

## Вековой эксперимент по хранению продуктов в вечной мерзлоте

**ФГБНУ «ВНИМИ», Москва**

Харитонов Д.В. – д.т.н., профессор РАН, директор  
Будрик В.Г. – к.т.н., заместитель директора по научной работе  
Здоровцова А.Н. – зав. сектором микробиологического контроля

**ФГБНУ ВНИИТеК, Видное**

Петров А.Н. – д.т.н., академик РАН, директор

*Я должен внести свою лепту, влить несколько букв и знаков, чтобы разгадать огромную, трудно доступную и с трудом, читаемую книгу о законах природы.*

Эдуард Толль

Уникальный эксперимент по долгосрочному хранению пищевых продуктов в вечной мерзлоте продолжается более 100 лет и уже сегодня позволяет говорить о самобытном российском полезном ископаемом – вечном холода.

В России вечной мерзлотой занято более 65 % территории. Скованные льдом горные породы развиты на севере Европейской части России, Урала, севере Западной Сибири (примерно до широтного отрезка Оби), на большей части Восточной Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока. Отрицательные температуры проникают в земную кору до глубины 1300 – 1500 м, минимальные их среднегодовые значения достигают минус 15 – минус 160 °С.



Рисунок 1. Зоны островного (1), прерывистого (2) и сплошного (3) расположения многолетнемерзлых пород на территории России

Хозяйственное значение области вечной мерзлоты, или криолитозоны, как ее называют мерзлотоведы, трудно переоценить. Это стратегический тыл экономики России, ее топливно-энергетическая база. В пределах криолитозоны России сосредоточено более 30 % разведанных запасов всей нефти страны, около 60 % природного газа, неисчислимые залежи каменного угля и торфа, большая часть гидроэнергоресурсов, запасов цветных металлов, золота и алмазов, огромные запасы древесины и пресной воды. Значительная часть этих природных богатств уже вовлечена в хозяйственный оборот. Создана дорогостоящая и уязвимая инфраструктура: нефтегазопромысловые объекты, магистральные нефте- и газопроводы протяженностью в тысячи

километров, шахты и карьеры, гидроэлектростанции, возведены города и поселки, построены автомобильные и железные дороги, аэроромы и порты.

И хотя вечная мерзлота создает множество проблем для хозяйственной деятельности человека, от нее есть и большая польза. Вечная мерзлота является неиссякаемым источником естественного холода.

Главными целями государственной политики Российской Федерации в Арктике в сфере науки и технологий является – обеспечение достаточного уровня фундаментальных и прикладных научных исследований по накоплению знаний и созданию современных научных и геоинформационных основ управления арктическими территориями, включая разработку средств для решения задач обороны и безопасности, а также надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в природно-климатических условиях Арктики. Экономическая безопасность государства диктует необходимость создания хранилищ стратегических запасов продовольствия с минимальной инфраструктурой, способных в течение длительного срока функционировать автономно. Уже давно существует идея использовать для этого северные районы с мощным пластом вечной мерзлоты.

Необычный эксперимент по хранению продуктов в вечной мерзлоте начался более века назад!

В 1900 году Академией наук совместно с правительством была организована Русская полярная экспедиция, основной целью которой являлся поиск неизвестных земель на северных территориях для утверждения наших прав на уже открытые и еще неизвестные арктические земли. Организатором и руководителем Экспедиции был знаменитый ученый и большой патриот России барон Эдуард Васильевич Толль, который мечтал достичь и провести исследование земли Санникова. Затраты на организацию экспедиции превысили годовой бюджет Академии наук. Снаряжению шхуны *Заря* так же посодействовал лично посетивший ее Российский император Николай II, и это не мудрено – полярников тех времен по отношению к соотечественникам ныне можно приравнять к космонавтам, начинавшим покорять космос.



Рисунок 2. Эдуард Толль и шхуна *Заря*

За два года экспедиции пройти шхуне «Заря» планировалось от Кольского залива (порт в Александровске-на-Мурмане, ныне г. Полярный, Мурманской обл.) до Берингова моря.



Рисунок 3. Маршрут Русской полярной экспедиции

Стартовав в середине июня 1900 г., шхуна «Заря» в конце августа попала в ледовую ловушку в проливе, названном Толлем в честь своего учителя – заливом Миддендорфа. На северном мысе залива, названным потом мысом Депо, было решено оставить склад с продуктами, предназначенными для членов экспедиции, которые должны были исследовать близлежащие земли во время зимовки шхуны.



Рисунок 4. Экипаж шхуны Заря.

«...Здесь я велел зарыть ящик с 48 банками консервированных щей, запаянный жестяной ящик с 6 кг сухарей, запаянный жестяной ящик с 6 кг овсянки, запаянный ящик, содержащий около 1,6 кг сахара, 4 кг шоколада, 7 плиток и 1 кирпичник чаю. Яма была... обозначена деревянным крестом.» Эту запись, датированную 9 сентября 1900 года, сделал в своем дневнике Толль, закладывая в вечную мерзлоту полуострова Таймыр продуктовый склад, которым сам не воспользовался.

Обследовав северные земли вплоть до Новосибирских островов, шхуна «Заря» встала в конце августа 1902 года на вечную стоянку в бухте Тикси (недалеко от дельты реки Лена). Часть членов экспедиции во главе с руководителем Э.В. Толлем после исследования острова Беннетта погибла, совершая героический переход на остров Новая Сибирь.

Вне всякого сомнения, Русская полярная экспедиция 1900...1902 годов оказала существенное влияние на состояние дел в самых различных отраслях науки. Сам того не ведая Э.В. Толль стал родоначальником одного из самых длительных экспериментов по хранению продуктов в нерегулируемых отрицательных температурах вечной мерзлоты.

Обнаружить данный склад на мысе Депо удалось только в 1973 году в ходе историко-географических поисков

общественной экспедиции газеты «Комсомольская правда» и клуба «Приключение» под началом Д.И. Шпаро.

Извлеченные образцы ржаных сухарей, овсянки и консервов «Щи с мясом и кашею», изготовленные в 1900 году в Санкт-Петербурге на заводе Ф. Азибера, поставлявшего продукты для царской армии, оказались вполне пригодными к употреблению в пищу, несмотря на свою вековую историю.

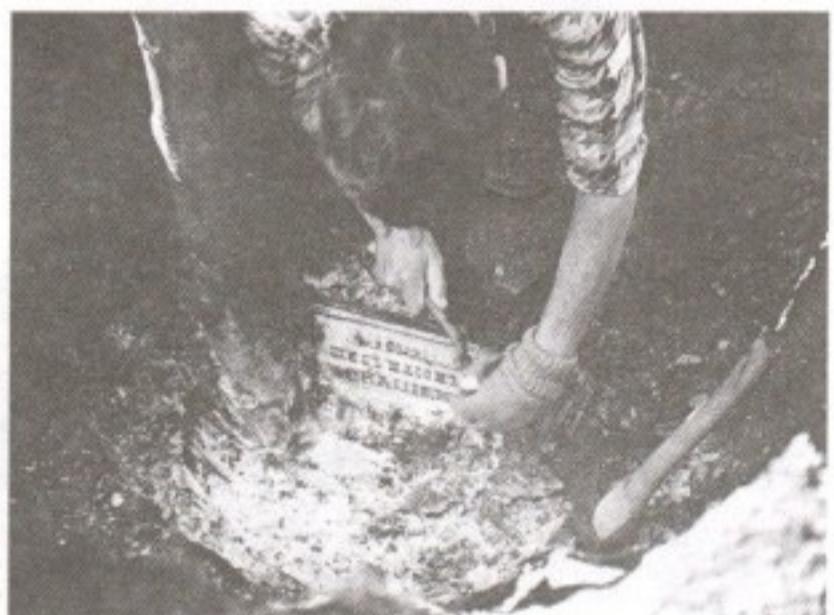


Рисунок 5. Продуктовый клад, обнаруженный в 1973 г

Материалы, связанные с находкой, были освящены в прессе и на экране центрального телевидения в программе «Клуб кинопутешественников». Пришло множество откликов, среди которых было очень заинтересованное и полезное: «Работникам редакции газеты «Правда» от Грачева В.А.: «Уважаемые товарищи, прочитав о намерениях полностью вывезти склад продуктов, по-моему, надо хотя бы половину продуктов оставить в прежних условиях вечной мерзлоты и исследовать эти продукты по частям в промежутки через 10 лет или иной срок... Прошу эту мысль передать медикам. 04.12.1973 г.»»



Рисунок 6. Консервы «Щи с мясом и кашею», 1900 г

После обсуждения полученных материалов и исследования образцов в 1974 году была снаряжена повторная экспедиция, в задачу которой входило извлечь, поделить и частично оставить консервы, заложенные в 1900 году, и заложить современные продукты питания, предоставленные ВНИИ консервной

промышленности. Закладку продуктов было решено заложить до 1980 г., 2000 г. и 2050 г. С тех пор в закладке продуктов появились молочные продукты – Сгущенное молоко с сахаром в жестебанке по 400 г, ГОСТ 2903-55, изготовленное на Резекненском молочно-консервном комбинате, Латвия (данный комбинат уже не функционирует).



Рисунок 7. Члены экспедиции 1974 г. Слева направо: Д.И. Шпаро, В.П. Леденев, Л.М. Лабутин, Ю.И. Хмелевский

С 1973 г. проведены еще пять экспедиций (1974 г., 1980 г., 2004 г., 2010 г. и 2016 г.) и широкомасштабных исследований, в которых приняли участие 12 научно-исследовательских институтов РАН (бывшей Россельхозакадемии) и Росрезерва.

В 1980 году к закладке в вечную мерзлоту добавились такие молочные продукты, как сухое молоко, упакованное в полизтилен, молоко сгущенное с сахаром, расфасованное в жестебанке, творог с черносмородиновым пюре в алюминиевых тюбах, масло топленое в стеклянных банках, молочная сыворотка в многослойном металлизированном пакете.



Рисунок 8. Члены экспедиции 2004 г

В экспедиции 2004 года принял участие Харитонов Дмитрий Владимирович (в то время начальник участка научно-исследовательских и экспериментальных работ ВНИМИ). Кроме сгущенного молока с сахаром в закладку 2004 года добавилось

молоко сухое обезжиренное и цельное в жестебанке, уделив тем самым особое внимание качественной упаковке молочных продуктов заложенных на хранение.



Рисунок 9. Харитонов Д.В. с изъятой закладкой 1974 г

В экспедиции 2010 года принял участие Петров Андрей Николаевич (в то время заведующий лабораторией молочных консервов ВНИМИ). В закладку 2010 года заложены сухие закваски, бактериальные концентраты и кефирные грибы, производимые на экспериментальном заводе ВНИМИ.



Рисунок 10. Члены экспедиции 2010 г

Сухие закваски – это чистые культуры молочнокислых бактерий, выращенные в стерильном молоке, которое после сквашивания подвергают обычно обезвоживанию. Преимущества сухих заквасок – длительный срок хранения (4 месяца при температуре 3 – 8 °C) и невысокая цена.

Бакконцентраты (сухие) по составу микрофлоры идентичны закваскам (приготовленным на основе бактериальной массы), но, в отличие от заквасок, содержат приблизительно в 100 раз больше бактериальных клеток в результате бактофагирования или другого физического приема концентрирования бактериальных клеток. Преимущество бакконцентратов: небольшой риск загрязнения и бактериофага (микробиологического вируса).

Кефирные грибы, не что иное, как симбиотическая группа микроорганизмов, среди которых есть лактобактерии, уксуснокислые бактерии, молочные дрожжи и др. Кефирные

грибки культивируют во ВНИМИ и подвергают сублимационной сушке для реализации.

Данные продукты при закладке в вечную мерзлоту были упакованы в стеклянные пузырьки, а так же в герметичные многослойные пакеты.

В экспедиции 2016 года принял участие Будрик Владислав Глебович (зам. директора по научной работе ВНИМИ). Было решено продолжить исследования хранимоспособности заквасок и бактериальных концентратов новые партии, которых вошли в закладку 2016 года.

Экспедицией предусматривалось выполнение научно-практической программы Российской академии наук «Исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты» и научно-исследовательской программы Росрезерва «Исследование возможности длительного хранения семян, сырья и пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты в целях создания государственных запасов». Техническая организация экспедиции традиционно проводилась клубом «Приключение». В состав экспедиции вошли 14 человек – научные сотрудники, представителей СМИ и опытные полярники.



Рисунок 11. Члены экспедиции 2016 г

Для того чтобы добраться к природному морозильнику с заложенными пищевыми продуктами в место, волей судеб, определенное Толлем Э.В. на мысе Депо (п/o Заря на Таймыре) членам экспедиции в 2016 году необходимо было с экспедиционным грузом весом не менее 1 тонны преодолеть расстояние более четырех тысяч километров. Для этого сначала нужно было добраться поездом до Воркуты, затем двумя вертолетами, минуя мыс Каменный на Ямале, Дудинку – порт на Енисее и одно из самых северных сел России – Хатангу, а также пролетая бесконечные водяные лабиринты озер и речек, горные пояса Полярного Урала и плато Путорана, наблюдая бескрайние безлюдные места со стадами диких оленей, высадится на краю света – берегу Карского моря. Ближайшие люди – пограничники и метеорологи находятся на мысе Челюскин в 350 км, до северного порта Диксон – 450 км, до Хатанги – 550 км, а до северного полюса – 1500 км.



Рисунок 12. Место высадки Экспедиции.

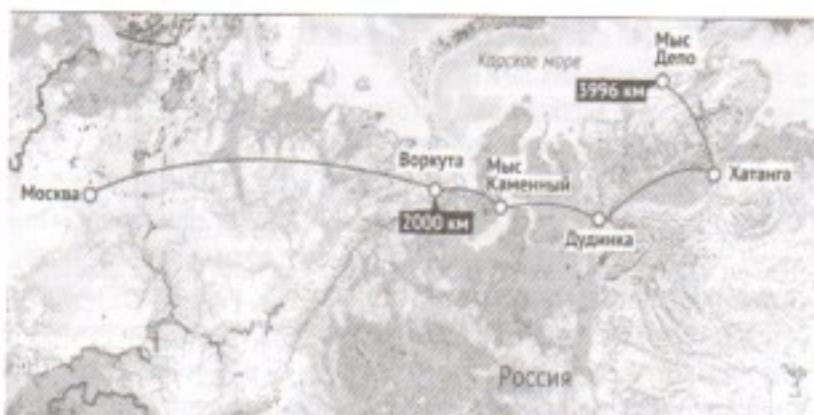


Рисунок 13. Маршрут экспедиции 2016 г

В месте высадки туманный скалистый берег поджимала тундра, пропитанная талой водой, без единого деревца и кустика, в отдалении которой находился покосившийся деревянный столб, отмечавший место склоненного продуктового склада. Без внешней связи, сводок новостей, средств коммуникаций, ночуя в палатках, готовя еду на газу с использованием грунтовой воды, членам экспедиции за 8 дней предстояло добраться сквозь метровый слой вечной мерзлоты до контейнеров из молочных алюминиевых фляг с прошлыми закладками пищевых продуктов, провести их изъятие и опись, а также подготовить место и заложить на хранение очередную партию привезенных образцов пищевых продуктов.

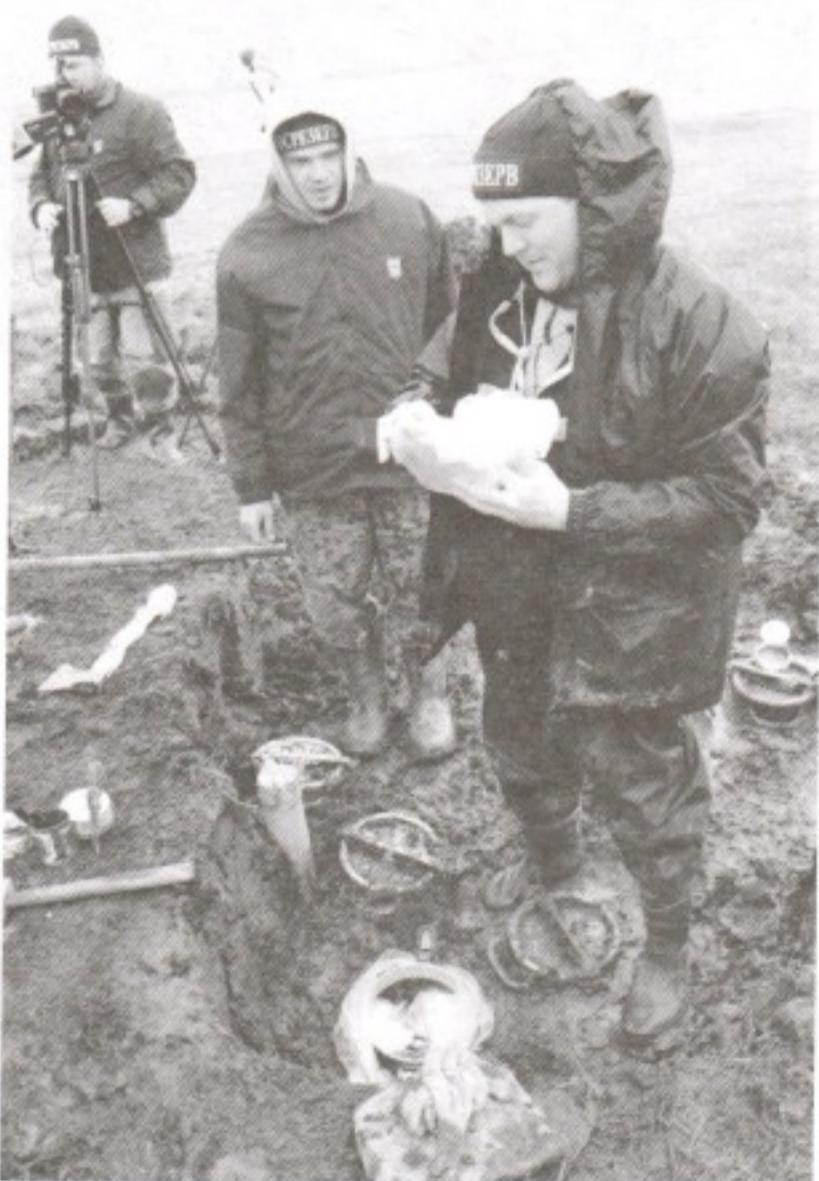


Рисунок 14. Раскопки и изъятие пищевых продуктов в 2016 г

Для анализа динамики изменения температуры, в специально подготовленной трубе, на разных уровнях, а также в донной и верхней части контейнеров, были заложены

терморегистраторы – датчики, запрограммированные фиксировать и запоминать ежедневные показания температуры в течение нескольких лет.

Во время экспедиции погода была туманная, пасмурная, сопровождающаяся мелкой дождливой моросью, температура воздуха колебалась от 2 до 12 градусов. Солнце ходило по кругу, не успевая садиться за горизонт. Стai птиц и любопытные нерпы наблюдали за размeренной работой ученых, пока в окрестности лагеря под конец второго дня не забрел медведь. Криками и холостыми выстрелами удалось отогнать на безопасное расстояние не прошеного хозяина этих мест. Появление белого медведя сильно взбудоражило членов экспедиции и когда утром следующего дня нашествие медведей увеличилось до двух особей, спокойствие до самого конца экспедиции покинуло умы каждого. В итоге присутствие медведей в зоне видимости стало нормой. Их, очевидно, манил запах, разносившийся на десятки километров из вскрытого склада продуктов и экспедиционной кухни. Заканчивать работу приходилось под наблюдением белых медведей, а отдых и досуг проводить, назначая караульных следивших за безопасностью членов экспедиции.



Рисунок 15. Работа под присмотром.

Хозяева Арктики подплывали со стороны залива, заходили с севера и востока, а однажды в зоне видимости оказалось медведица с двумя медвежатами. Всего за время экспедиции насчитали около 12 медведей, это был беспрецедентный случай, ранее, за все экспедиции видели всего лишь один раз медведицу с медвежонком оплывающим лагерь. Одним из достижений экспедиции было изобретение эффективного отпугивающего устройства из металлической канистры и деревянной палки, гулкий шум от ударов которых отпугивал и заставлял медведей удаляться на приличное расстояние.



Рисунок 16. Охраняемый палаточный лагерь

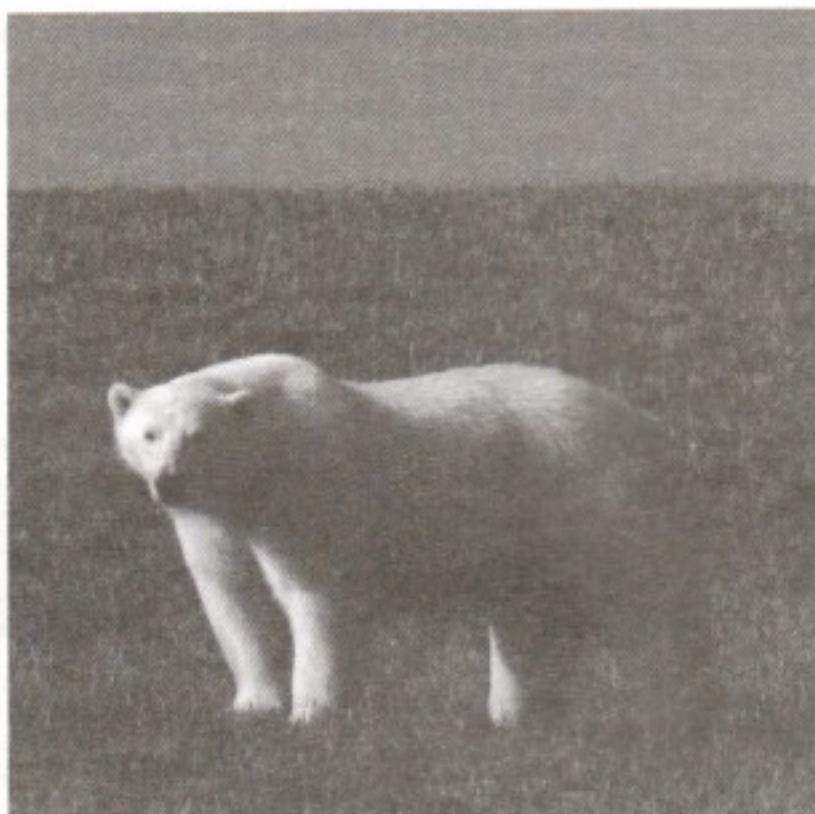


Рисунок 17. Хозяин Арктики

В итоге в 2016 году было заложено порядка 50 кг различных продуктов питания, в том числе детское и спортивное питание, армейские сухпайки, витаминные комплексы, крахмалы, дрожжевые культуры, хлеб и многое другое. Часть продуктов упаковано в современную многослойную полимерную тару или жестяную банку с применением современных видов лаковых покрытий. Расширено наименование заложенных на хранение семян новых сортов злаковых, бобовых и овощных культур. Впервые заложены промышленные товары: каучук, шерсть и нефтепродукты, а также носители информации – диски и флешки.

Первая часть экспедиции 2016 года была выполнена, пришлось прощаться с Таймыром. Совместными усилиями был выровнен деревянный столб на место хранения консервов закопанных экспедиций 1900 года, повешен Российский флаг, спет гимн страны. На восьмой день экспедиции многие члены экспедиции хоть и загадали вернуться сюда еще раз в запланированные на 2025 и 2050 годы, но все же прислушивались, ожидая услышать шум вертолетов, летящих с мыса Челюскин, чтобы вывезти экспедицию.

Теперь предстояло доставить в Москву исследовать извлеченные образцы для выявления наиболее пригодных к хранению в условиях природного холода вечной мерзлоты с определением максимальных сроков. Это особенно важно сейчас, когда к Арктике проявляется все больший интерес.

Исследование качества пищевых продуктов после длительного хранения в складе п/о Заря на Таймыре в условиях вечной мерзлоты имело комплексный межотраслевой характер и включало следующие направления:

- оценку состояния упаковочных материалов (тары);
- исследования органолептических и физико-химических показателей качества по нормативной документации на соответствующий вид продукции;
- оценку микробиологических и других санитарно-гигиенических показателей (СанПиН 2.3.2.1078-03);
- исследование токсичных элементов, в частности, олова в консервах, упакованных в металлическую тару.

Во ВНИМИ по результатам исследований были даны заключения о качестве и безопасности молочных продуктов изъятых в 2004г., 2010г. и в 2016г.



Рисунок 18. Место склада продуктов заложенных Э.В. Толлем

Таблица 1. – Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика по ГОСТ 2903-78	Характеристика в образце №1
Вкус и запах	Сладкий, чистый с выраженным вкусом пастеризованного молока, без посторонних привкусов и запахов. Допускается наличие легкого кормового привкуса.	Сладкий, без посторонних привкусов и запахов; имеется легкий кормовой привкус.
Консистенция	Однородная по всей массе, без наличия ощущаемых органолептических кристаллов молочного сахара. Допускается мучнистая консистенция и незначительный осадок лактозы на дне банки при хранении	Однородная по всей массе, мучнистая
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.



Рисунок 19. Образцы сгущенного молока с сахаром

#### Исследование молочных продуктов, изъятых в 2004 г.

##### Молоко сгущенное с сахаром.

Были исследованы 2 образца:

Образец 1 (1 банка) – молоко цельное сгущенное с сахаром, упакованное в металлическую банку № 7 массой нетто 400 г; продукт изготовлен по ГОСТ 2903-55, изготовитель – Резекненский молочно-консервный комбинат; маркировка – 211Е 76 (на крышке) М904 (на дне банки); дата закладки на хранение – август 1974 г.

Образец 2 (3 банки) – молоко цельное сгущенное с сахаром, упакованное в металлическую банку № 7 массой нетто 400 г; продукт изготовлен по ГОСТ 2903-55, изготовитель – Кобеляцкий молочно-консервный комбинат; маркировка – М889 3131И76 (на дне банки); дата закладки на хранение – август 1980 г.

Осмотр банок показал: на внешней стороне всех представленных образцов сгущенного молока имеются чистые, сухие, в основном целые бумажные этикетки с информацией о продукте. Нарушений герметичности и повреждений упаковки, вздутий крышек и донышек не отмечено. Внешняя и внутренняя поверхность металлических банок у испытанных образцов без следов коррозии, на внутренней поверхности металлической банки образца № 2 вдоль всего ее корпуса имеются отдельные темные полосы неустановленного происхождения.

Органолептические показатели молока цельного сгущенного с сахаром после 30 лет хранения в условиях вечной мерзлоты представлены в таблице 1.

Из представленных данных видно, что по всем органолептическим показателям образцы молока цельного сгущенного с сахаром, выработанные Резекненским молочно-консервным комбинатом, после 30 лет хранения на п/о Таймыр соответствовали требованиям ГОСТ 2903-78.

В таблице 2 Органолептические показатели образца молока цельного сгущенного с сахаром после 24 лет хранения в условиях вечной мерзлоты.

Из таблицы 2 видно, что образцы молока цельного сгущенного с сахаром, выработанные Кобеляцким молочно – консервным комбинатом, после длительного хранения в условиях вечной мерзлоты из всех органолептических показателей не соответствовали требованиям ГОСТ 2903-78 по консистенции. Появление данного порока сгущенного молока, как правило, связано не с условиями и сроками хранения, а с нарушениями технологических режимов при производстве продукта.

Неизменными при длительном хранении остались, следующие показатели качества продукта: жир, сухой молочный остаток (СМО), сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), вода, соли свинца, меди, группа чистоты.

Таблица 2. – Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика в образце №2		
	В банке 1	В банке 2	В банке 3
Вкус и запах	Очень сладкий, слегка прогорклый без посторонних привкусов и запахов	Очень сладкий, с кормовым привкусом	Очень сладкий, слегка прогорклый
Консистенция	Неоднородная: на поверхности – отстой жира, на дне – отстой вещества белого цвета	Неоднородная: в верхней части содержимого банки – отстой жира	Неоднородная: значительный отстой жира, значительный осадок мелких кристаллов лактозы на дне банки.
Цвет	Жира – желтый, жидкого содержимого – белый с кремовым оттенком, однородный по всей массе		

Во всех исследованных образцах сгущенного молока кислотность не превысила нормируемой ГОСТ 2903-78 величины – не более 48 °Т: в образце №1 – 44 °Т, №2 – 45 (банка 1) и 48 °Т (банка 2). Кислотность, которая, является одним из лабильных показателей при длительном хранении продукта, т.к. зависит от различных факторов – состояния белковой фракции, жировой, количества и жизнедеятельности микроорганизмов и т.д., что, в свою очередь определяется условиями и сроками хранения.

Санитарно-гигиенические, микробиологические показатели, а также содержание токсичных элементов, в том числе олова, находились в пределах норм, установленных соответствующей нормативно-технической документацией.

#### Масло топленое

Исследовано качество образца №3 масла топленого, заложенного на опытное хранение в 1980 году, изготовленного Мосхладокомбинатом №7 по ГОСТ 37-55. Первый сорт. Маркировка 22.07.80. дата закладки на хранение – август 1980 г.

Образец массой 450 г упакован в стеклянную банку с металлической герметичной крышкой, без этикетки. Крышка в отдельных местах сильно проржавела; на крышке имеется информация, плохо читаемая. Установленные надписи: масло топленое, первый сорт, вес – 450 г без посуды; Хладокомбинат №7, нормативный документ, дата выработки.

Результаты органолептической оценки масла топленого после 24-х лет хранения в условиях вечной мерзлоты в сравнении с требованиями ГОСТ 37-91 приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Органолептические показатели.

Наименование показателя	Характеристика по ГОСТ 37-91	Характеристика в образце №3
Вкус и запах	Специфический вкус и запах вытапленного молочного жира, без посторонних привкусов и запахов	Неприятные привкус и запах прогорклого, осалившегося жира
Консистенция и внешний вид	Зернистая, мягкая, в растопленном виде – прозрачное без осадка	Зернистая мягкая, в растопленном виде имеется незначительный осадок в виде мелких белых хлопьев
Цвет	От светло-желтого до желтого, однородный по всей массе	Желтый однородный по всей массе

Как видно из представленных данных, по органолептическим показателям представленный образец топленого масла не соответствует требованиям стандарта.

Результаты органолептической оценки были подтверждены физико-химическими исследованиями.

Топленое масло представляет собой пищевой продукт, получаемый вытапливанием жировой фазы из жиро содержащих молочных продуктов, и в основном (98-99%) состоит из молочного жира. Поэтому основные изменения при длительном хранении данного продукта связаны с изменением жировой фракции. Для оценки ее состояния были определены кислотное и перекисное числа жира: кислотное число – 3,0 мг КОН/г жира, перекисное – 1,87 ммоль акт. кислорода или 0,024%. Согласно ранее проводимым исследованиям и литературным данным, такая величина кислотного числа характерна для несвежего жира.

#### Сухая молочная сыворотка

Образец 4 Сыворотка сухая, запечатанная в пакет из кашированной фольги; продукт изготовлен Пылквасским

молкомбинатом. Маркировка – Март, 1980 г. дата закладки на хранение – август 1980 г.

Результаты органолептической оценки сухой сыворотки после 30 лет хранения в условиях вечной мерзлоты в сравнении с требованиями НД приведены в таблице 4. Метод испытания органолептических показателей по ГОСТ 29245-91.

Таблица 4. – Органолептические показатели.

Наименование показателя	Характеристика по НД	Характеристика в образце 4
Вкус и запах	Сладко-солоноватый, слегка кисловатый, без наличия каких-либо посторонних привкусов и запахов	Солоноватый выраженный прогорклый вкус
Консистенция	Сухой мелкораспыленный гигроскопичный порошок	Неоднородная комковатая
Цвет	От белого до желтого	Светло-желтый, однородный по всей массе.

Из таблицы 4 видно, что образец сыворотки сухой из всех органолептических показателей не соответствовал требованиям ГОСТ вкусу, запаху и консистенции.

Заключение на результаты физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов по группе молочных консервы при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты.

- 1) Длительное хранение молочных консервов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты не способствует развитию микробиологической флоры и по этому показателю удовлетворяют нормам СанПиН.
- 2) Длительное хранение молочных консервов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты требует герметичной тары и упаковки. Упакованные таким образом продукты выдержали весь срок хранения.
- 3) Появление прогорклого вкуса молочных консервов, как правило, связано не с условиями и сроками хранения, а с нарушениями технологических режимов при производстве продукта, а именно необходима инактивация нативной липазы, что достигается высокой температурой (95-105 °С) тепловой обработкой сырья молока и исключением попадания липополитических микрококков при фасовании продукта.

Общее заключение по длительному хранению молочных консервов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты в продолжение тридцати лет и изъятых в 2004 г – положительное.

#### Исследование молочных консервов изъятых в 2010 г.

По результатам выемки 2010 г. исследовано 6 образцов молочных консервов после хранения в условиях вечной мерзлоты:

- Молоко, сгущенное цельное с сахаром ГОСТ 2903-78, М 25762, д.в. 23.07.04 Заложен на хранение 2004 году;
- Молоко, сгущенное цельное с сахаром («Рудняконсервмолоко») ГОСТ 2903-78 М 25762, д.в. 23.07.04. Заложен на хранение 2004 году;
- Молоко, сгущенное цельное с сахаром (Украина, «Кобеляцкий МКК», Полтавская обл.) ГОСТ 2903-55, 1980 г., М 889 125 Ж76 Заложен на хранение 1980 году;
- Молоко сухое обезжиренное в жестебанке. ГОСТ 10970-87. Дата упаковки 22.07.04 г. Заложен на хранение 2004 году;

- Молоко сухое цельное в жестяной банке. ГОСТ 4495-87. Дата упаковки 23.07.04 г. Заложен на хранение 2004 году;
- Сыворотка молочная сухая (Аылквасский молкомбинат), дата выработки – март 1980 г. Упаковка – многослойный металлизированный пакет Заложен на хранение 1980 году.

При исследовании проведена оценка органолептических, физико-химических, микробиологических, санитарно-гигиенических показателей, токсичных элементов, а также состояния внутренней и наружной поверхности тары.

После 6 и 30 лет хранения в условиях вечной мерзлоты все исследованные продукты претерпели изменения. По величинам кислотного и перекисного чисел молочные консервы не отличались от соответствующих показателей для консервов после хранения в установленные стандартами сроки. Титруемая кислотность практически всех образцов консервов находилась в пределах допустимых значений. В большей степени изменения коснулись органолептических и физико-химических показателей. Основные изменения связаны с барьерными свойствами упаковки и с гидролитической порчей белков и жиров, которые отразились на органолептических показателях молочных продуктов.

Так например, в молоке сухом обезжиренном упакованном в жестяную банку обнаружен слегка посторонний запах, кисловатый вкус с привкусом испорченного белка. Сухая молочная сыворотка (Аылквасского молкомбината), упакованная в многослойный металлизированный пакет имела неприятный,

кислый запах, вкус испорченного продукта, очень твердую и порошкообразную консистенцию.

Меньше других изменения претерпели свойства молоко сухое цельное в жестяной банке (ГОСТ 4495-87. Дата упаковки 23.07.04 г.) которое имело легкие изменения во вкусе (слегка кисловатый, легкий осалившийся привкус, с легкой горчинкой) и молоко стущенное с сахаром (ГОСТ 2903-78, М 25762, д.в. 23.07.04).

Таким образом, хранение при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты позволяет продлить сроки годности молочным продуктам. Молочные продукты, закладываемые на длительное время необходимо специально подготовить к условиям хранения (дополнительно внести антиоксидантов, повысить требования к упаковочным материалам, провести специальный контроль при закладке продукции и др.).

#### Исследование молочных заквасок изъятых в 2016 г.

По результатам выемки 2016 г. исследовано 10 образцов заквасок и бакконцентратов закладываемых на длительное хранение в условиях вечной мерзлоты результаты микробиологических исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5. – Микробиологические показатели

№ п/п	Наименование продукции	Маркировка	Микробиологические показатели											
			Молочно-кислые МО, НВЧ/см <sup>2</sup> , не менее		Бактерии рода сальмонелла не допускается, г		S.aureus, не допускается, г		БГКЛ, не допускается, г		Плесени, КОЕ/г, не более		Дрожжи, КОЕ/г, не более	
			норма	результат	норма	результат	норма	результат	норма	результат	норма	результат	норма	результат
1.	Б/к КЛ (флакон)	Партия №14, 07.07.2010 г.	10 <sup>10</sup>	2,5*10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
2.	Б/к КА (флакон)	Партия №4, 10.07.2010	10 <sup>10</sup>	2,5*10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
3.	Закваска Лс (флакон)	Партия №13, 05.07.2010 г.	10 <sup>9</sup>	2,5*10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
4.	Закваска Лт (флакон)	Партия №14, 05.07.2010 г.	10 <sup>9</sup>	2,5*10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
5.	Б/к «ТОН» (пакет)	Партия №5, 21.06.2010 г.	10 <sup>10</sup>	Менее 10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
6.	Б/к КЛ (пакет)	Партия №5, 21.06.2010 г.	10 <sup>10</sup>	Менее 10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	20	5	Не обн.
7.	Б/к КТС (пакет)	Партия №5, 18.06.2010 г.	10 <sup>10</sup>	Менее 10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
8.	Б/к КБСБ (пакет)	Партия №5, 08.06.2010 г.	10 <sup>10</sup>	Менее 10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
9.	Б/к КА (пакет)	Партия №5, 28.07.2010 г.	10 <sup>10</sup>	Менее 10 <sup>8</sup>	10	Не обн.	1	Не обн.	1	Не обн.	5	Не обн.	5	Не обн.
10.	Грибки кефирные сублимированные*	Партия №8, 21.07.2010 г.	10 <sup>8</sup>	2,5*10 <sup>8</sup>	100	Не обн.	10	Не обн.	3	Не обн.	5	Не обн.	----	----

Примечание: \* Исследования проводились после восстановления сублимированных грибков.

Внутреннее и наружное состояние упаковки заквасок и бакконцентратов без изъянов, поверхности чистые.

#### Органолептические показатели

Закваски сублимированные во флаконах – таблетки, сохранившие форму, светлобежевые по всей таблетке. При растворении в физиологическом растворе легко растворяются без осадка. Время восстановления по всем видам 18 часов. В микроскопическом препарате восстановленных заквасок наблюдаются: закваска Лс – лактококки в виде цепочек и

диплококков, сгусток вязкий; закваски Лт – лактококки в виде диплококков, сгусток невязкий.

Бактериальные концентраты во флаконах – таблетки, сохранившие форму, светлокоричневого цвета. При растворении в физиологическом растворе образуется осадок. Время восстановления всех видов, кроме б/к «ТОН» 18 часов, б/к «ТОН» – 24 часа.

Бактериальные концентраты в пакетах – порошок темнокоричневого цвета, легко рассыпается, при

восстановлении в физрастворе образует нерастворимые частицы.

Микроскопический препарат восстановленных бактериальных концентратов: Б/к КЛ – лактобактерии в виде диплококков; Б/к КА – лактобациллы, споровые микроорганизмы; Б/к «ТОН» – диплококки и короткие цепочки кокков, отдельные кокки; Б/к КТС – стрептококки в длинных цепочках; Б/к КБСБ – палочки булавовидные, изогнутые, кокковые формы.

Грибки в полиэтиленовом пакете – зёрна светлокремового цвета, мелкие, сухие. Время восстановления – 24 часа. Сгусток соответствует кефирной закваске. В микроскопическом препарате – диплококки, цепочки из кокков разной длины, изредка дрожжи. Запах чистый, кисломолочный.

По результатам исследования предоставленных образцов сублимированных заквасок и бактериальных концентратов, выработанных по ТУ 9229-369-00419785-04 после хранения в условиях вечной мерзлоты в течение 6 лет, можно сделать следующие выводы:

- 1) Не произошло изменения органолептических свойств.
- 2) По микробиологическим показателям снизилось количество молочнокислых микроорганизмов относительно нормативных данных, особенно в бактериальных концентратах, упакованных в металлизированные пакеты.
- 3) Грибки кефирные сублимированные сохранили свои свойства.
- 4) При восстановлении заквасок и бактериальных концентратов продолжительность восстановления увеличилась более чем в два раза.

Общее заключение по длительному хранению молочных консервов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты в продолжение тридцати лет – положительное.

Таким образом, череда накопленных в ходе экспедиций и лабораторных исследований данных позволяет решать поставленные в ходе исследовательской программы задачи:

- продолжение накопления научных знаний по длительному хранению пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты;
- расширение ассортимента исследуемой продукции и закладка новых видов продукции;
- разработка предложений по созданию государственных запасов продуктов питания в арктической зоне.

Полученные данные могут представлять большой научный и практический интерес для отрасли длительного хранения, в части сохранности продуктов питания и упаковочного

материала. В качестве примера можно привести колосальное хранилище на острове Шпицберген у поселка Лонгир, где в толще гранитных скал на 120-метровой глубине хранится почти полмиллиона образцов семян, собранных со всего мира на случай глобальной катастрофы вроде изменения климата или падения метеорита. На это строительство у правительства Норвегии ушло почти 10 млрд долларов, правда, более половины средств были спонсорскими (выделить деньги на такой проект предприниматели всего мира, от Билла Гейтса до простого норвежского фермера, считали для себя делом чести). Построить нечто подобное в России пока невозможно даже в самых радужных снах. Самое реальное, на наш взгляд сегодня, – это создать в вечной мерзлоте некую альтернативу хранилищ Ресерверва – государственной системы хранения продуктов на всякий непредвиденный случай. Воркутинские штольни представляют собой почти готовые для хранения помещения, достаточно лишь установить двери, обезопасить своды и "холодильник" включится, при этом холод будет бесплатный. Помимо продуктов, в природный холодильник можно будет поместить коллекции микроорганизмов, которыми пользуется множество отраслей от пищевой до фармацевтической и тем самым снизить объем постоянных расходов присущих имеющимся холодильным хранилищам.

Как бы ни обстояли сегодня дела у российской пищевой промышленности, у нее огромный потенциал развития — ведь страна обладает неисчерпаемым запасом холода, русская Арктика до сих пор неосвоенная пустыня, ее необходимо изучать и приспособливать под хозяйствственные нужды страны. Эксперимент по исследованию возможности длительного хранения пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты и установления их возможных сроков годности продолжается, и мы ждем новых уникальных научных результатов!

При подготовке статьи использовались:

- научные отчеты подразделений ВНИИМи;
- монография «Вечная мерзлота на страже качества продуктов» / Под общей редакцией А.Б. Лисицына, Д.Ю. Горина; составители: Д.И. Шпаро, А.А. Семенова, А.Н. Рогова. М.: Эдиториал сервис, 2011.
- фотографии Турович И., Королев И., Леденев В., Будрик В.

