

УДК 612.395.5

Е.А. Орлова, Д.В. Остроухов, И.Л. Остроухова

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ПРОДУКТОВ СЫРОДЕЛИЯ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Представлен обзор факторов, влияющих на адаптацию организма человека находящегося в различных экстремальных условиях. Сформулированы требования к рациону питания для каждого вида экстремальных условий. Показана необходимость включения молочных продуктов, в том числе сыров, в рацион для увеличения скорости адаптации к окружающим условиям.

Ключевые слова: сыр, молочные продукты, экстремальные условия, питание

Люди обитают во многих регионах мира, включая влажные экваториальные леса, засушливые пустыни, экстремально холодные арктические регионы, местности с пониженным или, наоборот, с высоким атмосферным давлением. Перечисленные условия являются для человека экстремальными, так как его организм требует постоянной адаптации к внешним условиям. При проживании на одном месте человек к ним адаптируется быстрее. Однако, в современном обществе многим людям свойственно частое перемещение из одних климатических условий в другие. Например: смена места жительства, командировки, путешествия и др. В таких случаях смена условий проживания происходит довольно резко и человек, попавший в них только что, не имеет должных адаптаций по сравнению с местным населением, приспособляемость которого проходила не одно поколение. На современном

этапе развития общества наука может значительно сократить и упростить адаптационный период. Одним из факторов, способных повысить скорость адаптации человека к экстремальным условиям, является рацион питания [1].

Молочные продукты обеспечивают организм легкоусвояемыми белками, которые содержат полный набор незаменимых аминокислот; служат основным источником кальция, являющимся минеральным компонентом костной системы и зубов, необходим для функционирования кровеносной, нервной и мышечной системы человека; также содержат в своем составе ряд витаминов [2, 3]. Например, витамин D, участвующий в обмене кальция и фосфора; витамин А, необходимый для зрения и здоровья кожи; витамин Е, который является антиоксидантом; витамин В2, влияющий на работу нервной системы. Поэтому молочные продукты должны входить в рацион питания человека, находящегося в экстремальных условиях.

В данной статье представлена попытка сформировать требования к физико-химическим свойствам продуктов (прежде всего молочных), которые могли бы существенно облегчить адаптацию человека к тяжелым и экстремальным условиям существования. Чаще всего под экстремальными условиями мы понимаем так называемую «большую тройку» факторов: жару, холод, высоту.

Внешнее проявление низких температур выражается в изменении двигательной активности и реакции человека, нарушении общей координации и способности выполнять точные операции. Гипотермия (переохлаждение) может привести к развитию различных патологий, начиная от обычной простуды и заканчивая серьезными обморожениями. Кроме того, она может провоцировать сердечно-сосудистые патологии; вегетососудистую дистонию; обострение язвенной болезни, радикулита и ревматизма; заболевания органов дыхания: бронхит, пневмонию, тонзиллит [3, 4].

Американскими учеными проводились исследования, связанные с обеспечением организма человека энергией в условиях переохлаждения и высокой физической нагрузки [5]. Ими было установлено, что высокобелковые диеты являются худшим выбором для работы при низких температурах окружающей среды по сравнению с питанием с высоким содержанием углеводов или жиров, так как высокобелковые диеты увеличивают потребность организма в воде и тем самым снижают переносимость холода. При этом витамины и минералы необходимы для предотвращения дефицита питательных веществ и нарушения функционирования организма в условиях холода, однако нет достоверных результатов исследований того, что повышенная потребность в них связана только с воздействием холода. То есть минералы и витамины важны, но их потребление не ускоряет адаптацию организма человека к холоду [5].

Lee M. Margolis и Stefan M. Pasiakos [6], исследуя питание солдат во время учений в арктических условиях, установили, что испытуемые, которые потребляли больше жира, теряли меньше массы тела и имели большую стойкость к воспалительным процессам в мышцах. Кроме того, в их организме сохранялся чистый баланс белка по сравнению с теми, кто ел менее жирную пищу. Полученные данные свидетельствуют о том, что потребление высококалорийных продуктов может быть эффективным средством, которое смягчает негативные физиологические послед-

ствия дефицита энергии и поддерживает физическую работоспособность человека в холоде. Для улучшения энергетического баланса минимальное увеличение потребления жиров в рационе должно составлять 35–40 % от общей потребляемой ежедневно энергии [6]. Подобные исследования проводили канадские и норвежские ученые с получением аналогичных результатов [7, 8].

François Haman с соавторами [9] исследовали влияние холода на обменные процессы у здоровых неакклиматизированных мужчин. Было установлено, что воздействие температуры 7,5 °С в течение 12–24 ч приводило к снижению температуры тела на 0,8 °С и средней температуры кожи на 6,1 °С. Результаты наблюдений показали, что общая теплоотдача на холоде увеличилась в 1,3–1,5 раза и оставалась постоянной на протяжении всего пребывания на холоде; общее окисление углеводов снизилось в 2,4 раза; окисление липидов к 24 ч нахождения на холоде удвоилось по сравнению с исходным уровнем [9].

Учеными [10] исследовалась роль глюкозы в крови, мышечного гликогена и липидов в термогенезе озноба. Воздействие холода стимулировало выработку тепла в 2,6 раза и увеличивало окисление глюкозы в плазме с 39,4±2,4 до 93,9±5,5 мг/мин (+138 %), мышечного гликогена с 126,6±7,8 до 264,2±36,9 мг (+109 %), а липидов – от 46,9±3,2 до 176,5±17,3 мг/мин (+376 %). Несмотря на наблюдаемое увеличение окисления глюкозы в плазме, она обеспечивает только 10 % энергии для выработки тепла. Основным источником углеводов был мышечный гликоген (75 % всей окисленной глюкозы), а липиды производили столько же тепла, сколько все остальные виды энергоресурсов вместе взятые. По окончании исследований авторы пришли к выводу, что большая часть энергии для выработки тепла обеспечивается липидами и мышечным гликогеном [10].

Основные риски для здоровья человека в условиях жаркого климата связаны с обезвоживанием. В жарких, сухих условиях потеря воды с поверхности кожи и через дыхательные пути может достигать двух-трех литров в час [11, 12]. Потеря воды организмом сопровождается снижением скорости потоотделения и кровотока, что приводит к уменьшению испарительного охлаждения через кожу и риску теплового удара [13, 14, 15].

Общеизвестно, что чем выше температура окружающего воздуха, тем больше жидкости нужно организму. Исследования [16] показали, что при температуре окружающей среды 21 °С суточный минимум выпиваемой жидкости должен составлять 1,5 л, при 26 °С – 1,9 л, а при 32 °С – уже 3 л. Для утоления жажды рекомендуется пить жидкость небольшими порциями (по 100–200 мл) через каждые 45–50 мин [16]. Оптимальная температура напитков должна быть 18–20 °С. Сладкие напитки практически не утоляют жажду и, к тому же, могут спровоцировать излишние колебания уровня сахара в крови. В связи с этим врачи рекомендуют пить воду, лучше – минеральную, для восполнения потерь макро- и микроэлементов, снижение которых имеет прямую зависимость от скорости потоотделения [15].

Исследования, проведенные Институтом медицины США [17], констатировали добровольное снижение потребления пищи у тестируемых животных и военнослужащих в жаркой среде. Эти результаты подтверждают концепцию о том, что

снижение потребления пищи в условиях повышенных температур является адаптивным механизмом и служит для регулирования термобаланса. При этом оптимальный баланс питания будет нарушен, так как организм не будет получать необходимых количеств ключевых питательных веществ [17].

Диета людей в условиях жаркого климата меняется в сторону потребления менее калорийных продуктов. В условиях сильной жары люди могут сократить потребление пищи во избежание теплового удара. Несмотря на то, что горячая пища обладает более высокими органолептическими свойствами, чем холодная, организм человека пытается предотвратить любое повышение температуры тела путем отказа от нее. В конечном итоге всё вышперечисленное приводит к потере энергии организмом, что в перспективе отрицательно скажется на физической активности человека [18].

Поддержание энергетического баланса во время высокогорных экспедиций требует глубокого понимания физиологии человека и биологических основ высотной акклиматизации. Требования к питанию кардинально различаются с увеличением высоты, поэтому рацион питания должен быть различным на каждой стадии восхождения.

В работе Ginés V. с соавторами [19] приведены рекомендации по питанию, касающиеся приоритета углеводов в качестве источника энергии и указания по поддержанию белкового баланса на различных этапах горной экспедиции. В результате проведенных исследований авторами сделан вывод о том, что степень снижения работоспособности человека в условиях гипоксии тесно связана с необходимой аэробной нагрузкой. Снижение окислительного метаболизма, повышение биоэнергетической эффективности и вентиляции легких являются ключевыми механизмами оптимальной акклиматизации с точки зрения работоспособности. Требования к различным этапам экспедиции резко меняются с увеличением высоты, поэтому рекомендации должны различаться между тем, находится ли альпинист в базовом лагере, в высокогорных лагерях или пытается покорить вершину. Общие рекомендации включают в себя приоритетное использование углеводов в качестве источника энергии, а также поддержание баланса белков и воды во время экспедиции [19].

Ряд ученых [20] исследовали влияние длительной гипоксии на липолиз жировой ткани человека в связи с потерей веса, обычно наблюдаемой на большой высоте. Измерение дыхательного коэффициента (отношение количества молей выдыхаемого углекислого газа к вдыхаемому кислороду) показало снижение метаболизма жирных кислот с преимущественным использованием углеводов. Использование углеводов как тренированными, так и малоподвижными людьми было более эффективным с точки зрения получения энергии на единицу кислорода [20].

Коллективами канадских и японских исследователей [21, 22] было установлено, что использование углеводов в качестве предпочтительного источника энергии имеет дополнительные преимущества. Так, диета с высоким содержанием углеводов и низким содержанием жиров в условиях высокогорья повышает дыхательный коэффициент с 0,7 практически до 1,0.

Резюмируя вышеизложенное, можно предположить, что

– питание человека, находящегося в холодных климатических условиях, должно быть преимущественно высококалорийным. Включение в рацион жирных сыров будет способствовать восполнению его энергетических потерь, позволяя сохранять необходимую физическую активность;

– питание в жару должно быть, по возможности, прохладным. Основной прием пищи, в том числе горячей, следует сместить на вечернее время, когда происходит естественное снижение температуры окружающей среды. Содержание жира в потребляемых продуктах и блюдах не должно значительно превышать содержание белка. Из продуктов сыроделия в рацион питания можно включить сыры пониженной жирности и сырные снеки. Для поддержания водно-минерального баланса – несладкие напитки на основе сыворотки, так как она после нанофильтрации содержит все необходимые микроэлементы в требуемых пропорциях. Также для питания подойдут молоко и кисломолочные продукты;

– для людей, находящихся в условиях высокогорья, в рацион питания можно включать сладкие напитки на основе сыворотки, выступающие в роли углеводно-электролитного напитка, применяемые для восполнения запасов жидкости в организме, поддержания нормального уровня глюкозы в крови и обеспечения энергией работающих мышц. Сыры с пониженным содержанием жира будут источником полноценного белка. Для высокогорных экспедиций вполне могут подойти сырные снеки и лиофилизированные сыры, как продукты, имеющие небольшой вес.

Список использованной литературы:

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р. [Электронный ресурс]. – URL: <https://government.ru/docs/all/74477> (дата обращения 13.06.2024).
2. О пользе молочных продуктов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://68.rospotrebnadzor.ru/content/538/75343/> (дата обращения 29.04.2025).
3. Молоко и молочные продукты. [Электронный ресурс]. – URL: https://fbuz11.ru/news/news_post/moloko-i-molochnye-produkty (дата обращения 29.04.2025).
4. Особенности терморегуляции человека в условиях пониженных температур. [Электронный ресурс]. – URL: <https://monographies.ru/en/book/section?id=539> (дата обращения 29.04.2025).
5. Askew, E.W. Nutrition for a Cold Environment / E.W. Askew, A.L. Hecker // The Physician and sportsmedicine. 1989. Vol. 17. P. 76-89. <https://doi.org/10.1080/00913847.1989>
6. Margolis, L.M. Performance nutrition for cold-weather military operations / L.M Margolis, S.M Pasiakos // International journal of circumpolar health. 2023. 82(1):2192392. <https://doi.org/10.1080/22423982.2023.2192392>
7. Ahmed, M. Comparison of dietary intakes of Canadian Armed Forces personnel consuming field rations in acute hot, cold, and temperate conditions with standardized infantry activities / M. Ahmed, I. Mandic, W. Lou, L. Goodman, I. Jacobs, M.R. L'Abbé // Military Medical Research. 2019. 6(1):26. <https://doi.org/10.1186/s40779-019-0216-7>
8. McClung, J.P. Effects of a 7-day military training exercise on inflammatory biomarkers, serum hepcidin, and iron status / J.P. McClung, S. Martini, N.E. Murphy, S.J. Montain, L. M. Margolis, I. Thrane, M.G. Spitz, J.M. Blatny, A.J. Young, Y. Gundersen, S.M. Pasiakos // Nutrition Journal. 2013. 12. P. 141. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-141>
9. Haman, F. Oxidative fuel selection and shivering thermogenesis during a 12- and 24-h cold-survival simulation / F. Haman, O.L. Mantha, S.C. Cheung, M.B. DuCharme, M. Taber, D.P. Blondin, G.W. McGarr, G.L. Hartley, Z. Hynes, F.A. Basset // Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985). 2016. 120(6): 640–8. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00540.2015>

10. **Haman, F.** Effect of cold exposure on fuel utilization in humans: plasma glucose, muscle glycogen, and lipids / F. Haman, F. Péronnet, G.P. Kenny, D. Massicotte, C. Lavoie, C. Scott, J.M. Weber // Journal of applied physiology. 2002. 93(1): 77–84. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00773.2001>
11. **Wenger, C.B.** Human heat acclimatization / Pp. 153–197 in Human Performance Physiology and Environmental Medicine at Terrestrial Extremes. K.B. Pandolf, M.N. Sawka, R.R. Gonzalez. Indianapolis, Ind.: Benchmark Press. 1988.
12. **Aoyagi, Y.** Interactions of Physical Training and Heat Acclimation / Y. Aoyagi, T.M. McLellan, R.J. Shephard // Journal of Sports Medicine. 1997. 23. P. 173–210. <https://doi.org/10.2165/00007256-199723030-00004>
13. **Sawka, M.N.** Effects of body water loss on exercise performance and physiological functions / M.N. Sawka, K.B. Pandolph // Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 3, Fluid Homeostasis During Exercise. C.V. Gisolfi, D.R. Lamb. eds. Indianapolis, Ind.: Benchmark Press. 1990. P. 1–8.
14. **Wyndham, C.H.** Heatstroke and hyperthermia in marathon runners / C.H. Wyndham // The Marathon: Physiological, Medical, Epidemiological and Psychological Studies, P. Milvy. ed. New York. 1977. P. 129–138. N.Y.: New York Academy of Science.
15. **Hoshi A.** Seasonal variation of trace element loss to sweat during exercise in males Environmental / A. Hoshi, H. Watanabe, M. Chiba, Y. Inaba, M. Kobayashi, N. Kimura, T. Ito // Health and Preventive Medicine. 2002. 7. P. 60–63. <https://doi.org/10.1007/BF02897331>
16. **Бирюлькина, М.** Как правильно питаться в жару [Электронный ресурс]. – URL: https://minzdrav.gov.ru/regional_news/11640-kak-pravilno-pitatsya-v-zharu-rasskazala-gastroenterolog-tsentralnoy-medsanchasti-imeni-v-a-egorova-mariya-biryulkina (дата обращения 30.04.2025).
17. Nutritional Needs in Hot Environments Applications for Military Personnel in Field Operations Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research; Editor: Bernadette M. Marriott. Washington (DC): National Academies Press (US); 1993. ISBN-10: 0-309-04840-0.
18. **Mandic, I.** The effects of exercise and ambient temperature on dietary intake, appetite sensation, and appetite regulating hormone concentrations. / I. Mandic, M. Ahmed, S. Rhind, L. Goodman, M. L'Abbe, I. Jacobs // Journal of Nutrition & Metabolism (London) 16, 29. 2019. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0348-5>
19. **Viscor, G.** Nutrition and Hydration for High-Altitude Alpinism: A Narrative Review / G. Viscor, G.J. Corominas, A. Carceller // International journal of environmental research and public health. 2023. 20(4):3186. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043186>
20. **de Glisezinski, I.** Decrease of subcutaneous adipose tissue lipolysis after exposure to hypoxia during a simulated ascent of Mt Everest / I. de Glisezinski, F. Crampes, I. Harant, P. Havlik, B. Gardette, Y. Jammes, J.C. Souberbielle, J.P. Richalet, D. Rivière // Pflugers Archiv: European journal of physiology. 1999. 439(1-2): 134–40. <https://doi.org/10.1007/s004249900167>
21. **Hochachka, P.W.** Metabolic and Work Efficiencies during Exercise in Andean Natives / P.W. Hochachka, C. Stanley, G.O. Matheson, D.C. McKenzie, P.S. Allen, W.S. Parkhouse // Journal of applied physiology. 1985).70(4):1720–1730. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.70.4.1720>
22. **Katayama, K.** Substrate Utilization during Exercise and Recovery at Moderate Altitude / K. Katayama, K. Goto, K. Ishida, F. Ogita // Journal of Metabolism: clinical and experimental. 2010. 59(7): 959–966. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2009.10.017>