

Продукты сыроделия для питания в экстремальных условиях

Ирина Леонидовна Остроухова, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

E-mail: i.ostroukhova@fncps.ru

Валентина Александровна Мордвинова, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по технологии сыроделия

E-mail: v.mordvinova@fncps.ru

Дмитрий Вячеславович Остроухов, научный сотрудник

E-mail: d.ostroukhov@fncps.ru

Василий Валерьевич Калабушкин, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по технологии плавящихся сыров
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Углич

В соответствии с определением, данным Министерством РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), экстремальные условия – «условия, в которых один или несколько факторов имеют экстремальные, т. е. предельно возможные постоянные значения»¹. Причины нахождения человека в экстремальных условиях могут быть различны. Это и постоянное проживание в климатических условиях, приравненных к экстремальным, и непродолжительное пребывание, например, в походах, экспедициях, в зонах, попавших под воздействие стихийных природных явлений. Но в любой ситуации, чтобы сохранить свое здоровье и работоспособность, человек должен иметь возможность правильно питаться.

В соответствии с положениями «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2025 г.», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации (№ 1873-р от 25.10.2010), питание должно не только удовлетворять потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактическую роль, способствуя адаптации его к неблагоприятным условиям окружающей среды².

В данном обзоре мы рассмотрим только один аспект – особенности питания людей в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего востока.

В Российской Федерации почти 2/3 территории относится к районам Крайнего Севера и местностям, приравненным к ним. Весь этот обширный регион расположен в районе с экстремальными природными условиями [1]. Общая площадь территории Крайнего Севера России и приравненных к ним районов составляет 11,9 млн. км² (около 70 % территории РФ). Эти территории отличаются низкой плотностью населения, в среднем 1 чел. на 1 км², общая численность составляет около 11,5 млн. чел. (8 % от численности населения РФ). На территориях Крайнего Севера находится 90 % запасов угля, 80 % гидроэнергетических ресурсов, большие стратегические запасы нефти и газа, почти весь объем разведанных редких металлов и алмазов, половина железорудных залежей, 80 % лесных ресурсов и более 60 % запасов пресной воды. Экономика этих регионов специализируется на добыче полезных ископаемых. Кроме того, важное стратегическое значение для государства



Источник изображения: freepik.com

¹Термины МЧС России [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/2594> (дата обращения 11.04.2024).

²Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/74477> (дата обращения 13.06.2024).

имеют территории прибрежной зоны Северного Ледовитого океана и его морей, что закреплено в Стратегии развития Арктической зоны РФ [2].

По мнению отечественных и зарубежных ученых, низкие температуры окружающей среды сами по себе уже нарушают баланс между расходом и образованием энергии в организме. На воздействие холода организм отвечает своеобразной защитной реакцией – усилением теплопродукции. Эта реакция на холод названа немецким гигиенистом М. Рубнером «химической теплорегуляцией». В то же время считается, что в условиях длительного воздействия низких температур поддержание температуры тела на постоянном уровне происходит не за счет процессов химической терморегуляции, а, главным образом, за счет регуляции теплоотдачи [3]. При изменении климатических условий проживания изменяется пищевой статус, что обуславливает необходимость изменения норм потребления основных пищевых веществ. Известно, что низкие температуры вызывают быстрое охлаждение человеческого организма. Сужаются сосуды кожи и подкожной клетчатки, повышается электрическая активность мускулатуры, ее терморегуляторный тонус, развивается дрожь – непроизвольное сокращение мышечных волокон, в результате которого выработка тепла возрастает на 200–300 и даже 425 %.

Кроме того, существует непосредственная связь между количеством энергии, расходуемой человеком в процессе двигательной активности, и климатическими условиями: чем дальше от экватора, тем выше энергозатраты на выполнение одной и той же работы. Причинами повышенного расходования калорий в условиях Крайнего Севера является не только холод, но и дополнительные физические нагрузки, связанные с работой или ходьбой по неровной, снежной поверхности в зимней тяжелой одежде. Дополнительную нагрузку вызывает и ветер, нарушающий ритм движений и препятствующий им [4]. **Постоянно проживающее** на территориях с экстремально и субэкстремально холодным климатом коренное население хорошо адаптировано. Одним из основных проявлений адаптации является изменение всех видов обмена веществ: белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов. При этом показатели нормы (уровень гомеостаза) значительно отличаются от таковых в средней полосе. Формируется, так называемый



Источник изображения: freerik.com

полярный метаболический тип. Для этого типа характерно переключение энергетического обмена с углеводного на липидный. Происходит это потому, что для образования тепла и поддержания теплообмена организм предпочитает окисление жирных кислот, так как жиры обладают большим калорическим коэффициентом (1 г дает 9 ккал). В этой связи в крови адаптированного человека увеличено содержание транспортных форм жира, так называемых липопротеинов очень низкой (ЛПОНП) и низкой плотности (ЛПНП), которые обладают атерогенными свойствами. Наблюдается сокращение поглощения глюкозы тканями организма. При таких условиях основным источником углеводов, необходимых для питания тканей, становится образование глюкозы из белков и жиров [5, 6].

Необходимость компенсировать большие энергетические траты обуславливает высокую калорийность пищевого рациона. Так, пищевой рацион зимовщиков антарктических экспедиций имеет калорийность 4000–5944 ккал и состоит главным образом из белков и жиров. Исследователями установлено, что в условиях низких температур значительно возрастают потребности организма в аскорбиновой кислоте и комплексе витаминов группы В [7]. По разработкам Института питания, суточная калорийность рациона северян при средней физической нагрузке должна составлять 3800 ккал. При этом надо получать за сутки около 140 г белка (что составляет 16 % от калорийности), из них не менее 60 % должны составлять белки животного происхождения; около 140 г жира (это 36 % от калорийности) из них 60–90 % должны быть жиры животного происхождения; 500 г углеводов, в большей степени легко усвояемых. Получается соотношение 1 : 1 : 3. Эти рекомендации согласуются и с рекомендациями ВОЗ и Европейского общества кардиологов³ [8].

На современном этапе наблюдается изменение традиционного рациона питания народов Севера: нарушается соотношение белков животного

и растительного происхождения, полинасыщенных жирных кислот, выявлено низкое содержание водорастворимых витаминов. Замена традиционного для народностей Севера белково-липидного рациона на углеводный, характерный для жителей Европейских стран, обуславливает распространённость алиментарно-зависимой патологии, особенно органов кроветворения (анемия), эндокринной системы (ожирение), системы кровообращения, костно-мышечной системы (остеопорозы) [9]. Среднесуточное потребление кальция коренными жителями Крайнего Севера часто значительно ниже рекомендуемой величины, а потребление фосфора, напротив, резко превосходит норму из-за повышенного потребления рыбы. Количество рыбы в их суточном рационе может достигать 1,5 кг в сутки. Нарушение соотношения кальция и фосфора приводит к ухудшению обмена минеральных веществ и возникновению ряда заболеваний [10].

Для выработки методологических подходов к созданию ассортимента молочных продуктов для питания людей в экстремальных условиях представляют интерес традиционные молочные продукты, которые потребляют народы Севера.

В Якутии, как и в некоторых странах Азии, распространён кисломолочный напиток спиртового и молочнокислого брожения – **кумыс**. Его вырабатывают из кобыльего молока с использованием закваски термофильных молочнокислых палочек и дрожжей. В результате молочнокислого и спиртового брожения кобылье молоко обогащается молочной кислотой, алкоголем и углекислотой, из азотистых веществ в кумысе содержатся альбумин, пептоны, аминокислоты. Казеин находится в виде мелких, неощутимых хлопьев. **Сорат** – якутский национальный продукт, вырабатываемый из цельного или восстановленного молока путем сквашивания заквасками, содержащими болгарскую палочку, ацидофильную палочку неслизистой расы, термофильные молочнокислые стрептококки, кефирные грибки. **Суумэх** – сыр, вырабатывается из сората, который помещают в специальную посуду из бересты с остроконечным дном и расширяющуюся кверху. Прикрывают и подвешивают при комнатной температуре на несколько часов, густую массу отжимают, сушат.



Источник изображения: freepik.com

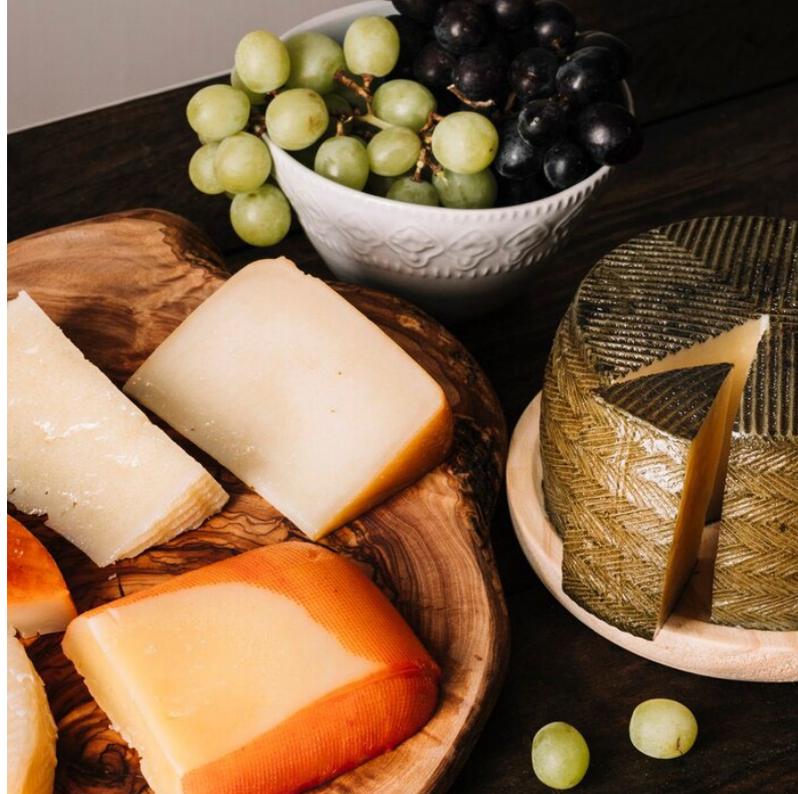
³Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.).

Однако сегодня значительная часть работ на северных территориях выполняется вахтовым методом с привлечением трудовых ресурсов из Центральной части России. Рабочие на различных добывающих предприятиях, геологи, исследователи, инженерно-технические работники нуждаются в особом полноценном рационе. Однако необходимо учитывать, что приезжающие на северные территории – люди со своими вкусовыми привычками, отличающимися от привычек местных жителей. Поэтому рацион их питания должен быть составлен из привычных большинству продуктов, но с учетом «северного метаболизма».

Учеными-диетологами были разработаны методологические подходы к составу молочных продуктов для питания в условиях Крайнего Севера⁴:

- Повышение энергетической ценности рациона на 10–15 % (относительно жителей других климатических зон).
- Преобладание белково-жировых компонентов в пище. Причиной является перестройка энергетического обмена с углеводного на липидный. Потребление углеводов должно быть снижено, поскольку изменяется углеводный обмен и потребление тканями глюкозы сокращается. Источником же глюкозы выступают процессы глюконеогенеза на фоне достаточного поступления белков и жиров.
- Достаточное поступление витаминов. Снижение интенсивности углеводного обмена уменьшает (но не исключает) потребности организма в водорастворимых витаминах. Поэтому в рационе должны присутствовать местные ягоды дикоросы – брусника, морошка, клюква, черника, голубика. Усиление липидного обмена повышает потребности в жирорастворимых витаминах.
- Дополнительное поступление макро- и микроэлементов. Проблема дефицита минеральных веществ в организме связана, прежде всего, с малой минерализацией воды местных рек, что обусловлено их разбавлением талым снегом.

Продукты сыроделия, отличающиеся высоким содержанием молочного белка, жира, необходимых для организма витаминов, аминокислот как нельзя лучше вписываются в требования к питанию для людей, проживающих в северных регионах. Однако ресурсы натурального молока в условиях Севера ограничены и остро стоит вопрос возможности транспортировки таких продук-



Источник изображения: freepik.com

тов с учетом длительной логистической цепочки. Наиболее перспективным способом консервирования молочных продуктов, в том числе сыров, для их дальнейшего употребления в экстремальных условиях является их дегидратация, которая может осуществляться следующими методами: распылительной сушкой; конвекционной сушкой в газовой или электрической печи при различных температурах; сушкой в сверхвысокочастотном поле (СВЧ печи); сублимационной сушкой.

Для получения сухого сыра с помощью **распылительной сушки** предварительно применяется метод расплава сырья с коррекцией массовой доли сухих веществ, соотношения жира и белка, необходимых солей-плавителей и воды. Далее происходит процесс сушки при оптимальных для данного расплава температурных параметрах.

При дегидратации сыра **путем нагрева в электрической, газовой, СВЧ-печах** с продуктом происходят иные изменения его состава и микроструктуры. При нагревании сыра жировые глобулы коалесцируют, т. е. сливаются и укрупняются, переходят в жидкое состояние. Это выражается в образовании свободного жира, видимого как маслянистый слой на поверхности «тающей» сырной массы. При температуре от 60 до 80 °С наблюдается разворачивание белковой глобулы, при этом обнажаются соответствующие гидрофобные участки, приводящие к агрегации белковых молекул [11].

⁴Особенности питания для минимизации ущербов здоровью, наносимых неблагоприятными природными условиями [Электронный ресурс]. URL: <https://fbuz-74.ru/about/news/3357/> (дата обращения 05.06.2024).

Примеры сыров в виде снеков или крипов, изготавливаемых путем нагрева (рис. 1):

- **Сырные крипы** (англ. crisp – «хрустящий») **«Cheese crisps»** – хрустящий запеченный сыр, изготавливают либо способом конвекционной сушки, либо в СВЧ-печах при температуре около 200 °С в течение 5–7 минут. Сыр для запекания предпочтительно брать твердый, массовой долей влаги не более 38–40 %. Лучший вкус проявляется при запекании хорошо вызревших сыров типа Пармезан или добавлении вкусо-ароматических ингредиентов. Сыр в результате должен быть светло-желтым или слегка золотистым.
- **Снеки под брендом «Tost the cheese»** выпускаются на семейном предприятии в США, технология процесса не раскрывается, патентов в свободном доступе пока не обнаружено. Известно лишь, что снеки (англ. snack — «легкая закуска») изготавливаются в формах в печи, технология может насчитывать до 17 операций: зачистку сыра, разрезание на крупные куски, натирание на терке, приготовление смеси из нескольких видов сыра (возможно), внесение ингредиентов при необходимости (трав), перемешивание, охлаждение или заморозка, выкладывание в формы, сушка при разных температурах (ступенчатая), охлаждение, упаковывание, хранение.
- **Снеки в форме шариков под торговой маркой «Moon Cheese»** – технология использует эффект дегидратации под воздействием микроволн в условиях вакуума, технология Radiant energy vacuum (REV) [12]. Ее действие заключается в вытеснении влаги из продукта под воздействием микроволн в условиях вакуума. При этом удаление влаги происходит равномерно и может быть откалибровано для каждого применения. Технология REV обеспечивает высокую точность удаления влаги из любых пищевых продуктов при контролируемых низких температурах.



Сыр «Cheese crisps»



Снеки «Tost the cheese»



Снеки в форме шариков «Moon Cheese»

Рисунок 1. Сырные снеки различных производителей

Отечественные производители сухих продуктов также осваивают различные технологии сушки сырных продуктов (рис. 2).

Однако получение сухого сыра методом **сублимационной сушки** (сушки холодом, англ. – freeze drying или lyophilization) считается наиболее перспективным способом, позволяющим максимально возможно сохранить питательную ценность и качественные показатели натурального сыра. Процесс основан на удалении влаги из замороженных продуктов сублимацией затвердевшего растворителя (льда) без образования макроколичеств жидкой фазы. При промышленной возгонке сначала производят заморозку исходного продукта, а затем помещают его в вакуумную или заполненную инертными газами камеру. Одним из основных преимуществ сублимации является то, что твердая матрица замороженного продукта не позволяет материалу сжиматься при сушке, тем самым максимально сохраняя его структуру и форму. В результате получается пористая структура, которая относительно быстро и почти полностью регидратируется при добавлении воды к сухому продукту. Другими важными преимуществами лиофилизации являются низ-



Рисунок 2. Примеры сухого сыра в виде снеков, кубиков, бочонков (производитель – ООО «Красногвардейский молочный завод», Республика Адыгея)

кая температура сушки, относительно низкий процент незамерзшей воды и быстрый переход продукта в обезвоженное состояние при отрицательной температуре. Этот резкий переход сводит к минимуму разрушительные процессы, такие как неферментативное потемнение, денатурация белка и различные ферментативные реакции во время сушки. Низкая рабочая температура сушки тормозит реакции транспорта, вызывающие потерю летучих и ароматических веществ. Кроме того, полученные лиофилизированные продукты имеют уменьшенный вес и стабильны при комнатной температуре [13].

Сублимированные продукты значительно превосходят высушенные при повышенных температурах по пищевой ценности, так как возгонке поддается только вода, а при термическом испарении происходят более значительные изменения органических веществ. В настоящее время на маркетплейсах появился сыр под торговым наименованием «Дикий сыр», представляемый «FOX CHEESE» как продукт сублимационной сушки (рис. 3).

В нашей стране исследования в области разработки технологий сушки молочных продуктов особенно активно проводились учеными Кемеровского государственного университета (Остроумов Л. А., Просеков А. Ю., Ермолаев В. А. и др.) [19, 20, 21]. Однако следует отметить, что все исследования, тех-



Рисунок 3. Сухой сыр в виде кубиков сублимационной сушки

нологии которых описаны в Патентах РФ № 2405352, № 2366196, 2541767, касались сушки традиционных молочных продуктов, в том числе сыров.

Проведенные российскими учеными исследования позволили разработать Концептуальную гигиеническую модель оптимизации питания с использованием профилактических и специализированных продуктов, предназначенных для экстремальных условий [7]. Продукты сыроделия, обогащенные дополнительными функциональными свойствами, также соответствуют этим требованиям. В настоящее время во ВНИИМС в рамках гос. задания проводятся исследования по разработке технологий продуктов сыроделия со сбалансированным белково-жиро-углеводным составом, пригодным для питания человека в экстремальных условиях проживания при пониженных температурах. ■

Список литературы

1. **Тутельян, В. А.** Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян. – М: Панорама, 2010. – 839 с.
2. **Пилясов, А. Н.** Российский Арктический фронт. Парадоксы развития / А. Н. Пилясов // Регион: экономика и социология. 2015. № 3. С. 3–36. <https://doi.org/10.15372/REG20150901>; <https://www.elibrary.ru/ufhghh>
3. **Волович, В. Г.** Человек в экстремальных условиях природной среды / В. Г. Волович. – Мысль, 1983. – 196 с.
4. **Новиков, В. С.** Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях / В. С. Новиков, В. Н. Каркищенко, Е. Б. Шустов. – СПб.: Политехника-принт, 2017. – 346 с.
5. **Кривошапкин, В. Г.** Питание – основа формирования здоровья человека на Севере / В. Г. Кривошапкин // Наука и образование. 2002. № 1. С. 57–60.
6. **Лебедева, У. М.** Основы рационального питания населения Якутии / У. М. Лебедева, А. Ф. Абрамов. – Якутск, 2015. – 248 с.
7. **Шальнова, Н. Д.** Гигиеническое обоснование эффективной системы оптимизации питания в экстремальных условиях: дис. ... д-р мед. наук: 14.00.07 / Н. Д. Шальнова. – М., 2004. – 269 с.
8. **Степанов, К. М.** Биохимические и микробиологические основы производства якутских национальных кисломолочных продуктов нового поколения / К. М. Степанов, У. М. Лебедева, Л. И. Елисеева // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–8. С. 1756–1759. <https://www.elibrary.ru/swoiox>
9. **Иванова, Г. В.** Особенности питания коренного населения арктической зоны Российской Федерации / Г. В. Иванова, Т. Н. Сафронова // Российская Арктика. 2018. № 2. С. 60. <https://www.elibrary.ru/yllfzr>
10. **Степанов, К. М.** Основы рационального питания в условиях воздействия низких температур / К. М. Степанов, У. М. Лебедева // Якутский медицинский журнал. 2018. № 2(62). С. 70–73. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2018.62.20>; <https://www.elibrary.ru/xqkgjv>
11. **Nakai, S.** Structure–function relationships of food proteins with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1983. Vol. 31, Iss. 4. P. 676–683.
12. **Noorbakhsh, R.** Radiant energy under vacuum (REV) technology: A novel approach for producing probiotic enriched apple snacks / R. Noorbakhsh [et al.] // Journal of Functional Foods. Vol. 5(3). P. 1049–1056. <http://doi.org/10.1016%2Fj.jff.2013.02.011>
13. **Slozhenkina, M. I.** The study of factors affecting the drying process and the quality of dry cheese / M. I. Slozhenkina [et al.]. – Agricultural and Food Sciences. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 640. 032018. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/640/3/032018>