (в отличие от городской суеты) режим питания, нагрузки и отдыха; здоровая диета.

Людям, ведущим активный образ жизни, важно правильно дозировать нагрузки и обеспечивать восстановление организма после них. Восстановление невозможно без полноценного питания – того, что поставляет организму энергию и материал для воспроизводства новых клеток. Рацион участников туристических походов должен разрабатываться с учетом выполнения следующих задач:

1) обеспечение организма необходимым количеством калорий, микроэлементов и витаминов;

2) активация и нормализация обменных процессов;

3) регуляция веса;

4) изменение морфологических показателей [2].

Туристы затрачивают большое количество энергии на поддержание во время нагрузок важнейших жизненных функций (работы сердца, пищеварения, дыхания), внутренние органы во время атлетических упражнений работают в усиленном режиме. Если питательных веществ будет недостаточно, возникнет энергетический дисбаланс, который приведет к истощению организма.

Качественный состав пищи для людей, ведущих активный образ жизни, должен подбираться с учетом индивидуальных физических характеристик, уровня нагрузок. Но в любом случае пища должна содержать все необходимые макро- и микроэлементы.

По качественному составу правильное питание для туриста должно быть приближено к формуле: 30% – белки, 60% – углеводы, 10% – жиры [3, 4]. Следует помнить также о микроэлементах и витаминах, которые могут представляться в организм как в составе разнообразной по происхождению пищи, так и в виде специальных лекарственных комплексов.

С гигиенических позиций качество продуктов питания включает в себя три основных компонента [5].

1. Пищевая ценность продуктов питания, которая предусматривает насыщенность их жизненно важными веществами, обеспечивающими потребность человеческого организма в энергии, пищевых, пластических и биологически активных веществах. При достижении оптимальной структуры питания обеспечиваются высокая работоспособность и первичная профилактика многих заболеваний (серечнососудистых, атеросклероза, онкологических и др.), повышается иммунная резистентность и усиливается защита от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

2. Безопасность продуктов питания, поскольку пища может быть основным носителем и источником потенциально опасных химических и биологических агентов. В связи с этим разработаны стандарты безопасности – предельно допустимые концентрации и другие регламенты, соблюдение которых обеспечивает безопасность пищевых продуктов для человека.

3. Высокие потребительские свойства продуктов питания, которые придают им соответствующий цвет, запах, вкус, внешний вид.

Высокое качество пищевых продуктов должно предусматривать соблюдение всех трех компонентов, но одним из основных принципов формирования качества продовольственных товаров является их безопасность [6].

Основная часть. Анализ отечественных и зарубежных источников, а также результатов наших предыдущих исследований по медико-биологической оценке пищевой продукции, выполненной по различным технологиям, показал, что биотестирование пищевой продукции на *Tetrahymena pyriformis* требует индивидуализации методических подходов к оценке безвредности и биологической ценности продукции разных групп. Важными методическими моментами при проведении испытаний являются: выбор концентраций исследуемого продукта, состава среды культивирования *Tetrahymena pyriformis* на его основе и состава стандарта сравнения [7].

При разработке методических подходов к оценке пищевой продукции на *Tetrahymena pyriformis* мы руководствовались необходимостью экстраполяции полученных результатов на человека. Поэтому учитывалась суточная потребность человека в пищевых и биологически активных веществах.

Для решения поставленных задач осуществлен анализ химического состава пищевых продуктов. По результатам анализа все пищевые продукты, имеющие схожий нутриентный состав и энергетическую ценность, объединены в отдельные группы: мясные, молочные, жиры, зерно и продукты его переработки, плодоовощная продукция и отдельно картофель.

По выделенным группам проанализированы суточные рационы энергетической ценностью от 2000 до 8000 ккал. Для каждой группы продуктов в составе рационов рассчитана усредненная величина «ккал/г», названная «ус-

ловной энергетической плотностью (УЭП)» (таблица).

Группа мясных продуктов в составе рационов характеризуется отсутствием углеводов. Поэтому при исследовании мяса и продуктов его переработки на *Tetrahymena pyriformis* в среду культивирования необходимо вносить углеводы. При исследовании жиров в питательную среду для инфузорий следует вносить и углеводы, и белки. Зерновые продукты и картофель могут быть единственными источниками пищевых веществ в среде культивирования тест-объекта. При исследовании меда, кондитерских изделий среда культивирования *Tetrahymena pyriformis* должна дополняться белком.

Пищевая продукция исследуется на *Tetrahymena pyriformis* в концентрациях, изоэффективных разным уровням суточного рациона.

При исследовании биологической ценности пищевых продуктов в качестве внутреннего стандарта обычно используют казеин – общепринятый в международной практике исследований эталон сравнения и пересчета. Использование казеина в эксперименте имеет некоторые сложности технического характера. Поэтому нами исследован рост *Tetrahymena pyriformis* в средах культивирования, содержащих в качестве белкового компонента помимо казеина альбумин человеческой сыворотки, молочный белок копреципитат, пептон казеиновый. Углеводной составляющей среды культивирования служили глюкоза, крахмал, мальтодекстрин. Источником витаминов являлись дрожжевой экстракт или смесь витаминов. В среду культивирования вносились также минеральные элементы.

Согласно правилам рационального питания содержание белков и углеводов в рационе человека в пропорции 1 : 4 является оптимальным.

Основные группы продуктов в составе рационов, сбалансированных по макро- и микронутриентам

Группы продуктов	Доля от массы рациона, %	Доля от энергии рациона, %	УЭП, ккал/г	Белки, г/г	Жиры, г/г	Углеводы, г/г
Мясо, рыба, морепродукты	8,0	10,0	1,41	0,17	0,08	0,00
Молочные	18,0	11,0	0,68	0,04	0,03	0,04
Жиры	1,2	9,0	8,34	0,00	0,92	0,00
Продукты переработки зерна	8,0	17,0	2,29	0,09	0,02	0,43
Картофель	14,0	10,0	0,80	0,02	0,00	0,16
Овощи, зелень	14,0	3,0	0,24	0,02	0,00	0,04
Фрукты, ягоды, соки	27,0	12,0	0,47	0,005	0,00	0,10
Сахар, мед, кондитерские изделия	10,0	28,0	3,21	0,005	0,00	0,94

В состав среды № 1 входили казеин (белковый компонент), глюкоза (источник углеводов), минеральные элементы, дрожжевой экстракт (источник витаминов). В среде № 2 источником углеводов являлся крахмал, а вместо витаминов была взята смесь водо- и жирорастворимых витаминов, кроме этого, в среду вносился жир (смесь свиного жира и подсолнечного масла). В состав сред № 3 и 4 входили глюкоза, минеральные элементы, витамины, но источником белка в среде № 3 являлся копреципитат, а в среде № 4 – пептон казеиновый. Соотношение белков и углеводов во всех средах 1 : 4.

Рост популяции исследовался при концентрации белка в среде культивирования 1, 2, 4 мг/мл. Численность популяции инфузорий определялась в течение времени экспозиции 24, 48, 72, 96 часов (рис. 1, 2, 3, 4).

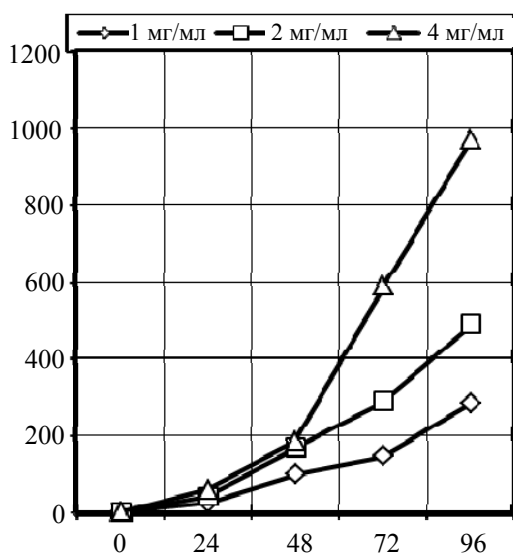


Рис. 1. Рост популяции *Tetrahymena pyriformis* в среде № 1

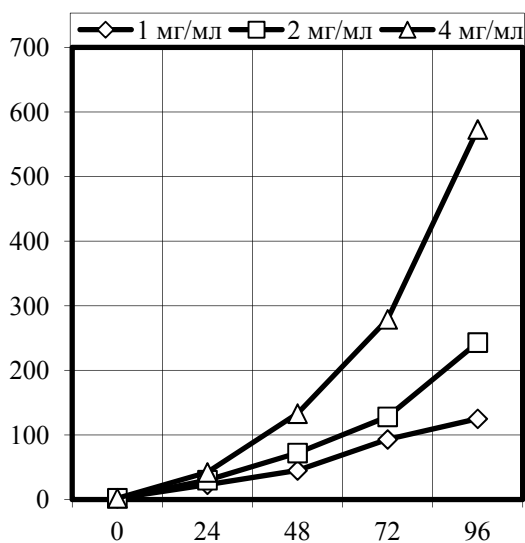


Рис. 2. Рост популяции *Tetrahymena pyriformis* в среде № 2

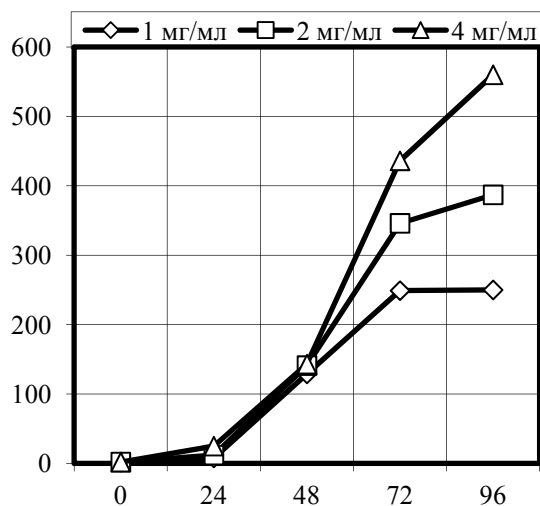


Рис. 3. Рост популяции *Tetrahymena pyriformis* в среде № 3

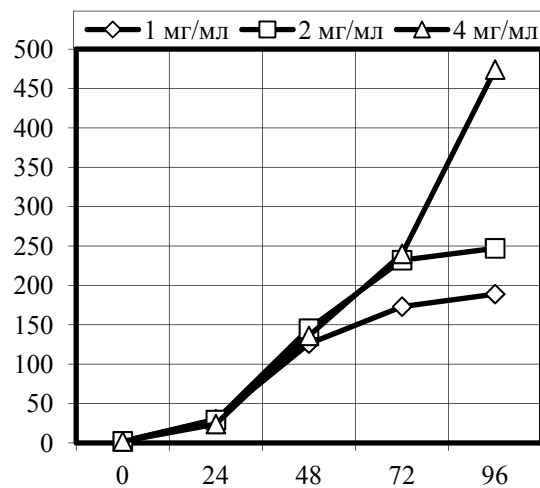


Рис. 4. Рост популяции *Tetrahymena pyriformis* в среде № 4

Графический анализ кривых роста популяции *Tetrahymena pyriformis* на протяжении жизненного цикла не выявил каких-либо патологических отклонений во всех средах культивирования. Максимальный рост наблюдался при концентрации белка в питательной среде 4 мг/мл. Но в случае, когда источником витаминов в среде культивирования являлся дрожжевой экстракт (среда № 1), рост популяции происходил на более высоком уровне, чем в средах № 2, 3, 4, содержащих смесь синтезированных витаминов. Можно предположить, что причиной более низкой генеративной активности *Tetrahymena pyriformis* в средах № 2, 3, 4 являются синтезированные витамины.

Нарастание численности популяции в средах № 2 (источник белка казеин) и № 4 (источник белка пептон казеиновый) происходит с одинаковой скоростью. В среде № 3 (источник белка копреципитат) численность популяции была вдвое выше, чем в средах № 2 и 4. Через

96 часов инкубации при вступлении популяции в стационарную фазу роста численность ее в средах № 2, 3, 4 при содержании белка 4 мг/мл находилась на одном уровне.

Инфузории во всех исследованных средах были без видимых морфологических и функциональных нарушений.

Проведенный анализ показал, что в качестве стандартного белка при исследовании биологической ценности и безвредности пищевой продукции можно использовать наряду с казеином молочный белок копреципитат и пептон казеиновый.

Предлагается использовать два стандарта. Состав стандарта № 1: белок (казеин, копреципитат, пептон), углеводы (глюкоза, крахмал, мальтодекстрин), минеральные элементы, дрожжевой экстракт.

Состав стандарта № 2: белок (казеин, копреципитат, пептон), углеводы (глюкоза, крахмал, мальтодекстрин), минеральные элементы, витамины. Выбор стандарта зависит от состава

исследуемого продукта и от цели эксперимента. Так, стандарт № 2 следует использовать при биотестировании витаминсодержащих специализированных пищевых продуктов.

Заключение. Обоснованы методические подходы к оценке безвредности и биологической ценности пищевой продукции на *Tetrahymena pyriformis*, заключающиеся в разбивке пищевой продукции на группы с близким нутриентным составом и энергетической ценностью; в определении баланса этих групп продуктов в суточных рационах различной энергетической ценности; в составлении таблиц для расчета концентраций продуктов в среде культивирования *Tetrahymena pyriformis*, соответствующих различным уровням потребления продуктов человеком. Разработаны и экспериментально апробированы два варианта стандарта сравнения, необходимого при изучении биологической ценности и безвредности пищевых продуктов на *Tetrahymena pyriformis*.

Литература

1. Ясовеев М. Г., Досин Ю. М., Крылова О. В. Природные факторы оздоровления. Минск, 2004. 198 с.
2. Актуализированный долгосрочный прогноз развития направлений фундаментальных исследований в Российской Федерации на период до 2030 года. М.: ИПРАН, 2013. 52 с.
3. Онищенко Г. Г. Качество продуктов питания: гигиенические требования, стандарты качества // Вопросы питания. 2004. № 3. С. 9–13.
4. Научно-практический комментарий к Федеральному закону «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (постатейный) [Электронный ресурс]. URL: <http://tso.su/doc/komment.doc> (дата обращения: 15.04.2013).
5. Виноходов Д. О. Научные основы биотестирования с использованием инфузорий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.23. СПб., 2007. 40 с.
6. Dunn M. S., Rockland A. B. Biological value of proteins determined with *Tetrahymena geleii* // Proc. Soc. Biol. Med. 1947. Vol. 64. P. 377–379.
7. Изучение качества продукции растениеводства, выращенной в условиях интенсификации производства и техногенного загрязнения окружающей среды / А. С. Богдан [и др.] // Современная методология решения научных проблем гигиены: сб. науч. тр. Минск, 1992. С. 216–230.

References

1. Jasoveev M. G., Dosin Ju. M., Krylova O. V. *Prirodnye faktory ozdorovlenija* [Natural healing factors]. Minsk, 2004. 198 p.
2. *Aktualizirovannyj dolgosrochnyj prognoz razvitiya napravlenij fundamental'nyh issledovanij v Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda* [Updated long-term forecast for the development directions of basic research in Russian Federation for the period till 2030]. Moscow, IPРАН, 2013. 52 p.
3. Onishhenko G. G. Food quality: hygiene, quality standards. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2004, no. 3. pp. 9–13 (In Russian).
4. *Nauchno-prakticheskij kommentarij k Federal'nomu zakonu «O kachestve i bezopasnosti pishhevyh produktov» (postatejnyj)* [Scientific-practical commentary to the Federal Law “About food quality and safety”]. Available at: <http://tso.su/doc/komment.doc> (accessed 15.04.2013).
5. Vinohodov D. O. *Nauchnye osnovy biotestirovaniya s ispol'zovaniem infuzorij: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [The scientific basis of bioassay using ciliates. Abstract of thesis diss. DSc (Biology)]. St. Petersburg, 2007. 40 p.
6. Dunn M. S., Rockland A. B. Biological value of proteins determined with *Tetrahymena geleii*. Proc. Soc. Biol. Med., 1947, vol. 64, pp. 377–379.
7. Bogdan A. S. [et al.]. Study of the quality of plant products grown in the conditions of an intensification of production and man-made pollution. *Sovremennaja metodologija reshenija nauchnyh problem*

gigieny: sb. nauch. tr. [Modern scientific methodology for solving health problems: proceedings], Minsk, 1992, pp. 216–230 (In Russian).

Информация об авторах

Бондарук Алла Михайловна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры туризма и природопользования. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bam-1962@tut.by

Цыганков Василий Георгиевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры туризма и природопользования. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: vgz@tut.by

Журихина Лидия Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-практический центр гигиены (220012, г. Минск, ул. Академическая, 8, Республика Беларусь). E-mail: pitanie_b@rspch.by

Федорович Сергей Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник. Научно-практический центр гигиены (220012, г. Минск, ул. Академическая, 8, Республика Беларусь). E-mail: pitanie_b@rspch.by

Гулин Вадим Вячеславович – исполняющий обязанности заместителя главного врача по лабораторному делу. Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья (220099, г. Минск, ул. Казинца, 50, Республика Беларусь). E-mail: mail@rsheph.by

Information about the authors

Bondaruk Alla Mikhailovna – PhD (Medicine), Assistant Professor, the Department of Tourism and Nature Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bam-1962@tut.by

Tsygankou Vasily Georgiyevich – PhD (Medicine), Assistant Professor, the Department of Tourism and Nature Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vgz@tut.by

Zhurihina Lidia Nikolaevna – PhD (Biology), Senior Researcher. Scientific and Practical Center of Hygiene (8, Akademicheskaya str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pitanie_b@rspch.by

Fedorovich Sergei Vladimirovich – DSc (Medicine), Professor, Chief Researcher. Scientific and Practical Center of Hygiene (8, Akademicheskaya str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pitanie_b@rspch.by

Gulin Vadim Vacheslavovich – Deputy chief medical officer for laboratory work. National Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health (50, Kazintsa str., 220099, Minsk, Republic of Belarus). E-mail@rsheph.by

Поступила 17.02.2016