

Длительное хранение продовольственных товаров в условиях вечной мерзлоты

С.Е. Уланин; С.Л. Белецкий, канд. техн. наук
НИИ Проблем хранения Росрезерва, Москва



В августе 1973 г. участники научно-спортивной экспедиции «Комсомольской правды» проводили обследование западного побережья полуострова Таймыр с целью изучения и поисков исторических памятников первых русских исследователей Севера.

Восточной группой экспедиции, проводившей обследование залива Миддендорфа на полуострове Заря, был обнаружен склад пищевых продуктов, заложенных в вечной мерзлоте на глубину 1,3 м начальником Русской Полярной экспедиции Э.В. Толлем в 1900 г.

Из склада были изъяты сухари и овсяные хлопья типа «Геркулес», которые были переданы во ВНИИКОП для оценки качества. Исследования показали, что сухари и овсяные хлопья сохранили свои вкусовые качества и органолептические свойства.

Обнаруженное продовольственное хранилище, где продукты пролежали более 70 лет, – уникальный пример. Он представлял большой научно-практический интерес для исследований условий длительного хранения продуктов, их анализа в лабораториях научно-исследовательских учреждений (ВНИИКОП, ИМБП, ЦНИЛ ГУГМР, ВНИХИ и др.) после вывоза с Таймыра. Поэтому было решено продолжить научный эксперимент по длительному хранению пищевых продуктов в вечной мерзлоте.

Предварительно для проведения эксперимента и закладки образцов различных продуктов в разных видах упаковки на длительный срок в условиях вечной мерзлоты в июле 1974 г. была составлена и утверждена совместная «Программа исследования возможности длительного хранения пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты на п/о Таймыр».

Программой был определен следующий порядок проведения работ:

- изучение температурно-влажностного режима и состояние грунта в районе нахождения склада;
- вскрытие склада и описание внешнего состояния тары и упаковки;
- подготовка продуктов к транспортировке;
- транспортировка продуктов по маршруту п/о Заря – Диксон – Москва;
- помещение продуктов в режимные условия после доставки в Москву.

После доставки продуктов в Москву их вскрыли и отобрали образцы для исследования различными организациями, проведения физико-химических, биохимических, органолептических анализов, обработки данных по каждому продукту, доставленному с полуострова Таймыра.

Кроме того, готовилась новая закладка продуктов на полуострове. Для этого требовалось подобрать сами продукты, а также тару и упаковку для них, проанализировать закладываемые продукты и дать им характеристику, упаковать и подготов-

ить к транспортировке, найти место для закладки на длительное хранение с выемкой их в три срока: через 6 лет – в 1980 г.; через 25 лет – в 2000 г.; через 75 лет – в 2050 г.;

Последовали две научные экспедиции на полуостров Заря в 1974 и в 1980 гг. В соответствии с программами работ обеих экспедиций были заложены на хранение новые продукты.

В августе 1974 г. комплексная экспедиция в составе представителей ВНИИКОП, ИМБП, ЦНИЛ ГУГМР и членов экспедиции «Комсомольской правды» извлекла оставшиеся продукты продовольственного склада Э.В. Толля, которые были доставлены в Москву для дальнейших исследований. Были привезены и исследованы консервы в банках, чай черный байховый, спички и шоколад, изготовленные в 1900 г.

Одновременно эта же экспедиция произвела на п/о Таймыр новую закладку образцов продуктов и рационов питания, изготовленных промышленными предприятиями страны.





Всего в 1974 г. закладывали по перечню 22 наименования продовольственных продуктов. Ответственным за научную организацию был ВНИИКОП. Принимал участие в закладке продукции ФГБУ НИИПХ Росрезерва (тогда он назывался ЦНИЛ ГУГМР). При этом были заложены продукты из номенклатуры длительного хранения – мясные консервы.

Оттаявшим был только слой дерна толщиной 20 см, далее – вечная мерзлота, твердая как камень. Склад продуктов находился на глубине 1,3 м. После вскрытия склада были извлечены заложенные в предыдущую экспедицию спиртовые термометры, зафиксировавшие минимальную температуру грунта за 24 года. Показатели были: – 37,5 °С на глубине 50 см и – 31 °С на глубине 90 см. Что соответствует оценкам специалистов; в среднем, вечная мерзлота не прогревается выше минус 30 °С.

В 1980 г. состоялась следующая экспедиция к месту склада продовольствия Э.В. Толля. Была осуществлена выемка ящика с продуктами с трафаретом «1980». Дополнительно были заложены 34 вида продуктов. Образцы изъятых продуктов прошли соответствующие исследования в институтах, принимавших участие в эксперименте.

В связи со сложными экономическими условиями, экспедиция, ранее предусмотренная в 2000 г., была перенесена на 2004 г.

В ходе ее проведения была произведена выемка контейнера с трафаретом «2000», извлечена часть металлических банок «Щи с мясом и кашей» и других пищевых продуктов из склада Э.В. Толля, пролежавших в условиях вечной мерзлоты 104 года. Произведена закладка новых продуктов на длительное хранение. Все образцы были проанализированы, результаты изложены в научном отчете за 2004 г.

Продукты закладки 1980 г. находились в металлическом контейнере типа молочной фляги и были изъяты из нее непосредственно на месте.

На месте была проведена оценка внешнего вида изъятых продуктов после хранения с 1980 по 2004 гг.

Внешнее состояние консервированных продуктов, которые подлежали оценке в ГУ НИИПХ, описывается так:

консервы из экспедиции Толля, 7 банок – все банки не имеют признаков бомбажа, равномерно покрыты смазкой, 5 банок с маркировкой на крышке 1900 г. выпуска, 2 банки без маркировки, все банки (не более

10% поверхности) имеют следы точечной коррозии, сосредоточенной в месте закаточного шва. В 2-х банках – проникающая коррозия на поверхности крышки, 1 банка имеет проникающую коррозию в районе продольного шва площадью 1 см²;

рыбные консервы, 7 банок в т. ч. 4 банки со следами точечной коррозии на крышке и корпусе;

масло топленое в стеклянных банках с металлической крышкой из 4 банок на 3-х – следы коррозии.

Продукты, изъятые со склада в 2004 г., были помещены в контейнеры – холодильники и доставлены в Москву.

Этот этап научно-исследовательской работы проводился на основании научно-практической программы «Провести исследования физико-химических и органолептических



показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты».

Программа была составлена и утверждена в 2004 г. и предполагала участие в ней ряда научно-исследовательских учреждений Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии и НИИПХ Росрезерва.

Целью работы является проведение исследований по определению качественного состояния и безопасности пищевых продуктов после длительного хранения (24 и 30 лет) в складе на Таймыре (п/о Заря) в условиях вечной мерзлоты.

Представители ГНУ ВНИИМП, ГНУ ВНИМИ, ГНУ ВНИИКОП, ГНУ НИИПП и СПТ, ГНУ ВНИИК, ГНУ ВНИХИ приняли участие и в следующей экспедиции на Таймыр, организованной клубом «Приключение» (руководители – Д.И. Шпаро и М.Д. Шпаро) в августе 2010 г. Целью ее была выемка





и доставка со склада пищевых продуктов, заложенных в 1974, 1980 и 2004 гг.

В указанных институтах проведены исследования и даны заключения о качестве продуктов после их длительного хранения в условиях вечной мерзлоты.

Результаты исследований показали, что все образцы консервов по показателям содержания токсичных элементов соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.1078.

Выяснилось, что при хранении даже в условиях низких отрицательных температур в продукции продолжаются процессы деструкции белков и жиров.

Общие выводы по результатам исследований качества пищевых продуктов после длительного хранения в условиях вечной мерзлоты

По мясным продуктам

В большей степени подвержены процессом деструкции тонко измельченные виды консервов, а именно паштеты. Кусковые мясные консервы могут храниться в условиях вечной мерзлоты 6–7 лет без существенных изменений показателей качества.

Полученные результаты свидетельствуют:

1. Консервы «Телятина», хранившиеся 33 года, остались промышленно стерильными, по содержанию токсичных элементов не превышают показатели СанПин 2.3.2.1078. Физико-химические показатели свидетельствуют о глубоких изменениях в белках и жире продукции. Так содержание амино-амиачного азота более чем в 2 раза превышает критические значения, кислотное число в 1,96 раза, а перекисное число в 2,4 раза превышают допустимые значения для продукции, не опасной для здоровья человека.

2. Консервы мясные кусковые «Говядина тушеная», «Свинина тушеная», «Говядина натуральная» по всем микробиологическим, физико-химическим показателям и содержанию токсичных элементов соответствуют доброкачественной продукции и могут быть использованы в пищу.

3. Паштеты из печени и мясные промышленно стерильны, содержание токсичных элементов в норме, но процессы окисления за период хранения в вечной мерзлоте достигли такой степени, что использовать консервы в пищу не рекомендуется. Ве-



личина кислотных чисел в 1,6–2,9 раза превышает допустимые значения.

4. Каши с мясом, хранившиеся 6 лет, по всем показателям соответствуют предъявляемым требованиям и могут быть использованы в пищу. Однако «Говядина в соусе» не рекомендуется в пищу, так как процессы окисления жира привели к превышению допустимых значений кислотного и перекисного чисел.

5. Полимерная тара показала хорошую способность к хранению при отрицательных температурах. Не было отмечено расслоения полимерного материала, не была нарушена герметичность и банок и пакетов.

По молочной продукции

При исследовании качества 6 образцов молочных консервов после хранения в условиях вечной мерзлоты практически по всем показателям безопасности образцы соответствовали требованиям ФЗ № 88.

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. Однако после 6 и 30 лет хранения в условиях вечной мерзлоты все исследованные продукты претерпели изменения. В большей степени они коснулись органолептических и физико-химических показателей. Основные изменения связаны с гидролитической порчей белков и жиров, которые отразились на органолептических показателях молочных продуктов.

Меньше других претерпели изменения молоко сухое цельное в жестяной банке (ГОСТ 4495–87. Дата упаковки 23.07.04 г.) и молоко сгущенное

с сахаром (ГОСТ 2903–78, М 25762, д. в. 23.07.04).

Хранение при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты позволяет продлить сроки годности молочным продуктам.

1. Изменения в молочных продуктах, произошедшие в процессе 6-и 30-летнего хранения, не затронули основных показателей безопасности большинства продуктов.

2. Хранение при отрицательных нерегулируемых температурах в условиях вечной мерзлоты позволяет продлить сроки годности, однако для сохранения органолептических свойств молочным продуктам требуется целенаправленно внести изменения в технологию их производства. Молочные продукты, закладываемые на длительное время, необходимо специально подготовить к условиям хранения (повысить количество антиоксидантов, требования к упаковочным материалам, провести специальный контроль при закладке продукции и пр.).

По кондитерским изделиям

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что хранение изделий в течение длительного





времени в условиях нерегулируемых отрицательных температур вечно мерзлоты (полуостров Таймыр) позволяет сохранить для кондитерских изделий микробиологические, физико-химические и органолептические показатели качества на уровне соответствия требованиям стандартов и пригодном для их употребления.

По продукции пищеконцентратной промышленности

По различным видам продуктов были проведены исследования и дегустации, сделаны соответствующие замечания, выводы и предложения.

1. Перловая крупа, не требующая варки, подлежащая длительному хранению, должна быть низкой влажности (4–6%) и упакована под вакуумом.

2. Пленка, в которую упакованы сухие пшеничные завтраки и крупа перловая, не требующая варки, для длительного хранения не годится, т. к. дает химический запах и посторонний привкус.

3. Результаты органолептической оценки кофе и чая позволяют сделать вывод о том, что продукт отлично сохранился до настоящего времени и подлежит дальнейшему хранению.

4. Каши брикетированные «Новинка», заложенные в 2004 году, обладают высокими качествами и органолептическими свойствами, что связано с использованием высококачественных упаковочных материалов.

5. Длительное хранение пищевых концентратов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечно мерзлоты не способствует развитию микробиологической флоры и по этому показателю удовлетворяют нормам СанПиН.

6. Низкая влажность пищевых концентратов и хранение их при не-

регулируемых отрицательных температурах в условиях вечно мерзлоты сохраняет органолептические показатели продуктов на уровне нормативно-технической документации.

7. Общее заключение по длительному хранению пищевых концентратов при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечно мерзлоты в продолжении – положительное.

По крахмалу и крахмалопродуктам

Длительное хранение крахмала и крахмалопродуктов в условиях отрицательных температур вечно мерзлоты (полуостров Таймыр) обеспечивает сохранение микробиологических, физико-химических и органолептических показателей качества в пределах соответствия требованиям стандартов и делает их пригодными к употреблению.

По образцам водочных изделий

Микробиологические, физико-химические и органолептические показатели образцов водки при хранении в течении длительного времени в условиях отрицательных температур вечно мерзлоты (полуостров Таймыр) не изменились и соответствуют требованиям стандартов.

Результаты последней экспедиции 2016 г.

В результате экспедиции всего было изъято из хранилища 20 лабораторных образцов: зерно пшеницы и ржи, крупа гречневая и рисовая в различных упаковках, бобы сои, масло растительное, какао-порошок, консервы рыбные, сухое молоко, яичный порошок, семена злаковых и четыре инновационных вида наноткани, а также четыре терморегистратора. Дополнительно был сделан забор воды, которую употребляли участники экспедиции.

Внешний осмотр изъятых продуктов показал, что все они находятся в хорошем состоянии, не имеют посторонних запахов и следов порчи; крупа, зерно и растительное масло обладают свойственным им цветом и запахом.

Четыре изъятых терморегистратора были в отличном рабочем состоянии.

Состояние рыбных консервов «Шпроты в масле» после 36 лет хранения в условиях вечно мерзлоты (с 1980 по 2016 г.) неудовлетворительное, они имеют очень низкие органолептические и потребительские характеристики вследствие

размягчения тканей рыбы. Рыбные консервы в масле не рекомендуются для хранения в замороженном состоянии.

Подсолнечное масло нерафинированное после 36 лет хранения в условиях Таймыра по органолептическим показателям было отнесено ко второму сорту, по показателям гидролитической порчи «кислотному числу» соответствовало требованиям ГОСТ 1129, однако по показателю окислительной порчи «перекисному числу» превышало в 6 раз норму стандарта и требования санитарных норм. Это свидетельствует о выраженных окислительных изменениях подсолнечного масла, произошедших при хранении, и коррелирует с результатами органолептической оценки (наличием горечи во вкусе).

Масло подсолнечное в той упаковке, которая была применена, не рекомендовано на длительное хранение на полуострове Таймыр. Необходимо осуществить поиск новых видов таро-упаковочных материалов, которые позволят увеличить устойчивость подсолнечного масла к окислению.

Гигроскопичные продукты, хранившиеся на Таймыре при низких отрицательных температурах (зерно пшеницы и ржи, рисовая и гречневая крупы после 6 лет хранения, какао-порошок после 12 лет хранения, соя, сухое молоко, горчичный порошок после 36 лет хранения) имеют хорошие органолептические показатели, физико-химические и микробиологические показатели в пределах требований нормативной документации, все продукты сохранили потребительские свойства.

Наиболее перспективным направлением упаковки сыпучих продуктов может быть использование многослойных полимерных пленок на основе полиолефинов и полизилентерефталатов с низкой газо- и кислородопроницаемостью. Для длительного хранения продуктов с низким содержанием влаги в вечно мерзлоте обязательна герметичная упаковка.

Исследования показали, что после хранения в условиях пониженных температур (летом от 0 до -1°C , зимой от -15 до -24°C) пшеница, рожь и крупа в течение 6 лет и пшеница в течение 36 лет имели величину кислотного числа жира на уровне свежих продуктов. А в зерне и в крупяных продуктах

живовая фракция является наиболее лабильной и быстроизменяющейся. Хлебопекарные свойства пшеницы по количеству и качеству клейковины можно оценить как хорошие (содержание клейковины 32–35% при норме по ГОСТ не менее 23%, качество клейковины – 2 группа).

Хлебопродукты на Таймыре хранились в герметичных условиях в полимерной упаковке, и после указанных сроков хранения влажность зерна была в пределах 12–15%, крупы 11,8–14%, что соответствует нормативной документации. Органолептические показатели продукции также соответствуют нормативной документации.

Хлеб, выпеченный из муки, полученной из зерна пшеницы после 6 и 36 лет хранения при отрицательных температурах, имеет хорошие потребительские характеристики.

Крупа гречневая ядрица после 6 лет хранения при отрицательной температуре в обоих видах упаковки соответствует требованиям ГОСТ Р 55290–2012 и ТР ТС 021/2011.

Крупа рисовая шлифованная целая после 6 лет хранения при отрицательной температуре соответствует требованиям ГОСТ 6293–93 и ТР ТС 021/2011.

В отличие от предыдущих экспедиций, в этот раз закладка проводилась по двум направлениям промышленных и продовольственных товаров.

Так, была сформирована и заложена лабораторная емкость, содержащая следующие промышленные товары: каучук синтетический, шерсть мытая сортированная мериносовая, масло всесезонное моторное – причем все эти три позиции актуальны для применения в условиях вечной мерзлоты.

Две емкости с продовольственными товарами содержали: крупу перловую и гороховую, фасоль белую, муку пшеничную хлебопекарную в /с, макаронные изделия, масло оливковое, консервы рыбные «Скумбрия натуральная» и консервы мясные «Говядина тушеная», произведенные по специальной технологии с применением современной консервной тары. А также семена злаковых и овощных культур (всего заложено 10 видов семян), три наименования энергетического питания, которое может быть применено при освоении северных земель.

Всего 23 наименования продовольственных товаров и семян культурных растений с расчетом на выемки в 2025, 2035 и 2050 гг.

Результаты температурного мониторинга, проводимого ФГБУ НИИПХ Росрезерва на протяжении нескольких лет, имеют огромное значение не только для перспективных работ в Росрезерве, но и для других направлений деятельности государственного масштаба.

В настоящее время в ФГБУ НИИПХ Росрезерва и в других институтах проведены испытания продуктов по показателям безопасности и качества; полученные данные будут использованы при написании второго издания монографии «Вечная мерзлота на страже качества».

На основании проведенных после экспедиций исследований доказана возможность длительного хранения большинства классических и современных продуктов питания без существенных изменений показателей их качества и потребительских свойств.

В дальнейших планах – создание лабораторного хранилища, оборудованного современными приборами для дистанционного мониторинга температурно-влажностного режима хранения и качества исследуемых продуктов.

С детства мы знаем о природных ресурсах нашей необъятной Родины. Однако мало кто задумывался, что естественный холод Арктики – тоже богатство. Эксперименты по длительному хранению пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты наглядным образом иллюстрируют уникальность этого национального богатства и необходимость дальнейшего изучения возможностей его использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о выполнении научно-практической программы «Провести исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты». – 2010 г.

2. Отчет о выполнении научно-практической программы «Провести исследования физико-химических и органолептических показателей качества пищевых продуктов при длительном хранении при нерегулируемых отрицательных температурах в условиях вечной мерзлоты». – 2004 г.

3. Уланин, С.Е. Наука о длительном хранении – ключевой фактор в развитии Арктики / С.Е. Уланин, С.Л. Белецкий // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: международный сборник научных статей. Вып. IV/ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под общей редакцией С.Е. Уланина – М.: Галлея-Принт, 2015. – 286 с. – Приложение к информационному сборнику «Теория и практика длительного хранения», 206–211 сс.

4. Шпаро, Д.И. Хранение продовольственных товаров на Таймыре продолжается (от Э.В. Толля до века нанотехнологий) / Д.И. Шпаро [и др.] // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: международный сборник научных статей. ФГБУ НИИПХ Росрезерва; под общей редакцией С.Е. Уланина. – М.: Галлея-Принт, 2014. – С. 322.

REFERENCES

1. Otchet o vypolnenii nauchno-prakticheskoy programmy «Provesti issledovaniya fiziko-himicheskikh i organolepticheskikh pokazatelej kachestva pishchevykh produktov pri dlitel'nom hranenii pri nereguliruemyh otricatel'nyh temperaturah v uslovijah vechnoj merzloty». – 2010.

2. Otchet o vypolnenii nauchno-prakticheskoy programmy «Provesti issledovaniya fiziko-himicheskikh i organolepticheskikh pokazatelej kachestva pishchevykh produktov pri dlitel'nom hranenii pri nereguliruemyh otricatel'nyh temperaturah v uslovijah vechnoj merzloty». – 2004.

3. Ulanin, S.E. Nauka o dlitel'nom hranenii – kljuchevoy faktor v razvitiu Arktiki/S.E. Ulanin, S.L. Beleckij // Innovacionnye tehnologii proizvodstva i hranenija material'nyh cennostej dlja gosudarstvennyh nuzhd: mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh statej. Vyp. IV/FGBU NIIPH Rosrezerva; pod obshhej redakcijei S.E. Ulanina. – M.: Galleja-Print, 2015. – 286 p. – Prilozhenie k informacionnomu sborniku «Teorija i praktika dlitel'nogo hranenija», 206–211 pp.

4. Shparo, D. I. Hranenie prodovol'stvennyh tovarov na Taimyre prodolzaetsja (ot Je.V. Tollja do veka nanotehnologij)/D.I. Shparo [i dr.]/// Innovacionnye tehnologii proizvodstva i hranenija material'nyh cennostej dlja gosudarstvennyh nuzhd: mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh statej. FGBU NIIPH Rosrezerva; pod obshhej redakcijei S.E. Ulanina. – M.: Galleja-Print, 2014. – P. 322.