

3. При расчетах параметров торпедирования для безопасной проходки выработок комбайновым способом по карналлит-галитовым породам в условиях шахтного поля Гремячинского ГОКа величину радиуса эффективного трещинообразования вокруг шпурового заряда и использовании в качестве ВВ «Угленита Э-6» следует принимать не более 1,5 м.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-00371 а «Газодинамические явления на калийных рудниках: внезапные разрушения кровли и почвы выработок»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во. ПГТУ, 2007. – 208 с.
2. Нестерова С.Ю. Технология дегазации выбросоопасных пород при механизированной выемке карналлита // Изв. вузов. Горн. журн. – 2008. – № 8. – С. 47-52.
3. Технологический регламент механизированной отработки карналлитового пласта В на руднике СКРУ-1 ПАО «Уралкалий»: утв. ПАО «Уралкалий». – Пермь; Березники, 2018. – 48 с.
4. Нестерова С.Ю., Андрейко С.С. Технология дегазации выбросоопасного массива при механизированной добыче карналлита // Естественные и технические науки. – 2017. – № 2. – С. 64-67.
5. Механический эффект подземного взрыва / под общ. ред. М.А. Садовского. – М.: Недра. – 1971. – 224 с.: ил.
6. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – М.: Недра, 1986. – 301 с.: ил.
7. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. – М.: Недра.–1993.–318 с.: ил.
8. Мальцев В.М. Расчет радиуса зоны трещинообразования одиночного удлиненного заряда ВВ // Стратегия и процессы освоения георесурсов: материалы ежегод. науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2009 г. – Пермь, 2010. – С. 220-222.

УДК 622.8; 635.21; 628.8

DOI:10.7242/echo.2019.3.25

ПОВЫШЕНИЕ СОХРАННОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ХРАНЕНИИ В АТМОСФЕРЕ, ФОРМИРУЕМОЙ ПРИ ПОМОЩИ ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Г.З. ФАЙНБУРГ, А.Г. ИСАЕВИЧ

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований 1990-1991 гг. по использованию калийной соли для специальной обработки воздуха и поддержания требуемых параметров микроклимата в поверхностном хранилище картофеля. Получено, что сохраняемость картофеля возросла почти в полтора раза, снизились потери и заболеваемость картофеля.

Ключевые слова: калийная соль, аэроионы, хранение картофеля.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционное использование калийных солей (KCl - хлорида калия) в качестве сырья для производства минеральных удобрений общеизвестно. Традиционное использование каменной (поваренной) соли (NaCl - хлорида натрия) в пищевых целях также известно всем. Также оба соединения широко используют как исходное сырье для химической промышленности.

В настоящее время все более необходимым становится комплексное использование и основных месторождений, и добываемых руд, и собственно калийно-магниевых солей. Необходимо, среди прочего, отказаться от сложившегося экстенсивного пути развития производства калийных удобрений, качественно изменить формы, методы и объемы традиционной горнодобывающей деятельности, шире использовать весь спектр уникальных свойств калийных солей.

Благотворное действие калия на живой организм хорошо известно, и именно поэтому его используют как удобрение.

Известны и бактерицидные свойства растворов хлоридов натрия (используется для хранения соленых продуктов) и калия, например, в сильвинитовых спелеокамерах [1-5].

Заметим, что бактерицидная способность калийной соли выражена сильнее, чем у натриевой из-за большей химической активности калия по сравнению с натрием. Кроме того, наличие в калийных солях кроме основного элемента ^{39}K природного радиоактивного изотопа ^{40}K создает естественную ионизацию среды также неблагоприятную для бактерий. Все это дает основания для широкого использования калийных солей как естественных антисептиков и очистителей воздуха при хранении картофеля.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРТОФЕЛЯ КАК ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ

Клубни картофеля содержат крахмал, сахар, витамины, белок, органические кислоты, минеральные элементы и другие питательные для биоты вещества. Среди грибных и бактериальных патогенов, успешно поселяющихся на клубнях картофеля, можно отметить *Alternaria* spp. / альтернария (черная плесень), *Colletotrichum coccodes* / Антракноз (или дартроз), *Fusarium* spp. / Фузариоз (сухая гниль), *Geotrichum candidum* / Резиновая гниль, *Phoma foveata* / Фомоз (сухая гниль), *Phytophthora erythroseptica* / Розовая гниль, *Phytophthora infestans* / Фитофтороз, *Polyscytalum pustulans* / Ооспороз (парша бугорчатая), *Pythium* spp. / Раневая водянистая гниль, *Rhizoctonia solani* / Ризоктониоз/парша черная, *Streptomyces* spp. / Парша обыкновенная и сетчатая, *Sclerotinia sclerotiorum* / Белая гниль, *Spongospora subterranea* / Парша порошистая, *Synchytrium endobioticum* / Рак картофеля, *Verticillium* spp. / Вертициллезное увядание (вилт), *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* / Кольцевая гниль, *Dickeya/Pectobacterium* spp. / Черная ножка, *Ralstonia solanacearum* / Бурая бактериальная гниль и др.

В процессе хранения картофеля важную роль играет анатомо-морфологическое строение клубня картофеля. Снаружи клубень покрыт мертвой опробковевшей тканью, которая предохраняет клубень от высыхания. Оболочки пробковых клеток не пропускают воду, газы и устойчивы против гниения [6].

Клубни картофеля обладают весьма ценным свойством создавать в местах механических повреждений и порезов защитную ткань – раневую перидерму, которая защищает клубень от испарения и поражения грибами не хуже, чем нормальные клетки.

Заживление ран на клубнях зависит от условий хранения. При низкой температуре окружающей среды 0-2 °С заживление ран не происходит. Поверхность среза покрывается хрупким слоем, который легко ломается и отслаивается. Заживление раны на клубнях начинается при хранении их при температуре 10-30 °С. Чем выше температура (до 30 °С), тем скорее начинается деление клеток, появляется раневая феллоген, откладывающий новые клетки, из которых образуется раневая перидерма. В условиях производства для заживления ран надо выдерживать температуру в насыпи клубней °С град в течение 10-20 дней [7].

Заживление ран успешно происходит при сочетании высокой температуры с повышенной относительной влажностью воздуха (90-95 %). При этих условиях на клубнях образуется пробковый камбий. Высокая температура и низкая относительная влажность воздуха способствует наиболее быстрому отложению суберина на поверхности среза, но задерживают образование пробкового камбия. Кислород воздуха ускоряет заживление ран. Субериновый слой образуется путем окисления и конденсации жирных веществ клеточного сока, которые засыхают на поверхности среза.

Но именно эти условия благоприятствуют размножению различных заболеваний картофеля.

Свежие клубни картофеля в период хранения остаются живыми организмами, для которых характерным является процесс обмена веществ с окружающей средой. В ходе этого обмена происходит окисление запасных органических веществ, в результате чего уменьшается масса продукции. Кроме того, при хранении происходит испарение влаги, как правило, из-за того, что в атмосфере хранилищ в большинстве случаев имеется дефицит влажности воздуха. Уменьшение массы свежей продукции за счет дыхания и испарения составляет естественную убыль.

К основным процессам, происходящим в клубнях при хранении, относятся: превращение углеводов, дыхание, испарение воды, естественная убыль в весе, прорастание. При благоприятном режиме хранения картофеля потери питательных веществ могут быть сведены к минимуму, а при неблагоприятных условиях они бывают настолько велики, что продукция часто становится непригодной для потребления и семенных целей, в ряде случаев продукция может полностью погибнуть [8-11].

ВЛИЯНИЕ КАЛИЙНОЙ СОЛИ НА СОХРАНЯЕМОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КАРТОФЕЛЯ

Исследование влияния калийной соли на сохраняемость и качество клубней картофеля проводилось в хранилище наземного типа, оборудованного системой активной вентиляции (рис. 1).

Наземное кирпичное хранилище представляло собой (вид сверху) в плане прямоугольник, вдоль которого слева и справа у стен были проложены вентиляционные каналы, позволяющие человеку в них передвигаться, с многими перпендикулярными каналами, идущими под насыпь хранящегося картофеля.

Один из каналов оборудован соляными силивинитовыми блоками. Воздух обтекал их и обогащался соляной аэрозолью наноразмеров и аэроионами.

Измерения концентрации аэроионов проводились с помощью счетчика аэронов УТ-0401/154 в диапазонах предельных подвижностей (К) аэроионов 1 (легкие), 0,01 (средние), 0,00032 (тяжелые) см²/с*В. Тяжелые аэроионы интерпретировались как наноразмерная соляная аэрозоль.

Счетчик аэронов устанавливался в левый воздуховод, облицованный калийно-соляными блоками, на расстоянии 8 метров от начала воздуховода.

Среднее значение измеренных концентраций положительных (N+), отрицательных (N-) аэроионов и показателя униполярности $P = ((N+) - (N-)) / ((N+) + (N-))$ представлены в табл. 1. Концентрации выражены в количестве элементарных электрических зарядов в одном см³.

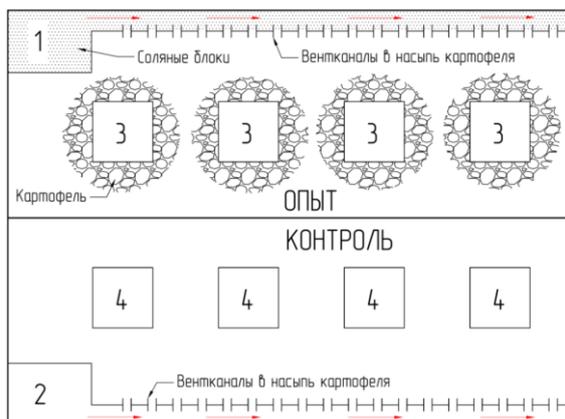


Рис. 1. Наземное кирпичное хранилище. 1 – вентиляционный канал с соляными блоками, 2 – вентиляционный канал без соляных блоков, 3 – ящики с опытной пробой, лежащие в насыпи, 4 – ящики с контролем

Таблица 1

Результаты измерений концентраций аэроионов

Предельная подвижность	Левый воздуховод			Правый воздуховод		
	N-	N+	P	N-	N+	P
К	355	370	0,021	-	-	-
0.01	950	1050	0,05	-	-	-
0.00032	7680	8880	0,02	-	-	-

Закладку клубней сорта Уральский ранний на хранение осуществляли в специально изготовленные закрома. Начало хранения – 21 сентября, окончание – 6 мая.

Температурный режим в период хранения в основном соответствовал требованиям физиологического развития картофеля [12-13]. С момента закладки до 10 октября осуществляли лечебный режим. При этом температура в хранилище равнялась 9-12 °С. С 10 октября начали охлаждение продукции, и к 20 ноября температура в хранилище была снижена до 2-3 °С. В основной (зимний) период температура поддерживалась на уровне 1-2 °С. Весной, особенно с середины апреля, температура стала повышаться, и к моменту окончания опыта она составила 8-10 °С выше нуля. Это вызвало некоторое прорастание клубней.

Естественная убыль картофеля в опыте определялась путем закладки контрольных проб. Для этого использовались предварительно взвешенные планчатые ящики, в которые засыпали опытные пробы. Пробы маркировались, ящики закрывались и устанавливались на хранение. При этом соблюдалось основное правило – по возможности равномерно охватить все зоны штабеля. Поэтому один ящик размещался в верхней, два – в средней и один – в нижней части насыпи.

По окончании хранения все пробы вынимались из насыпи, определялись масса оставшейся продукции, убыль по каждой пробе, средневзвешенная убыль всей партии картофеля.

Анализ полученных в опыте данных свидетельствуют о том, что при использовании калийной соли величина естественной убыли была в 1,4 раза меньше, чем в контроле. По-видимому, это объясняется тем, что соль подавляет развитие гнилей, вследствие чего расход запасных питательных веществ на дыхание был меньше: интенсивность дыхания инфицированных клубней всегда значительно выше, чем здоровых. Кроме того, загнившие и гнилые клубни имеют массу меньше, чем здоровые. Таким образом, при использовании калийной соли потери картофеля на дыхание и испарение ниже, чем в контроле (табл. 2).

Таблица 2

Влияние калийной соли на величину естественной убыли картофеля

Вариант	Повторение				Средневзвешенная естественная убыль, %
	1	2	3	4	
Контроль	10,8	12,4	13,9	10,6	12,0
Опытная партия	7,5	10,4	8,9	8,2	6,6

Влияние калийной соли на количество отходов при хранении картофеля или товаро-ведческий анализ картофеля при закладке на хранение проводили согласно ГОСТ 7176-85 «Картофель свежий продовольственный, заготавливаемый и поставляемый», ГОСТ 7176-2017 «Картофель продовольственный. Технические условия».

Было установлено, что количество стандартных клубней в партии осенью составляло 90,2 %, количество клубней, пораженных фитофторой, равнялось 4,3 %, паршой – 3,4 %, механически поврежденных – 2,1 %, загнившие клубни отсутствовали.

Результаты анализа состояния картофеля по окончании хранения представлены в табл. 3.

Анализ результатов хранения свидетельствует о том, что количество стандартных клубней к концу хранения в контрольной группе снизилось с 90,2 % при закладке до 81,2 % или убыль при хранении составила 9 %, а в опытной партии - только до 88,5 % и убыль – лишь 1,7 %. Разница в пользу опытного варианта по сравнению с контролем несомненна.

В целом использование калийной соли для обеззараживания воздушной среды хранилища способствовало тому, что клубни опытной партии с механическими повреждениями меньше загнивали, а также меньше были поражены мокрой и фузариозной гнилями.

Таблица 3

Влияние калийной соли на качество картофеля после хранения

	Контроль, %	Калийная соль, %	НСР 05, %
Стандарт	81,2	88,5	5,1
Мехповрежденные	1,3	1,8	0,5
Поврежденные с/х вредителями	1,2	0,7	2,3
Пораженные паршой	2,2	1,9	0,9
Сухая гниль	7,1	5,6	4,3
Мокрая бактериальная гниль	5,1	0,7	3,9
Фузариоз	2,0	0,9	1,1

Вместе с тем, статистически значимых отличий данных опытной и контрольной партий по количеству клубней, поврежденных с/х вредителями, паршой и сухой гнилью не было обнаружено, поэтому данный вопрос требует дальнейших исследований.

С целью изучения степени зараженности картофеля микроорганизмами был проведен микробиологический анализ клубней.

У десяти клубней каждого варианта делались срезы по 1 см² поверхности. Срезы в течение 10 мин встряхивались в дистиллированной воде. Смыв высевался на плотные питательные среды.

Мясо-пептоновый агар (МПА) готовился из 7-баллингового сула (рН 7,0) и 2 % агара. МПА и суло-агар смешивались перед посевом и разливались в чашки Петри. На МПА определялось количество бациллярных форм микроорганизмов. Разведение 10 в 3 степени. Повторение – трехкратное.

Среда Чапека (СЧ) использовалась для выявления грибных форм микроорганизмов. В состав СЧ (в г на 1 л дистиллированной воды): сахароза – 20,0; CaSO₃ – 2,0; K₂HPO₄ – 1,0; KCl – 0,5; CaCO₃ – 3,0; агар – 20,0. Разведение 10 во 2 степени, повторность – 3-х кратная.

Таким образом, при использовании калийной соли количество бактерий снизилось на 40,5 % по сравнению с контрольными образцами (табл. 4).

При использовании среды Чапека установлено, что количество грибов на поверхности как контрольных, так и основных образцов было незначительное: контроль – 40 шт/см², опытный образец – 33 шт/см², т. е. на 17,5 % меньше. По-видимому, при повторных анализах следует брать разведение 10 – при определении грибов и 10 в 4 степени – при подсчете количества бактерий.

Таблица 4

Влияние калийной соли на количество бактерий на поверхности клубня

Вариант	Серии измерений, %			Среднее	
	1	2	3	шт/см ²	в % к контролю
Контроль	43,5	78,1	78,6	76,7	100,0
Калийная соль	49,7	34,0	53,0	45,6	59,5

По 12 клубней опытной и контрольной партии были подвергнуты биохимическому анализу. В клубнях определяли содержание сухого вещества путем высушивания навески при температуре 105 °С, сахароз – по Бертрану, аскорбиновой кислоты – по Мурри, витаминов Е, В и РР – по Флоренской, нитратов – с помощью ионоселективного электрода. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5
Влияние калийной соли на химический состав клубней картофеля

Вариант	Сухое вещество, %	Сахара, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг	Витамины			
					С	Е	В2	РР
Контроль	25,0	0,8	8,9	90	90,0	6,10	0,09	0,36
Опыт	24,7	0,8	10,0	90	14,0	0,13	0,10	0,30

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что, по большинству показателей опытные и контрольные клубни существенно не отличаются (табл. 5). Лишь по содержанию крахмала, аскорбиновой кислоты и токоферола опытные образцы превышали контрольные.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Использование калийной соли для обработки воздуха в хранилище позволяет в 1,4 раза снизить потери картофеля на естественную убыль.

2. Выход товарного картофеля после хранения в опытной партии (88,5 %) на 7,37 % больше, чем в контрольной партии (81,2 %) при уровне НСР 05 = 5,1 %.

3. На поверхности клубней опытной партии было меньше бактерий (на 40,5 %) и грибов (на 17,5 %) по сравнению с контрольной.

4. Химический состав клубней опытной и контрольной партий по большинству показателей практически одинаков, а по отдельным показателям (содержание крахмала, аскорбиновой кислоты, витамина Е) опытная партия превосходит контрольную.

Всё это позволяет определить, начать разработку и внедрение нетрадиционного использования солей Верхнекамского калийного месторождения для хранения сельскохозяйственной продукции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 17-45-590657.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Черешнев В.А., Баранников В.Г., Кириченко Л.В., Варанкина С.А., Хохрякова В.П., Дементьев С.В. Новые направления физиотерапевтического применения природных калийных солей Западного Урала // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т. 93, № 6. – С. 21-26.
- Елькин В.Д., Владимирский Е.В., Баранников В.Г., Горовиц Э.С., Копытова Е.А. Гигиеническая характеристика и эффективность использования экранов из природного силвинита в комплексной терапии больных вульгарным псориазом // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2013. – Т. 90, № 2. – С. 29-32.
- Баранников В.Г., Кириченко Л.В., Сидорова Д.А. Гигиеническое обоснование применения калийных солей для оптимизации работоспособности студентов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 4. – С. 73-76.
- Баранников В.Г., Леонова Л.Е., Кириченко Л.В. Омарова Л.В., Варанкина С.А., Павлова Г.А., Дементьев С.В. Применение силвинитовых сооружений в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта // Пермский медицинский журнал. – 2013. – Т. 30, № 3. – С. 66-71.
- Исаевич А.Г., Красноштейн А.Е., Баранников В.Г., Щекотов В.В., Лебедева Т.М., Битинская Л.Н., Хасанова Р.Б., Суровцева М.В., Мезенцева Е.В., Лысенко Д.И. Наземные спелеоклиматические палаты и опыт применения при бронхиальной астме // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1999. – № 3. – С. 25-28.
- Гусев С. А., Метлицкий Л. В. Хранение картофеля. – М.: Колос, 1982. – 221 с.: ил.
- Каргаполова И.И. Анатомические особенности различных по устойчивости сортов и видов картофеля // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. сер. 2. – 1937. – № 11. – С.
- Вечер А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Минск: Наука и техника, 1973. – 264 с.: ил.
- Гусев С.А., Данькова З.И. Влияние температуры и влажности воздуха в лечебный период на заживление механических повреждений клубней картофеля // Прикладная биохимия и микробиология. – 1977. – Т. XIII, вып. 2. – С. 167-171.
- Гусев С.А., Назаренко Л.Г. Хранение механически поврежденного картофеля // Селекция и семеноводство. – 1974. – № 4. – С. 73-76.
- Кораблева Н.П., Караваева К.А., Метлицкий Л.В. Изменение содержания абсцизовой кислоты в тканях клубней картофеля во время глубокого покоя и при прорастании // Физиология растений. – 1980. – Т. 27, вып. 3. – С. 585-591.
- Современные технологии хранения картофеля / подг.: К.А. Пшеченков и др. – М.: Росинформагротех, 2004. – 55 с.: ил. Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Еланский С.Н., Мальцев С.В. Технологии хранения картофеля. Картофелевод, 2007. 191 с.
- Давыденкова О.Н. Влияние условий выращивания и хранения различных сортов картофеля на потребительские качества и продукты переработки: дис. ... к.с.-х.н.; 06.01.09 / Давыденкова Ольга Николаевна. – М., 2004. – 228 с.