



**Fundación ArgenINTA
Delegación BUENOS AIRES SUR**

**Хранение зерна в пластиковых упаковках:
Система Silo Bolsa**

Отчет по подсолнечнику

Rodríguez, J. C., Bartosik, R. E., Malinarich H.D., Exilart, J.P. y Nolasco, M.E.

EEA INTA Balcarce

Введение

В течение кампании 2000/2001 гг. производство пшеницы, кукурузы, сои и подсолнечника в Аргентине составило 48 миллионов тонн, и количество заготовленного зерна составило 43 миллиона тонн. Разница между двумя цифрами показывает, что существует дефицит 5 миллионов тонн и учитывая производство других культур, он становится значительнее. Предположительное количество упакованного зерна на полях составило 13 миллионов тонн, только 30% от общего производства. Эта ситуация показывает недостаточность постурожайной системы, которая вытекает в экстремальную стоимость для производителей, у которых снижается рентабельность предприятий. Существующие структуры хранения (элеваторы, токи, амбары, и т.д.) не всегда доступны большинству фермеров из-за требуемых начальных инвестиций и в отсутствие кредиторов. Несколько лет назад те же фермеры для разрешения существующей проблемы адаптировали традиционную систему хранения влажного зерна для хранения сухого зерна. Эта техника заключается в хранении зерна в герметичных пластиковых мешках, где респираторный процесс компонентов, попадающих с потоком зерна (грибков, насекомых, и т.д.) поглощает кислород (O₂) и генерируют углекислый газ (CO₂). Эта новая атмосфера, насыщенная CO₂ и обедненная O₂, прекращает, инактивирует или сокращает способность к воспроизведению и/или развитию насекомых и грибков, а также собственную активность зерна, способствуя его хранению.

Самым главным преимуществом пластиковых мешков для хранения сухого зерна является экономичная система и низкие инвестиции. Стоимость сбыта зерна в период сбора урожая выше, чем в другое время года. Некоторые исследования показывают, что разница между хранением зерна в зернохранилищах и его

упаковыванием на 3-4 месяца, позволяет производителям сэкономить до 20-25% пшеницы, 30-35% кукурузы и 20-25% сои в зависимости от расстояния до порта, системы сбыта, и т.д. Помимо экономической выгоды, пластиковые мешки позволяют сохранять зерно различными способами, отбирая их по качеству (пшеница хлебного достоинства), по сортам (разн. типы семечки), и т.д., это не занимает много времени и дает полную уверенность в поддержании качества отобранного материала. С другой стороны, пластиковые мешки позволяют упаковывать и хранить зерно непосредственно на месте производства, что способствует процессу сбора урожая. В это время транспортная система и приемка продукции перегружены, и спрос на грузовые машины не удовлетворителен, таким образом, стоимость перевозки растет, и усложняется логистика сельскохозяйственных предприятий. Зачастую нехватка свободной площади в токах приводит к временной остановке процесса сбора урожая. Во время уборки кукурузы и сои осенние погодные условия могут оказаться критическими, и остановка уборочной работы хотя бы на один день может вызвать серьезные качественные потери и многочисленные проблемы логистики. Не только фермеры ощущают пользу пластиковых мешков, которые благодаря своей эластичности позволяют заготавливать больше предусмотренного на данный год количество зерна. Если урожай оказался выше ожидаемого, можно упаковать его без необходимости больших инвестиций, и наоборот, если он ниже запланированного, Вы заполняете необходимое количество, не оставляя свободного пространства, делая максимальной рентабельность своих структур.

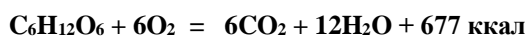
Проект на увеличение объема хранения в мешках на ближайшие годы может стать гораздо значительнее, чем был до настоящего момента. В течение кампании 2001/2002 гг. предположительно 2,3-2,6 млн. тонн продукции будет упаковано в пластиковые мешки, и ожидается рост этой тенденции. По всем вышеперечисленным причинам возникает необходимость в предоставлении полной информации, позволяющей фермерам правильно внедрять эту технику для минимизации потерь качества и максимизации использования этой системы.

Главной целью данной работы является определение эффекта разных влажностей семечки и времени хранения, учитывая ее качественные параметры.

Предшественники

Герметичное хранение

Для того, чтобы хранение было успешным, необходимо создать внутри условия, неблагоприятные для развития насекомых и грибов и снизить собственную активность зерна. Основным принципом герметичного хранения является поглощение находящегося внутри кислорода до того уровня, при котором исчезает или инактивируется способность к воспроизведению и/или развитию паразитов и грибов. При респираторном процессе всех компонентов (зерно, насекомые, грибки, и т.д.) происходит поглощение кислорода и выделение углекислого газа. Так как герметичное хранение препятствует обмену воздухом и газами между внутренней и внешней средой, то при модификации атмосферы больше не образуются условия, благоприятные для развития паразитов, что обеспечивает долговременное хранение. Энергия, необходимая живым существам для роста и развития, образуется в результате респираторного процесса и составляет сложную систему химических реакций, которые возможны благодаря присутствию самих же организмов. Присутствие O₂ обеспечивает аэробическое дыхание, где полностью сжигаются все углеводы; и сложные вещества, такие как крахмал, разлагаются на CO₂, воду и энергию. Часть этой энергии превращается в тепло благодаря экзотермическим реакциям, и другая часть используется при синтезе с другими составляющими (Bogliaccini, 2001).



При отсутствии O₂ некоторые организмы, такие как дрожжи и бактерии, могут жить и развиваться, частично разлагая углеводы, образуя молочную и уксусную кислоты и спирты. Эта реакция называется ферментацией, где освобождается гораздо меньше тепла, чем в присутствии воздуха, и образуется герметичная среда с высокой степенью влажности.



Герметичное хранение продукции- старинная техника, и со временем она приобрела новые формы. В нашей стране она возродилась в виде пластиковых мешков. Если бы в данный момент эта система не приобрела бы такой важности, то она бы использовалась для хранения отдельной продукции или же продукции с агрегированным значением. В Аргентине во время Второй Мировой Войны были построены подземные герметичные хранилища вместимостью 2 миллиона тонн, т.к. не было возможности экспортировать товар, и существовала необходимость в его продолжительном хранении. Некоторые из этих хранилищ используются до сих пор, и по прошествии 50 лет можно оценить их значение (Bogliaccini, 2001). В штате Арканзас, США, хранится рис с влажностью 12-13% в плоских хранилищах вместимостью 18000 м³, где зерновая масса накрывается непромокаемой и непроницаемой для воздуха пленкой. Siebenmorgen et al (1986), обнаружили,

что в данных условиях при дыхании зерна, насекомых и микроорганизмов образуется насыщенная CO_2 и обедненная O_2 атмосфера, которая ингибирует активность насекомых и микроорганизмов.

Хранение в пластиковых мешках

Пластиковые мешки- это особая разновидность герметичного хранения. До определенного момента испытания проводились в лабораториях или пробных мешках, с целью определения влияния влажности при хранении на качество пшеницы, кукурузы и подсолнечника. Эти работы, несмотря на свою важность, были предварительной оценкой, т.к. поведение температуры и внутренней среды в пробных мешках и коммерческих отличалось. До определенного момента в стране не было научных работ по коммерческим мешкам. Учитывая, что эта система и техника хранения влажного зерна были адаптированы к местным условиям, не были проведены пробы за границей.

Casini (1996), провел испытания в лаборатории, упаковав пшеницу в пластиковые мешки с влажностью 12, 14 и 16% при 22-23 °С сроком на 60, 116, 136 и 208 дней. Начальная влажность пшеницы была 12%, затем она достигла 14 и 16%. Начальная герминативная сила (ГС) составляла 94%, она поддерживалась в мешках с пшеницей, упакованной с влажностью 12% в течение 208 дней, а у пшеницы с влажностью 14% ГС сократилась до 62%, и до 3% у пшеницы с вл. 16% . Мучнистое качество также пострадало при соотношении влажность- время хранения. При влажности 12% мучнистее качество поддерживалось в течение всего периода хранения, при вл. 14% было замечено его ухудшение, а при вл. 16% оно было наибольшим. В другой работе, Casini (1996) провел испытания, упаковав 20 тонн пшеницы с вл. 13% , где обнаружил, что ГС (96% начальная) и мучнистое качество не были ухудшены в течение всего периода хранения, но он не указывает период хранения. Но рекомендует, чтобы срок хранения зерна с вл. 13% не превышал 60 дней, зерно должно высушить до 11%. Bartosik у Rodríguez (1999) провели испытания, упаковав кукурузу в мешки по 50 кг с вл. 13,6, 15 и 17% сроком на 4 месяца. Коммерческое качество кукурузы (испорченное зерно и гектолитровый вес) не пострадало по прошествии 4 мес. испытаний в мешках с вл. 13,6% , но в мешках с вл. 15% качество начинает ухудшаться по истечении 2 мес., а с вл. 17% ухудшение наблюдается раньше 2 мес. Эти же авторы провели пробы в 3500 кг мешке кукурузы с вл. 14% . Они обнаружили, что суточные температуры колеблются на 15-20 см от поверхности, в то время как остальное зерно не претерпевает суточных изменений температуры. Casini (1996), работая с подсолнечником , упаковал семечку в пластиковые мешки при условиях поля (не лабораторных) с тремя степенями влажности: 8-10%, 10-12% и 12-14% в марте. Он сообщил, что не обнаружил повышения температуры семечки во время испытания. Качественные параметры показали, что при влажности 12% не обнаружилось заметного повышения кислотности в течение первых четырех месяцев. Кроме этого, семечка хорошо хранилась при влажности 12-14%, и семь месяцев при влажности менее 12%. К моменту завершения проб кислотность семечки в мешках составляла от 1 до 2,2% , и в хранилищах она составляла 1,6%.

Эффект герметичности на активность насекомых

Респираторная активность насекомых и зерна понижает уровень O_2 , и повышает содержание CO_2 в герметичной упаковке. Чем выше активность зерна, тем быстрее происходит поглощение O_2 и выделение CO_2 . Oxley у Wickenden (1963), упомянутые у Bogliaccini (2001), изучили поглощение O_2 и выделение CO_2 у пшеницы, упакованной с 13 и 133 жуками-вредителями (*Sitophilus granarius*) на кг. Они обнаружили, что у пшеницы с 13 жуками на кг. выработка CO_2 происходила в течение 20 дней, где стабилизировалась на 14%, и уровень O_2 понизился с 21% до 2%. В случае с пшеницей с 133 жуками на кг поглощение O_2 было гораздо быстрее, уменьшись до 3% за 5 дней и почти до 0% за 10 дней.

Библиография , относящаяся к контролю за насекомыми в в модифицированной атмосфере достаточно обширна и важна (Annis, 1986). Эти работы основаны на модификации атмосферы посредством добавления газов (N_2 о CO_2) для уничтожения кислорода и создания среды, неблагоприятной для развития насекомых и грибов. В литературе описано, что концентрации CO_2 и O_2 , срок хранения, разновидность насекомых, степень их развития (яйцо- личинка- взрослое насекомое), температура и относительная влажность являются главными факторами, влияющими на смертность насекомых. Все работы за контролем за насекомыми в модифицированной атмосфере можно разделить на две группы: изучение атмосферы с низкой концентрацией O_2 и изучение атмосферы, обогащенной CO_2 .

Атмосферы с низкой концентрацией кислорода: большинство работ относится к изучению атмосферы с концентрацией O_2 менее 1%. Эти атмосферы достигаются добавлением N_2 , CO_2 или др. газа. Насекомые были уничтожены на 95% и более в течение 10 дней хранения, как в атмосфере с 0,1 или 1% O_2 (Annis, 1986).

Атмосферы, насыщенные CO_2 : если концентрация O_2 менее 5%, наблюдается повышение смертности микроорганизмов. Данные о эффективности контроля за насекомыми в атмосферах с содержанием менее 20% CO_2 достаточно противоречивы. Не известно, каким должен был быть срок хранения, чтобы полностью проконтролировать, но точно более 25 дней (Annis, 1986). В случае фумигации CO_2 , продукт концентрации CO_2 и срок хранения (далее называемый КС-продукт) показывает дозу (Alagusundaram et al, 1995). При определенной температуре и влажности, смертность насекомых возможна благодаря концентрации газов и сроку хранения. Для полного контроля за паразитами, находящимися с зерном, в атмосфере, насыщенной CO_2 , Bank у Annis (1980), рекомендуют следующее соотношение: 12600%ч, в то

время как Annis (1986) рекомендует увеличить дозу до 16000%ч. В теории эта доза возможна при соотношении концентрация/срок, но большинство научных работ доказывает, что минимальная доза должна составлять 40% CO₂. Bartosik et al (2001), считают, что при том же соотношении КС-продукт, наиболее эффективным является хранение с меньшей дозой и большим сроком хранения. Это наиболее благоприятная ситуация для мешков, т.к. полученная концентрация CO₂ не повышается и срок хранения может быть достаточно продолжительным для проведения контрольных работ. В литературе описано, что контроль за насекомыми при CO₂ в малых дозах также эффективен. White у Jayas (1993), провели полный контроль *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) при содержании 29% CO₂ в течение двух недель хранения (КС-продукт: 9744 %ч) с температурами от 25 до 20°C. При достаточно низкой концентрации (20%) и при более высокой температуре (25 ± 3°C), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) проконтролировали через 4-6 недель (КС-продукт от 13440 до 20160 %ч) (White et al, 1990).

Относительная влажность зерна также влияет на активность насекомых. При низкой относительной влажности происходит потеря воды через кутикулу, что влечет за собой смертность насекомых. Учитывая, что есть виды, выживающие при 10% относительной влажности, большинство из них погибает. Например, для рисового долгоносика (*Sitophilus orizae*) 1 60%-ная относительная влажность является критической, и в этих условиях он погибает. В случае с пшеницей, 60%-ная относительная влажность соответствует влажности зерна 12.9 % при 25°C (Bogliaccini, 2001).

Температура влияет не только на активность насекомых, но и на собственную активность зерна. Паразиты, попадающие с зерном, - не только большая проблема для тропического и субтропического климатов, а также и для теплого. Оптимальная температура для развития насекомых в зерне составляет 25-30 °C (Yanucci, 1996), но при температурах, превышающих 10°C, некоторые виды могут доставить неприятности (Brooker et al, 1992). Дыхание зерна также подвержено влиянию температуры зерна (таблица 1).

Температура (°C)	Двуокись углерода при дыхании (мг/100 г зерна/24 часа)
4	0,24
25	0,45
35	1,30
45	6,61
55	31,73
65	15,71
75	10,28

Таблица 1. Дыхание твердой яровой пшеницы с влажностью 15% при разных температурах (Bogliaccini, 2001).

Чем меньше собственная температура зерна, тем меньше его биологическая активность. При низких температурах понижается активность насекомых (снижается риск инфекции и потребления сухого продукта) и зерна, что улучшает условия его хранения.

Хранение в мешках помимо создания среды, неблагоприятной для развития насекомых, также заметно снижает возможность заражения зерна. Инфекция может попасть 1) в поле, 2) в зараженных до помещения туда зерна помещениях, 3) последующее заражение упакованного зерна. При хранении в пластиковых мешках, единственная возможность заражения возможна на полях. Если насекомые попадают вместе с зерном, то они, естественно, попадают и в мешок. Второй путь невозможен, т.к. мешки- одноразовые и до упаковывания не использовались, соответственно, не могут быть заражены. Это очень важный аспект, потому что вторая альтернатива заражения зерна наиболее распространена. Третий способ невозможен, т.к. мешок герметично закрывается и препятствует проникновению внутрь различных насекомых.

Эффект герметичности на активность грибов

Грибки развиваются при относительной влажности более 67% (в среднем). Эта относительная влажность соответствует влажности 13.6% у кукурузы, 13.7% у пшеницы и 12% у сои при 25°C (ASAE, 1988). Самый существенный ущерб, который могут вызвать грибки, - это выделение микротоксинов. Не все виды грибов выделяют токсины, это возможно при наличии субстрата, рН, концентрации O₂ и CO₂ и недостатка воды. Однако, учитывая, что температурные и влажностные режимы будут соблюдены, фунгицидные виды, сопровождающие зерно, будут развиваться, увеличивая возможность выделения токсинов (Bogliaccini, 2001). Mogeno et al (1987), упаковали зерна кукурузы, с грибами и без грибов, при вл. 15.7 и 17.1% в трех различных ситуациях; погодные условия, герметичное хранение и контролируемая атмосфера (КА 92-88% CO₂). В герметичной упаковке и в КА не наблюдалось развитие грибов у зерен, уже имеющих грибки, а при хранении с условиями, сходными с погодными, был замечен резкий скачок в развитии грибов. При герметичном хранении зерна, не имеющего грибки, ГС не изменилась, но она понизила названные параметры до 14 и 31% в КА и в условиях, сходных с погодными. Понижение ГС в КА обязано определенным фитотоксическим эффектам, которые образуются в том случае, если концентрация CO₂ превышает 60%. Хранение зерна, зараженного грибом, продемонстрировало их резкое развитие и понижение ГС до 0% в КА и в условиях, сходных с погодными, в то время как в герметичной упаковке этот

эффект был другим. Varan et al (1993), доказали, что атмосферы, насыщенные CO_2 , стабилизируют развитие грибков и задерживают процесс синтеза микротоксинов в зараженной *Aspergillus* кукурузе.

Материалы и методы

В фермерском хозяйстве Сан Лоренсо, провинция Буэнос Айрес, были проведены пробы упаковывания семечки подсолнечника (Van der Haven 480) в пластиковые мешки (система silobag), с двумя разными влажностными режимами: 8,4% (мин. 8% и макс. 9,2%) и 16,4% (мин. 13,3% и макс. 18,5%) сроком на 160 дней (одновременно проводились пробы упаковывания кукурузы, сои и пшеницы) с целью изучения эволюции во времени различных качественных параметров. Упаковывание проводилось с помощью машины Silograin-Martínez у Staneck S.A. Были использованы коммерческие мешки марки SILO BOLSA 220 футов в длину, 9 футов в диаметре и плотностью 250 микрон. Мешки- трехслойные, внутри черные и белые снаружи.

Пробы начались в период сбора урожая зерновых и продолжались в течение 160 дней. Упаковали 8 марта 2001 года и хранили до 15 августа 2001 года.

Отбор образцов:

Отбор образцов был произведен в начале проведения проб, по истечении 47 дней, 105 дней и в конце проб (160 дней). Образцы берут при помощи специальной трубки на разных глубинных уровнях (3 уровня: вверху, в середине и внизу), в трех разных местах, т.е. 9 образцов при каждом отборе и 36 в течение всего периода проведения проб в каждом мешке. После взятия образцов при помощи клейкой ленты закрываем те места, откуда производили отбор, для поддержания герметичности.

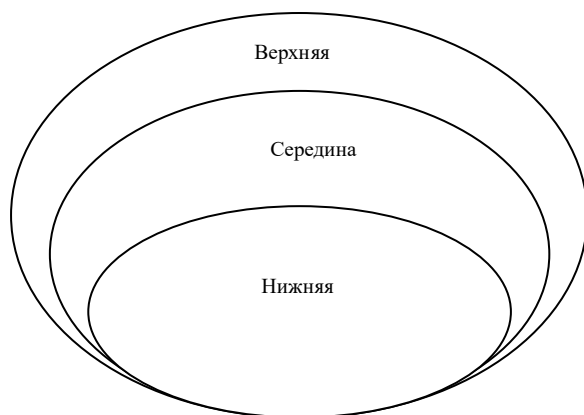


Рисунок 1. Зоны отбора образцов согласно позиции внутри мешка.



Фото 2
Извлечение
образца спец.
прибором.



Фото 3. Извлеченное зерно помещается на раскладушку.



Фото 4. Отделение образцов согласно их расположению в мешке (верхнее, в середине и нижнее).



Фото 5. Заклеивание места отбора проб.

Качественные параметры:

У каждого из образцов измеряли следующие параметры: герминативную силу и энергию. Эти анализы проводили для всех сортов упакованного зерна с целью изучения эффекта герметичности на коммерческое качество продукта и для определения выгоды этой техники при хранении семечки. Кроме общих, были проведены анализы промышленного качества, специфичного для каждого из сортов зерна. В случае с подсолнечником брали анализы на содержание жировых веществ, на кислотность для изучения влияния этой техники на его коммерческое качество.

Герминативная сила: изучается способность семечки к производству нового растения. Помещаем 100 зерен в условия стандартной температуры и влажности сроком на 7 дней, по истечении которых подсчитываем количество зерен, способных произвести новое растение и определяем процентное соотношение. Эти данные позволяют определить, пострадало ли «физически» зерно при хранении.

Коммерческое качество: указывает, пригоден ли подсолнечник для сбыта. Включает анализ на инородные тела, процентное содержание жировых веществ и их кислотность. Эти анализы были проведены в Лаборатории Сельскохозяйственной Диагностики, отделение Valcarce.

Влажность упакованного зерна

Определение влажности образцов проходили в лаборатории при помощи сушильной камеры. С момента отбора образцов и по дороге в лабораторию, зерно держали в герметично закрытых полиэтиленовых мешках, чтобы не изменился влажностный уровень.

Температура

Контроль за температурой осуществлялся при помощи dataloggers, которые давали данные о часовых температурах в течение всего периода проведения проб в обоих мешках, с подсолнечником с вл. 16,4% и вл. 8,4%. Измерялась температура среды и зерна. Температура зерна бралась в трех позициях мешка: вверху, в середине и внизу. Верхний показатель температуры соответствовал зерну, располагающемуся в верхней части мешка (от 0 до 10 см), средний показатель брался у зерна в середине мешка, и нижний показатель брался в нижней части мешка. Сенсоры помещались при помощи железных спиц, а затем эти места заклеивались для поддержания герметичности системы.

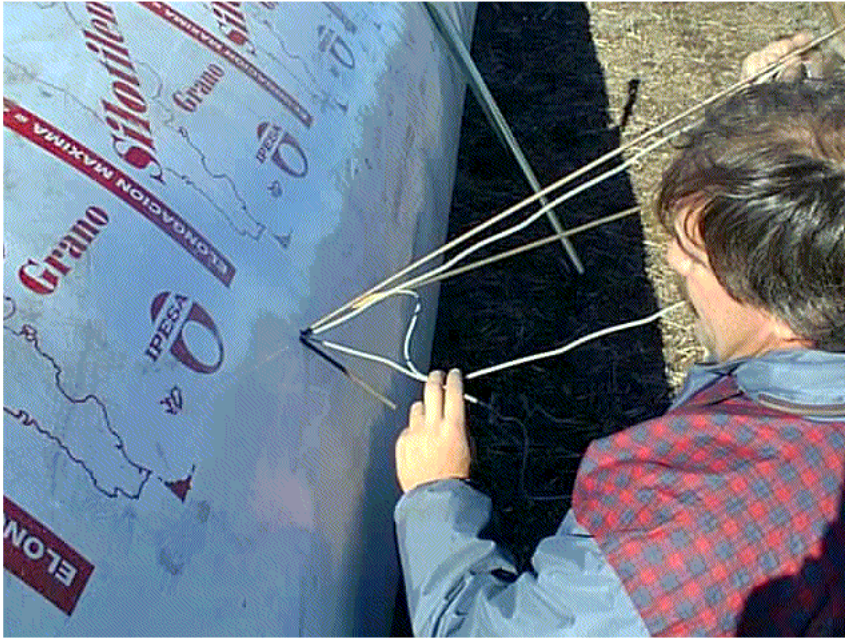


Фото 6. Установка температурных сенсоров внутри мешка. Каждая спица соответствует разным месторасположениям внутри мешка (вверху, в середине, внизу).



Фото 7. Установка герметичной коробки, содержащей dataloggers, для сбора температурных данных.

Углекислый газ:

Проводился контроль концентрации CO_2 в течение всего периода проведения проб с целью естественного контроля насекомых. Эти концентрации измерялись на разных глубинных уровнях внутри мешка, чтобы установить, одинакова ли концентрация CO_2 , или же существуют зоны с меньшей концентрацией, или зоны, благоприятные для развития насекомых. Измерение CO_2 проводилось при помощи быстрого анализатора двуокиси углерода и кислорода марки Illinois Instruments 3600 (Ingleside, Illinois, USA).



Фото 8. Определение концентрации O_2 и CO_2 внутри мешка.

Активность насекомых:

Для определения эффекта влияния модифицированной атмосферы, образующейся внутри мешка, на активность насекомых, мы поместили ячейки с живыми долгоносиками на разные глубинные уровни внутри мешка. Для этого были использованы пластиковые трубки длиной 1,5 м с 3 делениями, которые поместили в зерновую массу. В каждом из делений находилось по 30 живых долгоносиков, заключенных в пластиковую сетку, наполненную семечками подсолнечника. В каждый из мешков поместили 9 трубок (3 трубки x 3 отбора образцов).



Фото 9. Помещение ячеек с живыми насекомыми с помощью трубки.

Результаты

Эволюция температуры зерна

Пробы начались 8 марта с умеренной температурой (26,5°C). В момент открытия мешков температура зерна с вл. 8,4% была 27,8°C в среднем, она варьировалась от 23,8 до 30,7°C (График 1), у зерна с вл. 16,4% средняя температура составляла 34,5°C, варьировалась от 33,8 до 35,2°C (График 2). Очевидно, что средняя температура зерна с вл. 16,4% была заметно выше, чем у зерна, упакованного со сред. вл. 8,4%. В начале проб температура зерна внутри мешка падает, и влечет за собой падение температуры среды (Графики 1 и 2). Температура в середине мешка с зерном с вл. 16,4% поднимается на 1,6°C в первые 7 дней; она немного повышается (1,2 °C) в нижней части мешка в первые 2 дня. У зерна с вл. 8,4% небольшое увеличение температуры (1,4°C) в нижней части мешка в течение первых 3 дней. Как на Графике 1, так и на Графике 2, можно проследить медленное падение температуры в начале проведения проб до мин. 3°C 24 июля, и постепенное увеличение до макс. 15°C 13 августа. В обоих мешках температура зерна, находящегося в верхней части, очень близка к температуре окружающей среды, т.к. происходит взаимообмен теплом. Поэтому подсолнечник в верхней части более холодный, чем его остальная масса. Температура семечки в нижней части мешка также начинает понижаться с момента начала проведения проб, но это понижение гораздо медленнее, чем в верхней части. Тепло нижнего зерна постепенно рассеивается в землю. Зерно в середине мешка не может рассеивать тепло ни в землю, ни в окружающую среду, поэтому температура в центральной части мешка понижается медленнее по сравнению с остальным зерном. Способность мешка рассеивать тепло зерна очень важна. Подсолнечник с вл. 8,4% в среднем понизил свою температуру по сравнению с начальной на 10,28, 14,10 и 18,16°C по прошествии 47, 105 и 160 дней хранения соответственно, а у зерна с вл. 16,4% падение температуры в течение того же периода произошло на 14,11, 18,06 и 22,23°C. Конечная температура зерна, как в мешке с подсолнечником с вл. 8,4%, так и в мешке с вл. 16,4%, была достаточно низкой и не представляла неудобств при хранении.

Температура сухого подсолнечника

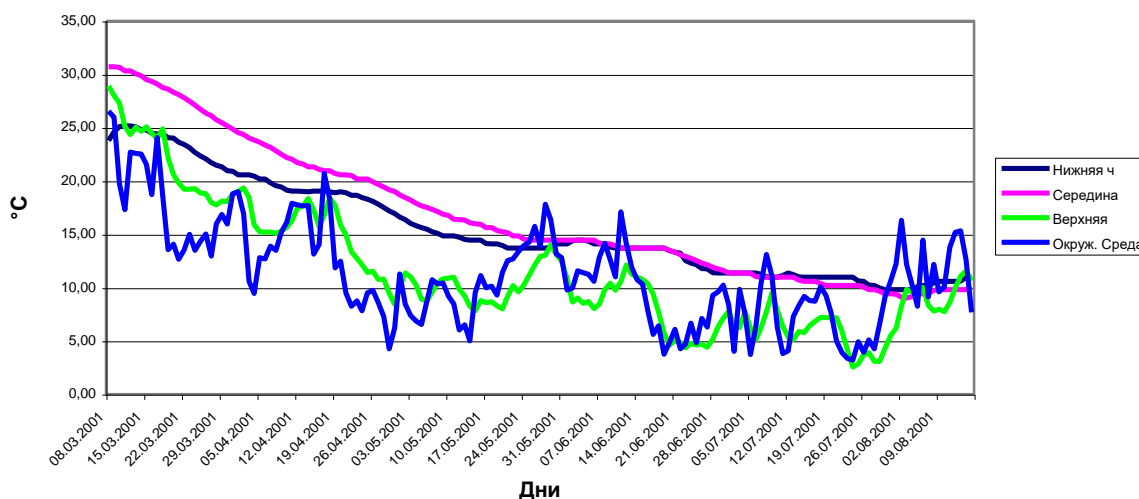


График 1. Эволюция температур окружающей среды и зерна (ср. 24 ч) в течение периода проведения проб у подсолнечника со средней влажностью 8,4% .

Температура влажного подсолнечника

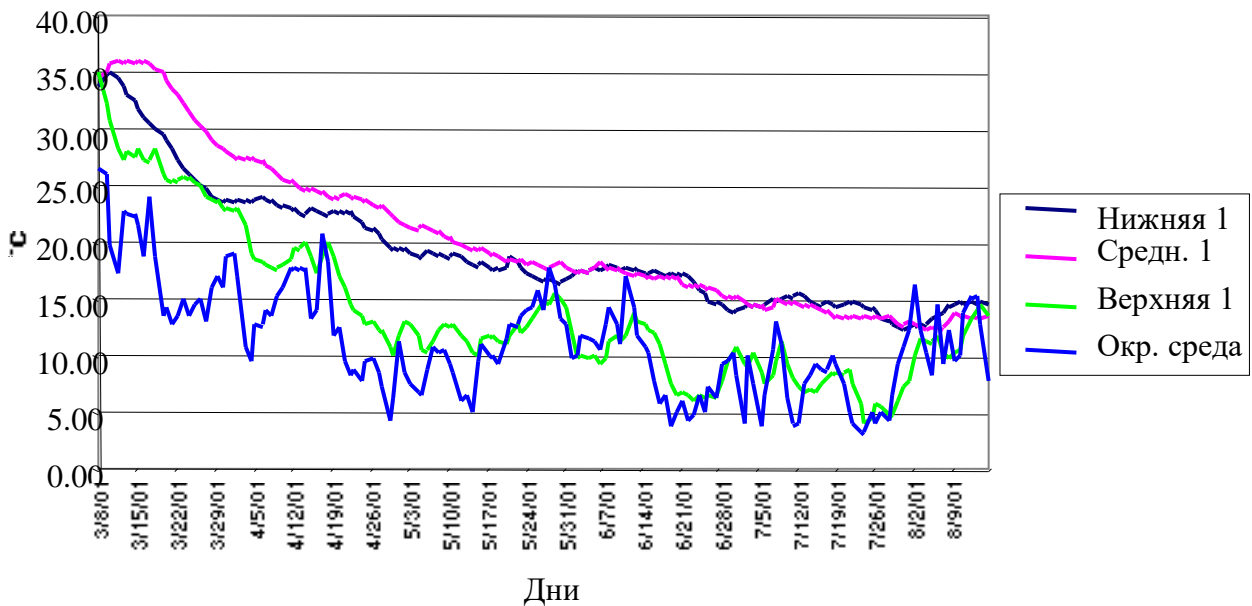


График 2. Эволюция температур окружающей среды и зерна (ср. 24 ч) в течение периода проведения проб у подсолнечника со средней влажностью 16,4%

Эволюция влажности зерна

Начальная средняя влажность подсолнечника составляла 8,4%. Было замечено небольшое повышение средней влажности в мешке, которое оказалось незначительным. В мешке с влажным подсолнечником начальная влажность составляла 16,4%, в мешке с подсолнечником с вл. 8,4% она заметно не изменилась, это означает, что оба герметичных мешка не пропускали воду, поэтому не было ни увеличения, ни потери влажности в течение всего периода проведения проб. Была замечена небольшая статистическая разница во влажности в верхней части мешка (8,25%, 8,59% и 9,47% внизу, в середине и вверху соответственно по прошествии 47 дней). Не было заметной разницы в нижней и средней частях мешка. По истечении 105 дней эти разницы незначительны на трех наблюдаемых уровнях (8,04%, 8,59% и 9,60%), отличается только в верхней части по истечении 160 дней (8,28%, 8,65% и 9,52% соответственно). Так как начальная влажность бралась из общей массы зерна, мы не можем сказать с уверенностью, чему обязаны эти изменения: миграции влажности наверх, или дифференциации на начальном этапе. Если учесть, что не было существенной разницы в середине каждого из уровней, то миграция невозможна. В случае с подсолнечником с вл. 16,4% , не было заметной разницы в верхней и нижней частях мешка (47 и 105 дней). В конце проведения проб (160 дней), разница появилась между верхней частью и остальными . Учитывая данную конденсацию вверху мешка, можно утверждать, что произошла миграция воды из-за высокого процентного содержания влаги упаковываемого материала.

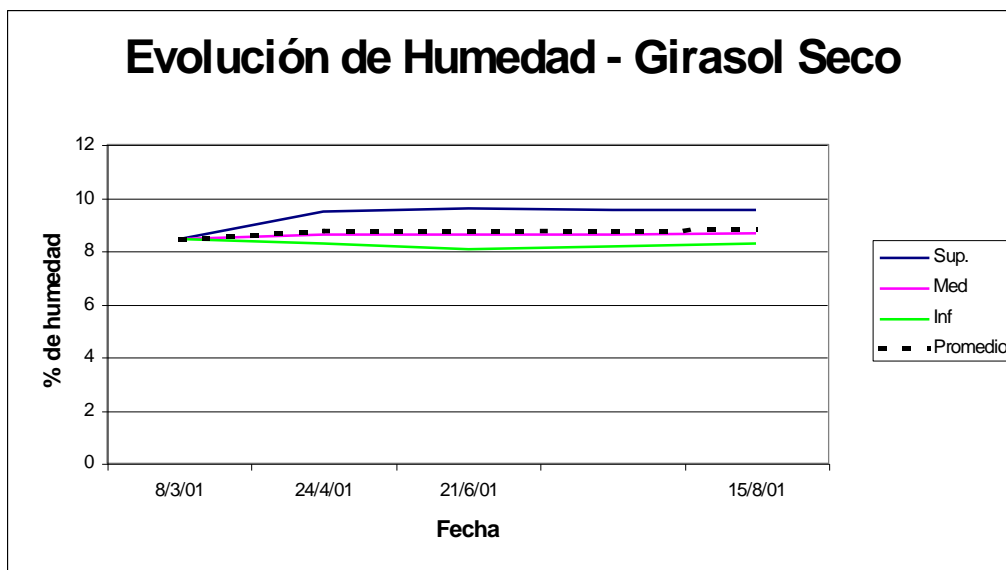


График 3. Эволюция влажности зерна в течение периода проведения проб на разных уровнях мешка с подсолнечником с влажностью 8,4% .

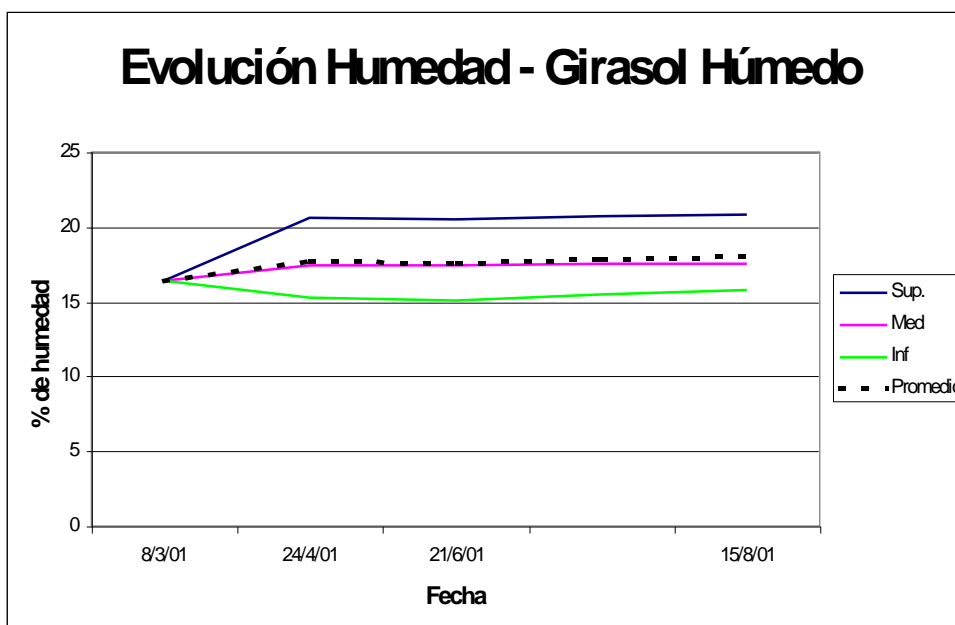


График 4. Эволюция влажности зерна в течение периода проведения проб на разных уровнях мешка с подсолнечником с влажностью 16.4% .(sup-верх, med-середина, inf-низ)

Эволюция содержания масла

Содержание масла у образцов подсолнечника с вл. 8,4% осталось практически неизменным в течение всего периода проведения проб на всех уровнях мешка и в разное время отбора проб (0, 47, 105 и 160 дней, График 5)

Если подсолнечник упаковывается с вл. 16,4%, наблюдается небольшое падение содержания жировых веществ между 105 160 днями хранения (46,02%, 48,29% и 45,7% по истечении 47, 105 и 160 дней соответственно). При анализе разницы между верхним, нижним и средним слоями мешка, не наблюдается существенная разница в разное время отбора проб (График 6).

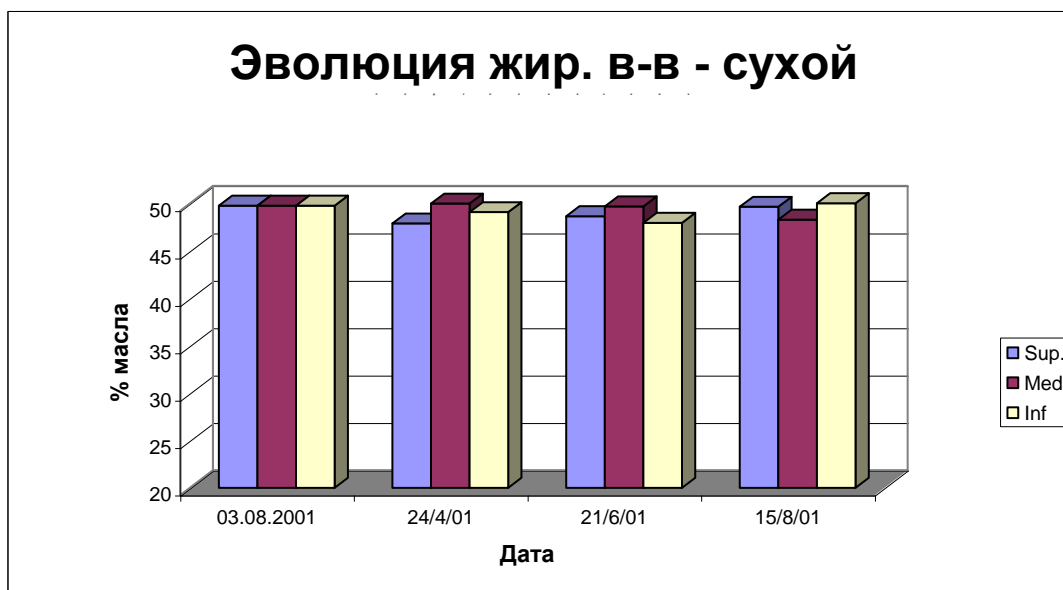


График 5: Эволюция содержания масла (в %) в подсолнечнике, Упакованном с влажностью 8,4%

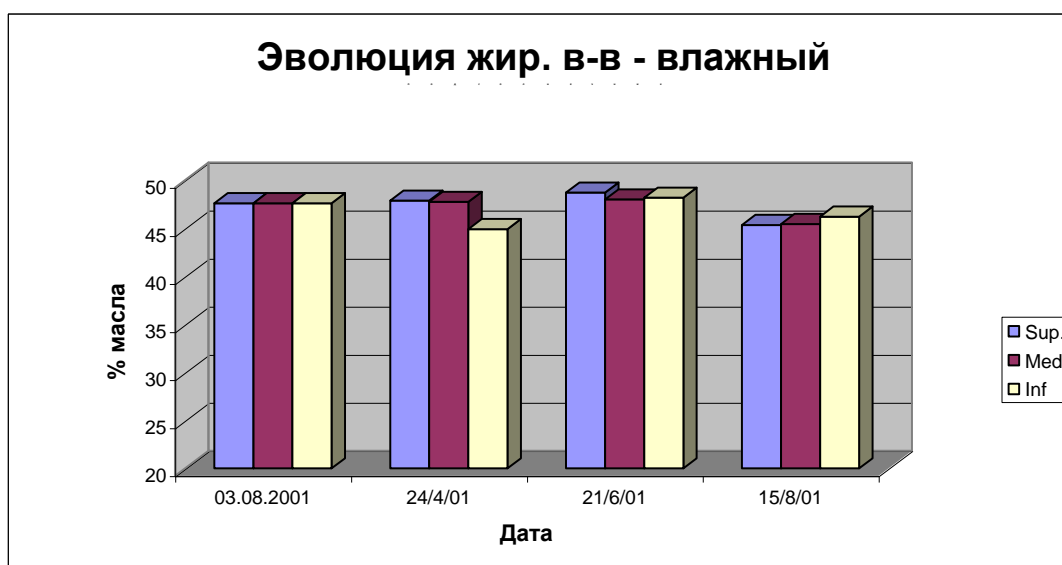


График 6: Эволюция содержания масла (в %) в подсолнечнике, упакованном с влажностью 16,4%

Кислотность жировых веществ

В конце срока проведения проб наблюдается незначительное повышение кислотности у подсолнечника, упакованного с влажностью 8,4% (0,88%, 0,41%, 0,46% и 1,39% на 0, 47, 105 и 160 днях соответственно) ; без сомнения, это повышение кислотности не влияет на коммерческое качество, т.к. соответствует нормам сбыта подсолнечника (1,5% до 31 августа и 2% начиная с 11 сентября). Разница между верхним, средним и нижним уровнями незначительна (График 7).

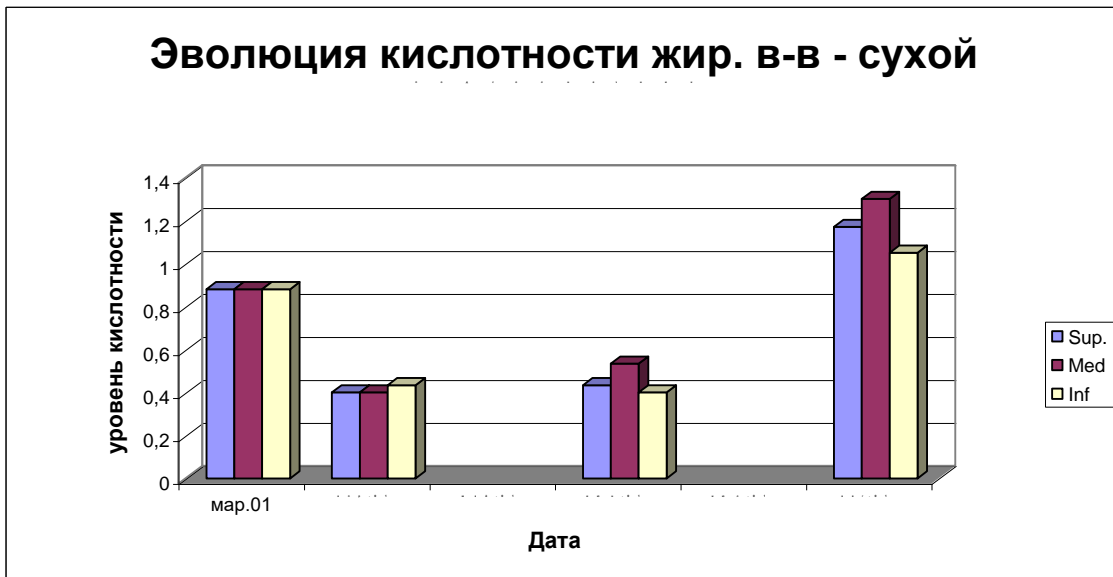


График 7: Эволюция уровня кислотности жировых в-в у подсолнечника с вл. 8,4%

У подсолнечника, упакованного с влажностью 16,4% , уровень кислотности повысился к концу срока проведения проб, достигая 0,96%, 0,62%, 0,74% и 3,88% по истечении 47, 105 и 160 дней соответственно; уровень кислотности на 160 день превышает норму сбыта подсолнечника. Этот уровень был одинаковым на всех позициях зерна в мешке (График 8).

Герминативная сила и энергия

В течение проведения этих проб мы столкнулись с одной трудностью: герминативная сила и энергия упаковываемой семечки не были удовлетворительными. Мы выполнили различные тесты убранный семечки, но учитывая, что они проводились непоследовательно, мы не получили необходимых результатов.

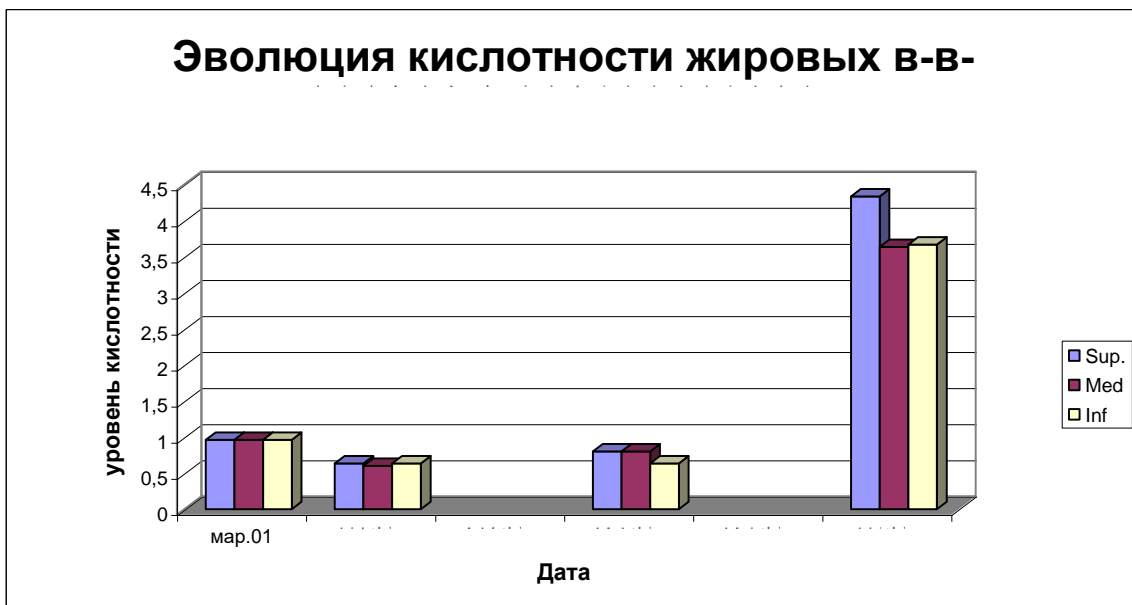


График 8: Эволюция кислотности жировых в-в у подсолнечника, упакованного с вл. 16,4% в течение 160 дней проведения проб

Эволюция CO₂ и O₂

Измерение уровней газов проводились 11 апреля и 5 июля, данные показаны в таблицах 2 и 3

	34 дня		125 дней	
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
Нижняя	16,5	5,1	19,5	4,5
Середина	16,5	5,2	18,5	4,5
Верхняя	16,5	5,2	18,6	4,6
Среднее	16,5	5,13	18,86	4,53

Таблица 2: Процентное содержание CO₂ и O₂ по истечении 34 и 125 дней в мешке с вл. 8,4%

	34 дня		125 дней	
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
Нижняя	70,0	5,0	69,5	4,5
Середина	70,5	4,9	70,4	4,6
Верхняя	70,5	4,9	70,0	4,9
Среднее	70,33	4,93	69,96	4,66

Таблица 3: Процентное содержание CO₂ и O₂ по истечении 34 и 125 дней в мешке с вл. 16,4%

На таблицах 2 и 3, мы видим, что уровень углекислого газа заметно повышается в мешке с подсолнечником, упакованном с влажностью 16,4%. В обоих мешках процентное содержание кислорода понижается. Эти измерения проводились на всех позициях мешка (вверху, в середине, внизу)

Активность насекомых

Не было обнаружено ни одного живого насекомого как в мешке с влажностью 8,4%, так и в мешке с влажностью 16,4%. В литературе описано, что соотношении CO₂ – срок хранения (КС-продукт) при 9744%ч достигается полный контроль за насекомыми (White у Jayas, 1993). Учитывая, что у семечки с вл. 8,4%, по прошествии 34 дней хранения увеличилось соотношение КС-продукта до 13464%ч (816 ч * 16,5%), можно считать, что смертность насекомых была вызвана дозой CO₂. У подсолнечника с вл. 8,4% был другой фактор, влияющий на смертность насекомых, - это собственная влажность зерна. У семечки с вл. 8,4% учитывается относительная влажность внутреннего равновесия, составляющая 70% (межзерновая влажность). Существует убежденность, что низкая влажность из-за эффекта дегидратации вызывает смертность насекомых (Bogliaccini, 2001).

У подсолнечника с вл. 16,4% доза КС-продукта через 34 дня составляла 57528%ч (816 ч * 70,5%). Эти данные более чем достаточные для полного контроля насекомых. Кроме этого, у подсолнечника с вл. 16,4% содержание относительной равновесной влажности достаточно высокое для того, чтобы вызвать смертность насекомых, поэтому их смертность обязана комбинации дозы CO₂ и сроку его выработки.

Таблица 4. Контроль насекомых

Наблюдение за смертностью насекомых у семечки с вл. 8,4%

Позиция	Дата наблюдения											
	Начало			47 дней			105 дней			160 дней		
Нижняя	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Середина	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Верхняя	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Среднее	30			0			0			0		

Наблюдение за смертностью насекомых у семечки с вл. 16,4%

Позиция	Дата наблюдения											
	Начало			47 дней			105 дней			160 дней		
Нижняя	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Середина	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Верхняя	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Среднее	30			0			0			0		

Выводы

- Также как и у пшеницы, которая составляет часть данной работы, температура зерна в мешках постепенно падает со временем хранения. Это падение также связано с позицией зерна в мешке. В верхней части мешка температура падает практически сразу, так как рассеивает тепло зерна в окружающую среду и получает оттуда холодный воздух. Зерно в нижней части мешка рассеивает тепло в землю, но с меньшей скоростью, а зерну в середине мешка требуется больше времени для понижения температуры. Разная скорость рассеивания тепла согласно месторасположению в мешке вызывает разницу в термических режимах зерна. С течением времени эти различия становятся менее заметными. И у зерна с влажностью 8,4% средние температуры всегда были более низкие, чем у зерна с вл. 16,4%.
- Не было обнаружено заметной разницы во влажности у зерна, упакованного с вл. 8,4%, ни у зерна с вл. 16,4% в течение всего периода хранения. Не было миграции влажности, провоцирующей конденсацию в верхней части мешка у зерна с вл. 8,4%, а в случае с подсолнечником с вл. 16,4%, эта конденсация имела место.
- Содержание масла не изменилось ни со временем, ни на различных позициях обоих мешков.
- Кислотность жировых веществ возрастает в обоих мешках к моменту завершения проведения проб. Это увеличение у подсолнечника с вл. 8,4% не превышает нормы сбыта подсолнечника. У семечки с большей влажностью (16,4%) этот уровень увеличивается по истечении 160 дней.
- Дыхание зерна вызывает увеличение концентрации CO₂ и уменьшение O₂ внутри мешка. Вариации концентрации данных газов обусловлены начальной влажностью зерна, соответственно в мешке с вл. 16,4% концентрации CO₂ были выше, чем в мешке с вл. 8,4%. Не было обнаружено разницы в концентрации на разных позициях расположения зерна в мешке.
- Не было обнаружено ни одного живого насекомого ни на одном из этапов отбора проб в обоих мешках. Это указывает на то, что концентрация CO₂ внутри мешков и срок выработки данной концентрации были достаточными для 100%-ной смерти всех насекомых.

Литература

- Alagumdam, K., Jayas, D.J., Muir, W.E. White, N.D.G. y Sinha, R.N. 1995. Transaction of the ASAE. Vol.38(3): 895-901.
- Annis, P.C. 1986. Towards rational controlled atmosphere dosage schedules: a review of current knowledge. Proc.4th work conf. Stored Product Protection, Tel Aviv, Israel
- ASAE. 1988. Agricultural Engineers Handbook, 35th ed. Am.Soc.Agr.Eng., St. Joseph, MI.
- Bank, H.J. y Annis, P.C. 1980. Conversion of existing grain storage structures for modified atmosphere use. Controlled atmosphere storage of grains. Ed. Shejbal, 461-473. Amsterdam.
- Baran, M., Venglovsky, J., Valovcik, J. Y Jonotikova, I. 1993. Maize storage in controlled CO₂ atmosphere. Polnohospodarstvo (CSFR). Abril 1992 v. 38(4) p. 249-256
- Bartosik, R.E. y Rodríguez J.C. 1999. Evaluación de una técnica de almacenaje de granos a 8,4% de humedad en bolsas plásticas – Sistema silobag. Informe INTA.
- Bartosik, R.E., Maier, D.J. y Rodríguez, J.C. 2001. Effects of CO₂ Dosage and Exposure Time on the Mortality of Adult and Immature Stages of *Sitophilus oryzae*. Enviado al congreso de ASAE 2001. Paper N° 01-6110.
- Bogliaccini, A. 2001. Almacenamiento hermético. Revista Granos, Año VI-N°XXVII – junio 2001.
- Brooker, D.B, Bakker-Arkema, F.W, y Hall, C.W. 1992. Drying and Storage of Grains and Oilseeds. Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue, New York.
- Casini, C. 1996. Ensayo de simulación almacenamiento de trigo en silo-“bag”. Hoja de divulgación INTA Manfredi. Junta Nacional de Granos: Normas de Clasificación de Girasol. Resolución N°28503 del 13/2/86.
- Moreno, E., Menendez, A. Y Ramirez, J. 1987. Behavior of maize seeds under different storage regimes. Turrialba. 1987, 37:3, 267-273, 12 ref.
- Siebenmorgen, T.J., Freer, M.W., Benz, R.C. y Loewer, O.J. 1986. Controlled atmosphere storage system for rice. Paper ASAE. 1986, No. 86-6511, 26pp, 9 ref.
- Yanucci, D. 1996. Evolución del control de plagas de granos almacenados en Argentina. FAO.
- White, N.D.G. y Jayas D.S. 1993. Effectiveness of carbon dioxide in compressed gas or solid formulation for the control of insects and mites in stored wheat and barley. Phytoprotection 74:101-111.
- White, N.D.G., Jayas, D.S. y Sinha, R.N. 1990. Carbon dioxide as a control agent for the rusty grain beetle in stored wheat. J. econ. Entomol. 83(1):277-288.

ПРИЛОЖЕНИЕ таблиц**Таблица 5.** Температура семечки с вл. 16,4% и 8,4% согласно позиции в мешке и дате отбора проб.

Температура подсолнечника с влажностью 16,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	33.77	21.7	17.20	14.52
Середина	34.5	23.75	16.40	13.64
Верхняя	35.2	13.46	6.75	13.39
Среднее	34.49	19.64	13.45	13.85
Температура подсолнечника с влажностью 8,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	23.78	18.43	13.32	10.99
Середина	30.71	20.19	13.32	10.04
Верхняя	28.91	12.16	5.04	10.64
Среднее	27.8	16.93	10.56	10.56

Таблица 6. Влажность семечки, упакованной с 16,4% и 8,4% согласно позиции в мешке и дате отбора проб.

Влажность подсолнечника, уп. с 16,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	16.40	15.27	15.07	15.78
Середина	16.40	17.41	17.42	17.55
Верхняя	16.40	20.62	20.52	20.83
Среднее	16.40	17.77	17.67	18.05
Влажность подсолнечника, уп. с 8,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	8.43	8.25	8.04	8.28
Середина	8.43	8.59	8.59	8.65
Верхняя	8.43	9.47	9.60	9.52
Среднее	8.43	8.77	8.74	8.82

Таблица 7. Содержание масла у семечки с вл. 16,4% и 8,4% согласно позиции в мешке и дате отбора проб.

Процентное содержание масла при вл. 16,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	47.60	44.90	48.17	46.20
Середина	47.60	47.73	48.00	45.43
Верхняя	47.60	47.87	48.70	45.33
Среднее	47.60	46.02	48.29	45.65
Процентное содержание масла при вл. 8,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	49.75	49.07	47.93	50.0
Середина	49.75	49.97	49.67	48.27
Верхняя	49.75	47.87	48.63	49.63
Среднее	49.75	48.97	48.58	49.30

Таблица 8. Уровень кислотности жир. в-в при вл. 16,4% и 8,4% согласно позиции в мешке и дате отбора проб.

Уровень кислотности подсолнечника с вл. 16,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	0.96	0.63	0.63	3.67
Середина	0.96	0.60	0.80	3.63
Верхняя	0.96	0.63	0.80	4.33
Среднее	0.96	0.62	0.74	3.88
Уровень кислотности подсолнечника с вл. 8,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	0.88	0.43	0.40	1.05
Середина	0.88	0.40	0.53	1.30
Верхняя	0.88	0.40	0.43	1.17
Среднее	0.88	0.41	0.46	1.17

Таблица 9. Инородные тела у семечки с вл. 16,4% и 8,4% согласно позиции в мешке и дате отбора проб.

Инородные тела у семечки с вл. 16,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	3.78	2.13	2.47	2.33
Середина	3.78	1.87	2.20	1.87
Верхняя	3.78	1.60	2.67	2.07
Среднее	3.78	1.87	2.44	2.09
Инородные тела у семечки с вл. 8,4%				
Позиция	Дата отбора проб			
	8 марта	24 апреля	21 июня	15 августа
Нижняя	1.64	1.40	1.40	2.20
Середина	1.64	1.20	1.47	1.60
Верхняя	1.64	0.93	1.20	1.40
Среднее	1.64	1.18	1.36	1.73