Снижение потерь при хранении семенного материала и пивоваренного ячменя посредством охлаждения

Cooling to the point

Зерновые & Масличные

Кукуруза Рапс Рис Пшеница

Темы

- Дыхание
- Насекомые-клещи-грибы
- Опыт охлаждения зерновых культур
- Эффект от процесса сушки
- Вентилирование
- Вентилирование воздухом
- Рентабельность охлаждения зерновых культур
- Примеры применения

Гарантия хорошей всхожести пивоваренного ячменя

The Home-Grown Cereals Authority

Topic Sheet No. 60
Summer 2002

Сушка, охлаждение, складирование

Сушка и складирование являются решающими факторами для хорошей всхожести пивоваренного ячменя.

Охлаждение зерна при помощи продувания холодного атмосферного воздуха происходит не одновременно через весь объем зерна. Охлаждение произведено в полном объеме только тогда, когда вся масса становится холодной.

Сокращение насекомых, плесневых грибков и микотоксинов

Идеально было бы просушивать пивоваренный ячмень до 13-14% влажности, чтобы обеспечить длительное время хранения. Благодаря этому предотвращается рост плесневых грибов и Охратоксина А.

На безопасное хранение могут повлиять основные факторы риска (образование плесневых грибков или снижение всхожести при отсутствии клещей, плесневых грибов или насекомых), либо вторичные факторы риска (насекомые или клещи).

Что подразумевается под консервацией зерна охлаждением?

Безопасное длительное хранение зерна без потери качества, путем охлаждения атмосферного воздуха до температуры ниже 13°C в течение 3 недель, независимо от климатических условий!

Для чего необходимо охлаждение зерна?

- Минимизация дыхания зерна / потери массы зерна
- Защита от повреждения насекомыми и их развития
- Защита от микробов и плесневых грибков
- Отсутствие дорогостоящей химической обработки
- Длительный срок хранения / универсальность
- Сохранение урожая, качества и всхожести семян
- Не требуется перемещения зерна на другой склад
- Снижение расходов на просушивание

Урожай зерна

Раньше:

Покос →

созревание/сушка

Молотьба →хранение

…продолжительный период времени

Теперь:

Покос → молотьба → хранение

в течение нескольких часов*!*

Потеря массы зерна

Дыхание зерна – суммарная формула химического процесса:

$C_{12}H_{22}O_{11} + 12\ O_2 \rightarrow 12\ CO_2 + 11\ H_2O + 1.567 \times 10^{-3}$ кВ/ч

углеводы + кислород → диоксид углерода + вода + тепло

Массовый расход при сжигании 1 кг углеводов:

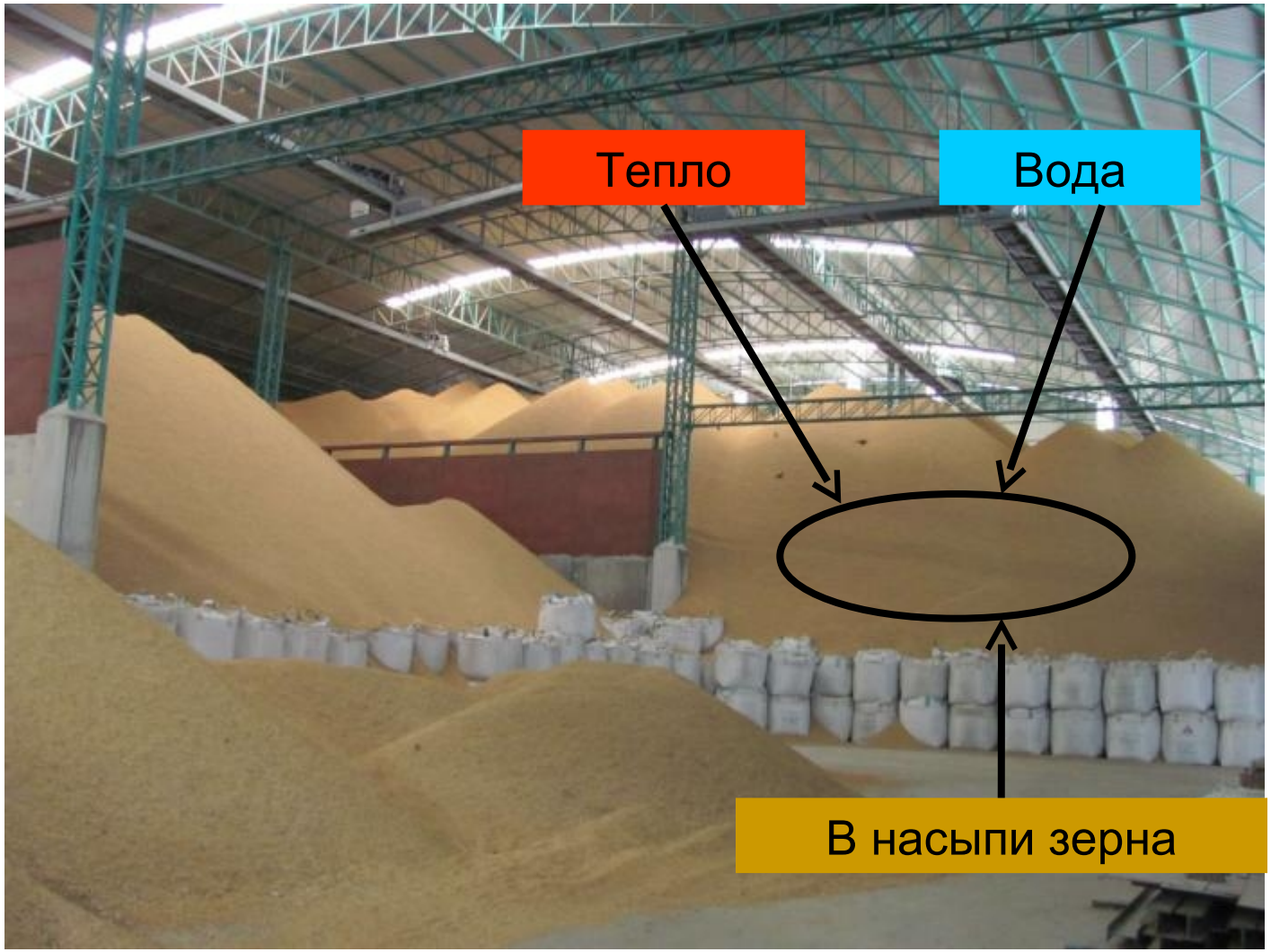
1.000 гр. + 1.122,81 гр. → 1.543,86 гр. + 578,95 гр. + 16,48 мдж

Углеводы + кислород → диоксид углерода + вода + вода

Зерно живёт, дышит и выделяет тепло!

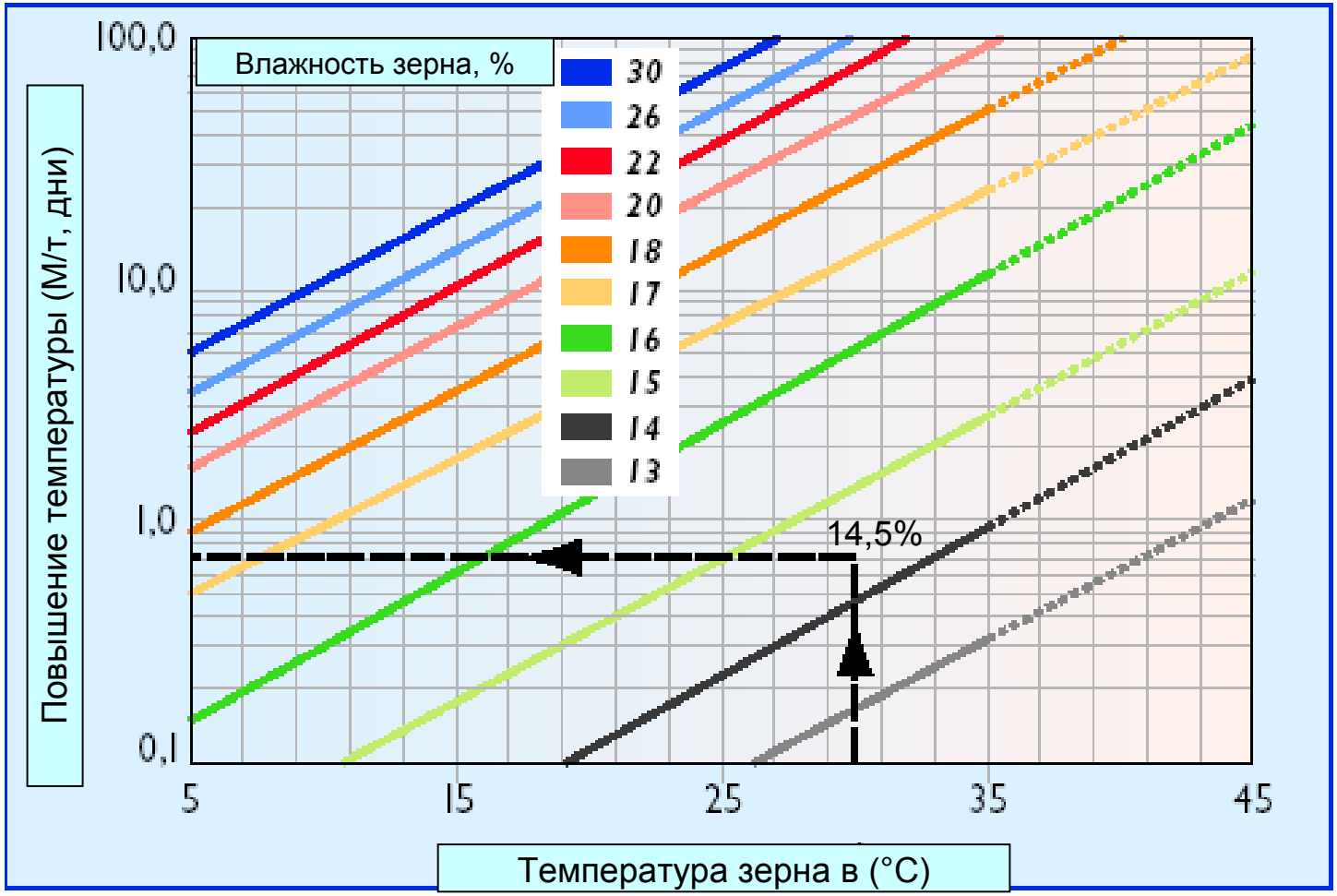
Этот процесс зависит от влажности и температуры продукта.

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung



Комкование и зависание

Потеря массы зерна (по Jouin)



Потеря массы зерна в результате дыхания

Данные	
Тип ячменя	Пивоваренный ячмень
Содержание влаги	14,5%
Температура зерна	30 [°C]
Стоимость зерна	8.600 [руб/т]
Время хранения	4 [месяца]
Объем хранения	10.000 [т]

Формула

$$\text{Потери зерна [т]} = \frac{\text{Образование тепла [мдж/т, день] x время хранения [день] x объем хранения [т]}}{\text{15.000 [мдж/т] x (1 – влажность зерна)}}$$

Результат

	Потери зерна [т]	Потери [руб]
Зерно хранится при 30°C:	70,2	619.200
Зерно хранится при 25°C:	35,1	301.860
Зерно охлаждается и хранится при 10°C:	минимально (< 1)	---------

Потери убранного урожая

± 250 млн. т. зерна в соответствии с ФАО

(± 10% мирового урожая!)

- 65% повреждение насекомыми
- 20% повреждение грибками
- 15% повреждение грызунами и птицами

Насекомые

Хрущак малый булавоусый

Tribolium castaneum

Кукурузный долгоносик

Sitophilus zeamais

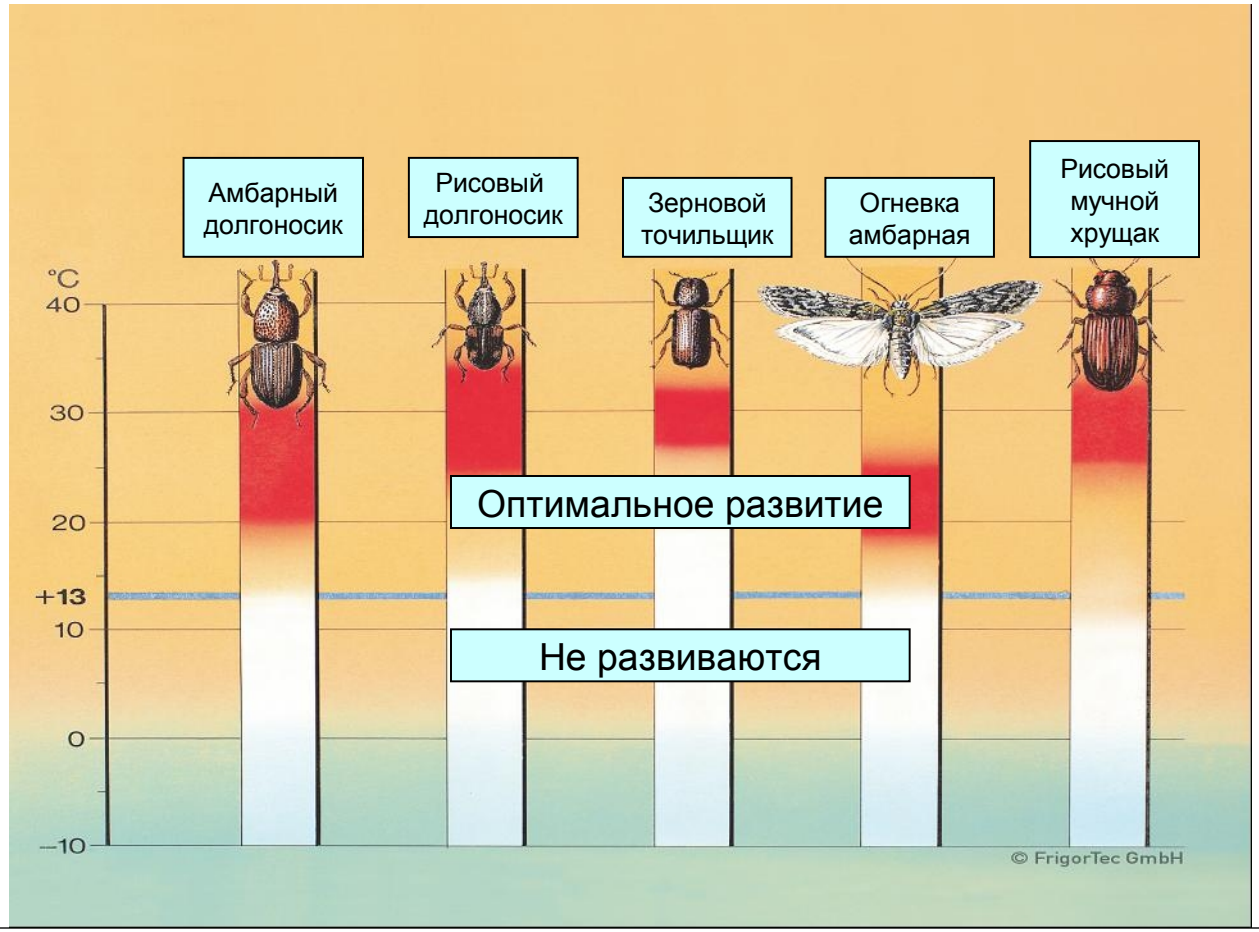
Амбарный долгоносик

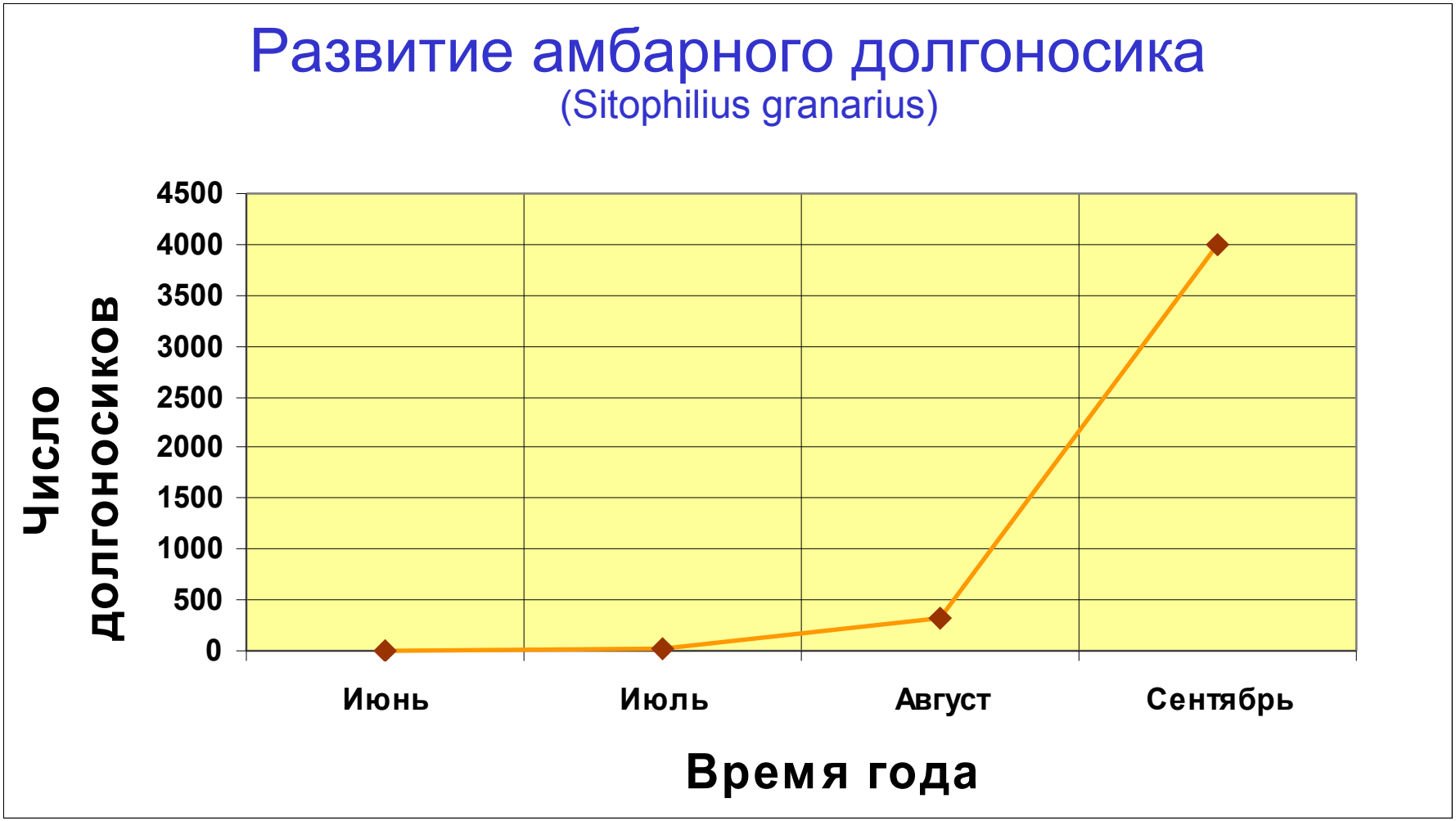
Sitophilus granarius

Рисовый долгоносик

Sitophilus oryzae

Развитие вредителей




Развитие амбарного долгоносика
(Sitophilius granarius)
Число долгоносиков
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Июнь
Июль
Август
Сентябрь
Время года

Поражение насекомыми

Предотвращение потери качества и массы в результате поражения насекомыми

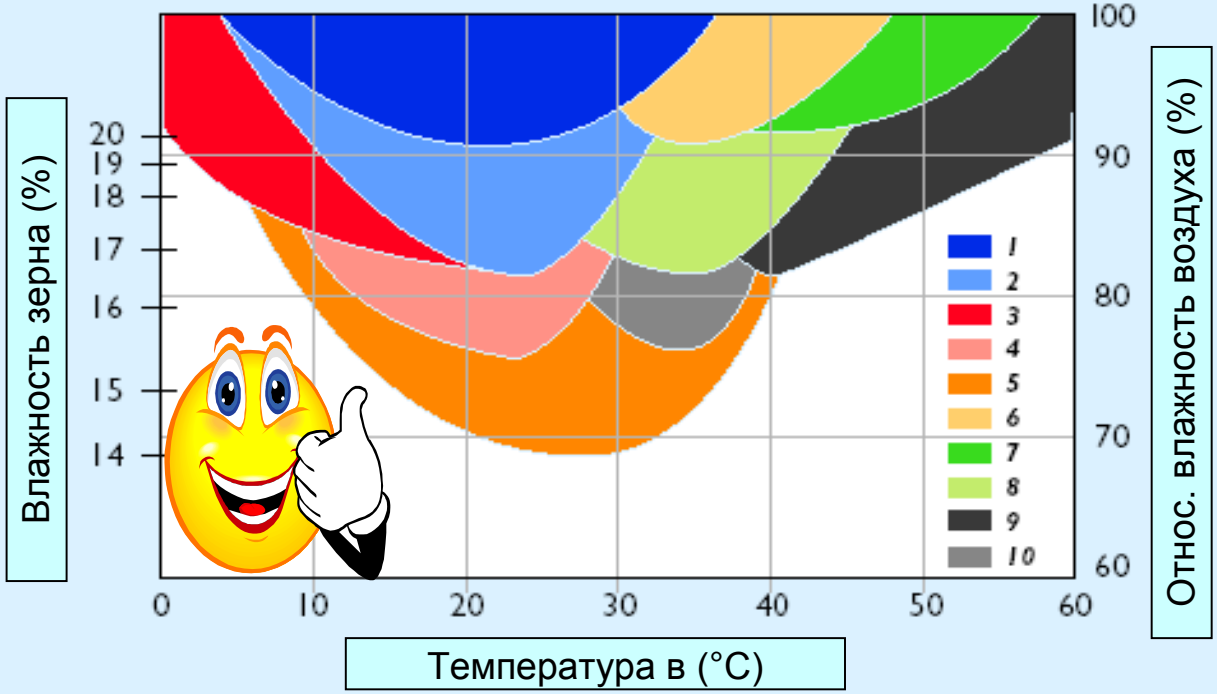
- Температура хранения свыше 21°C создает оптимальные условия для жизни некоторых насекомых!

- При температуре ниже 13°C насекомые впадают в зимнюю спячку и не причиняют вред.
  - *Не требуется химической обработки!*

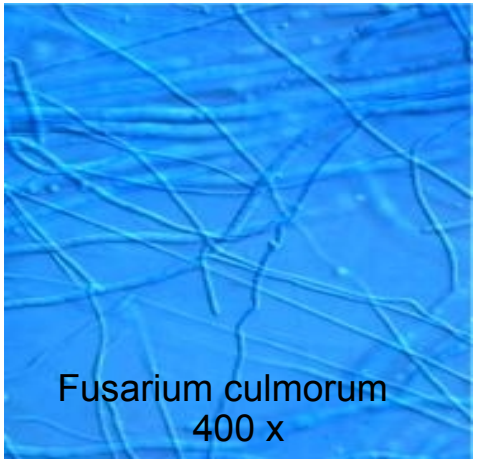
GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

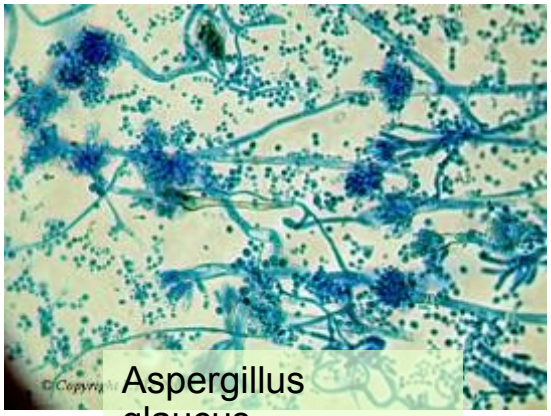
FRIGOR TEC

Развитие различных организмов!



1 *Fusarium culmorum*
2 *Penicilium rugulosum*
3 *Penicilium cyclopidum*
4 *Aspergillus versicolor*
5 *Aspergillus glaucus*
6 *Absidia Rhizopus arrihzus*
7 *Streptomyces altus*
8 *Aspergillus candidus*
9 *Penicilium capsulatum*
10 *Talaromyces thermophilus*



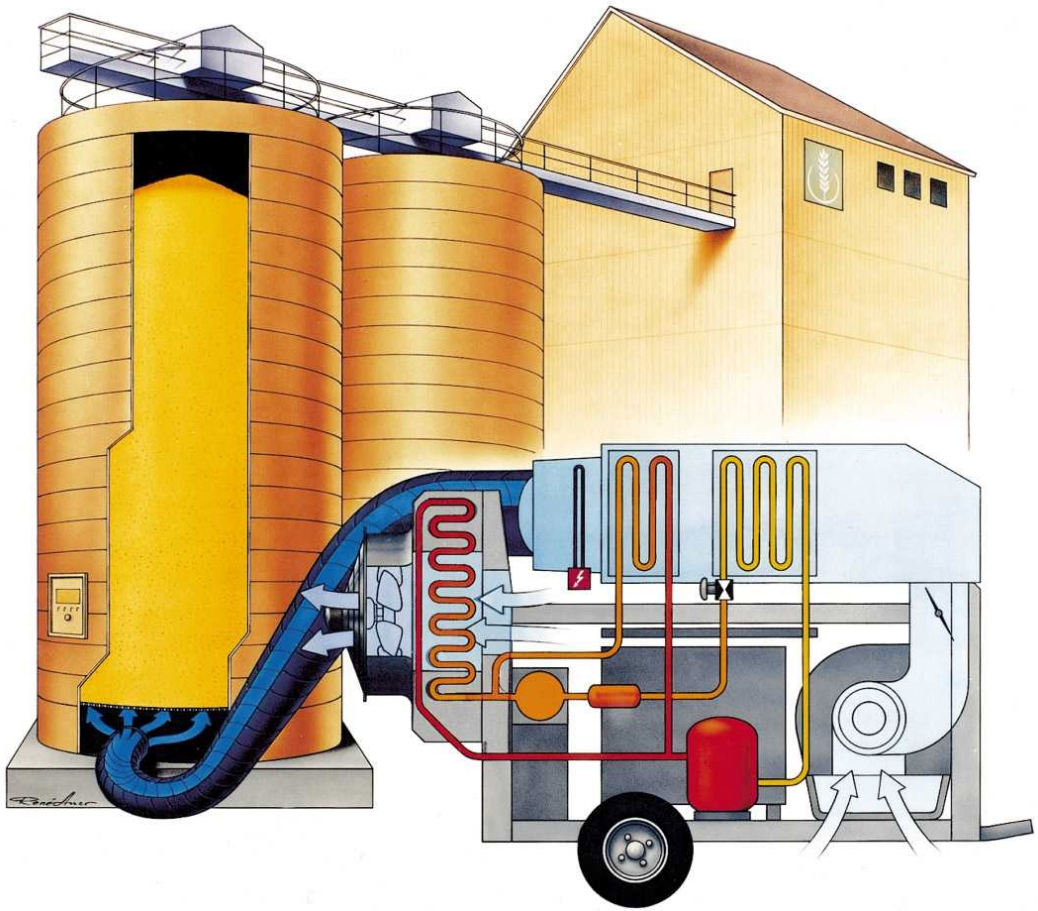


GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

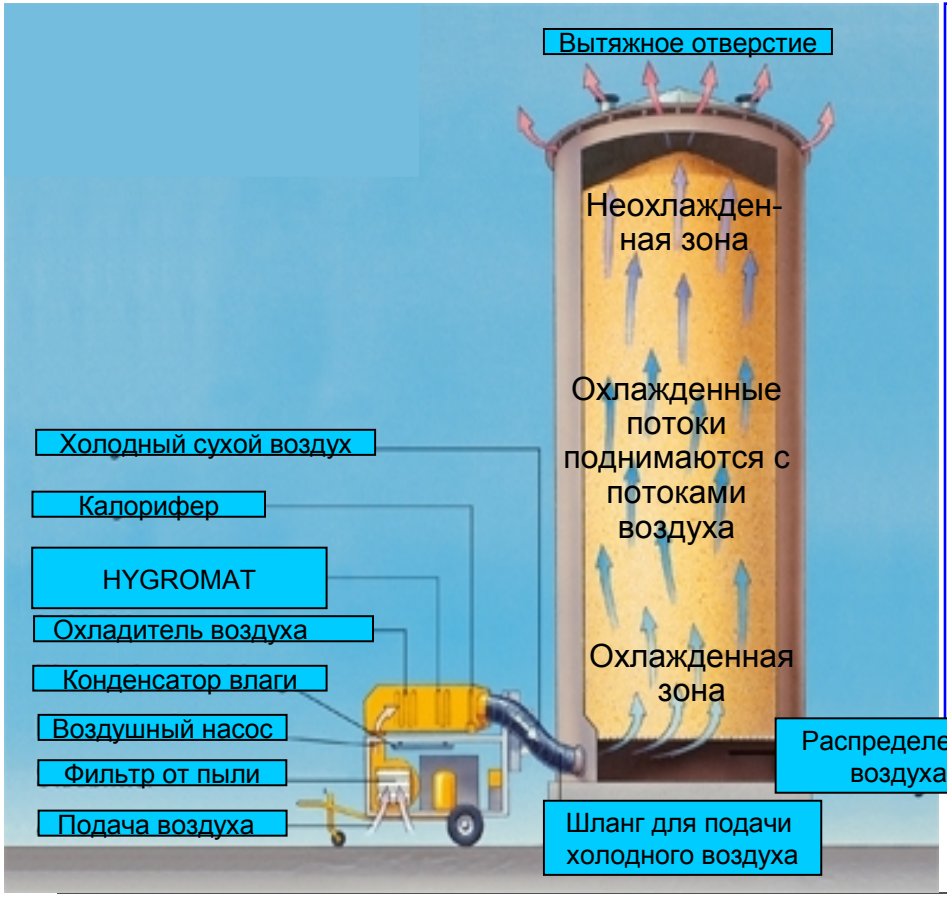
FRIGOR TEC

Процесс охлаждения

(схема технологического процесса)



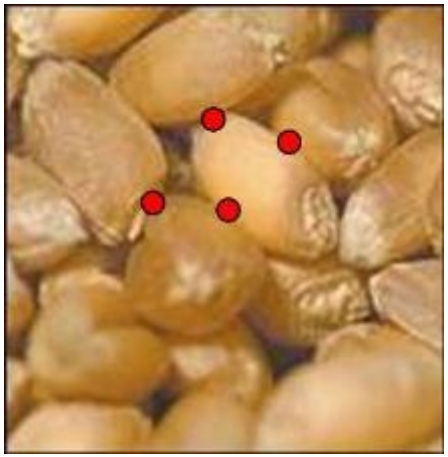
Процесс охлаждения



- Окружающий воздух всасывается, охлаждается и обезвоживается
- HYGROTHERM™ легко подогревает холодный и влажный воздух , понижается относительная влажность воздуха
- Кондиционированный воздух будет выдавливаться через засыпанное зерно
- Воздух впитывает из зерна тепло и выносит его наружу.

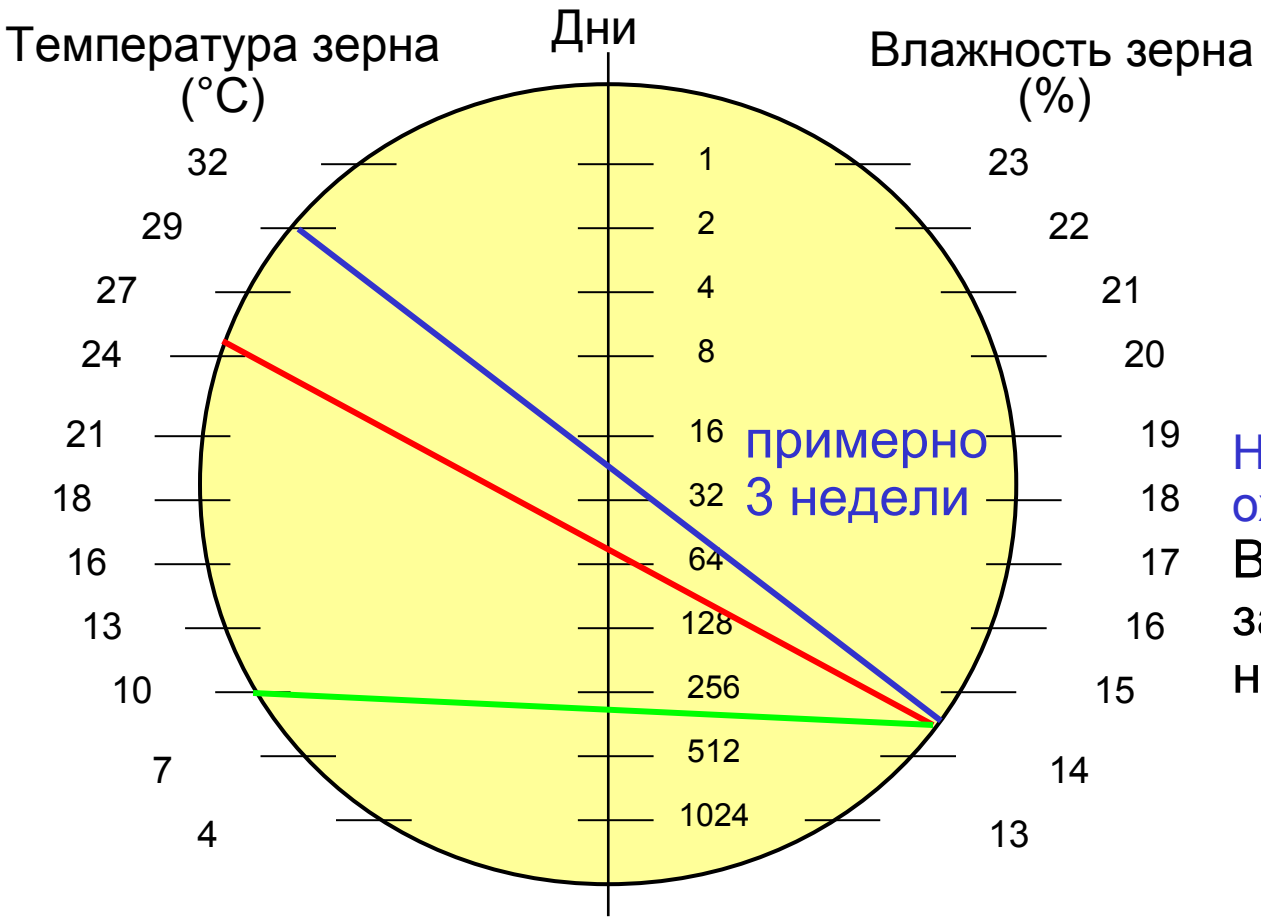
Независим от погодных условий!

Медленное согревание холодного складированного зерна



- Только точечный контакт зёрен
- Незначительная конвекция воздуха между зёрнами
- Незначительная теплопроводность зерна
- Низкий уровень содержания воды в зерне

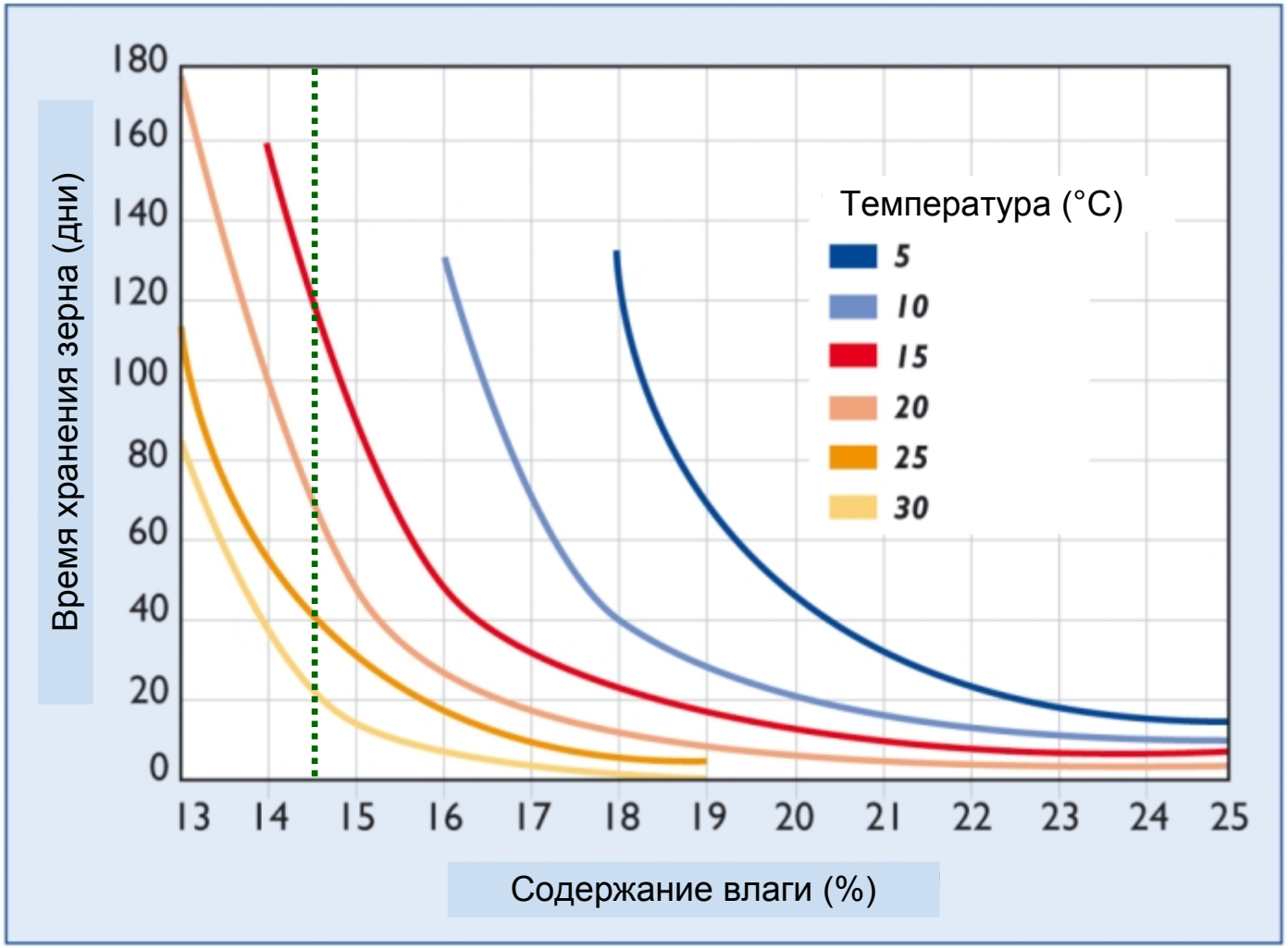
Время хранения зерна



Нормативные показатели для охлаждения зерна

Время хранения и меры зависят от результатов непрерывного контроля.

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung



Время хранения семенного материала и пивоваренного ячменя (дни)

(основываясь на первичной всхожести)

Срок хранения пивоваренного ячменя

Примерно допустимое время хранения пивоваренного ячменя, в днях
(основной критерий: всхожесть)

зерно/ влажность/ температура	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%
27°C	230	175	115	70	40	20	11	9	6
21°C	560	420	270	175	100	50	25	20	15
16°C	*	*	660	430	260	130	65	45	25
10°C	*	*	*	*	630	350	140	100	60

1-2 года

* Допустимый срок хранения > 700 дней.

Реф.: Drying Cereal Grains by Brooker, Bakker-Arkema & Hall; Tabelle: Kenneth Hellevang, Ph.D., P.E., 16/07/2007

Издатель: Союз производителей солода и ячменя США , Научный институт ячменя и солода; Университет Н. Дакоты

FRIGOR TEC

Гарантия хорошей всхожести пивоваренного ячменя

Таблица 1. Основные риски - время хранения, в днях					
	Температура зерна				
Влажность (%)	25 - 30°C	20 - 25°C	15 - 20°C	10 - 15°C	< 10°C
18 - 20	< 2	< 7	11	21	39
16 - 18	< 10	14	35	70	> 100
14 - 16	28	42	70	> 100	> 100
< 14	70	> 100	> 100	> 100	> 100

Таблица 2. Второстепенные риски - время хранения, в днях*					
	Температура зерна				
Влажность (%)	25 - 30°C	20 - 25°C	15 - 20°C	10 - 15°C	< 10°C
14 - 16	13 К	14 К	17 К	32 К	72 К
< 14	17 И	25 И	35 И	НЕ ОГРАНИЧЕНО	

* Периодом риска считаются дни, необходимые для насекомых (Н) или клещей (К), чтобы пройти в своем развитии от начальной до конечной стадии

Таблица 2 содержит только данные второстепенных рисков, при которых период хранения короче основного времени хранения

The Home-Grown Cereals Authority

HGCA

Topic Sheet No. 60
Summer 2002

Расход энергии охлаждающего устройства

Зависит от:

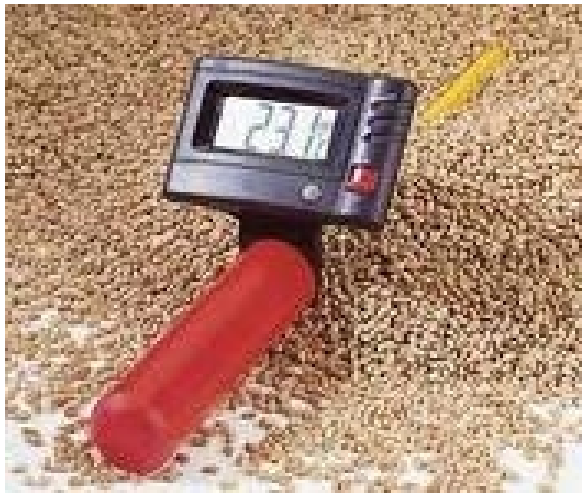
- Температуры и влажности окружающей среды
- Температуры и влажности продукта
- Установленной температуры холодного воздуха

Ориентировочные значения:
3 - 5 кВт.ч /т (умеренная зона)
8 -12 кВт.ч /т (тропическая зона)

Вентиляция окружающим воздухом

Вентиляция … возможна всегда,

если температура & влажность воздуха согласованы!



Исключение : Др. Таймер, а также Хумпиш/ Др. Мюнциг

Угроза при вентиляции окружающим воздухом

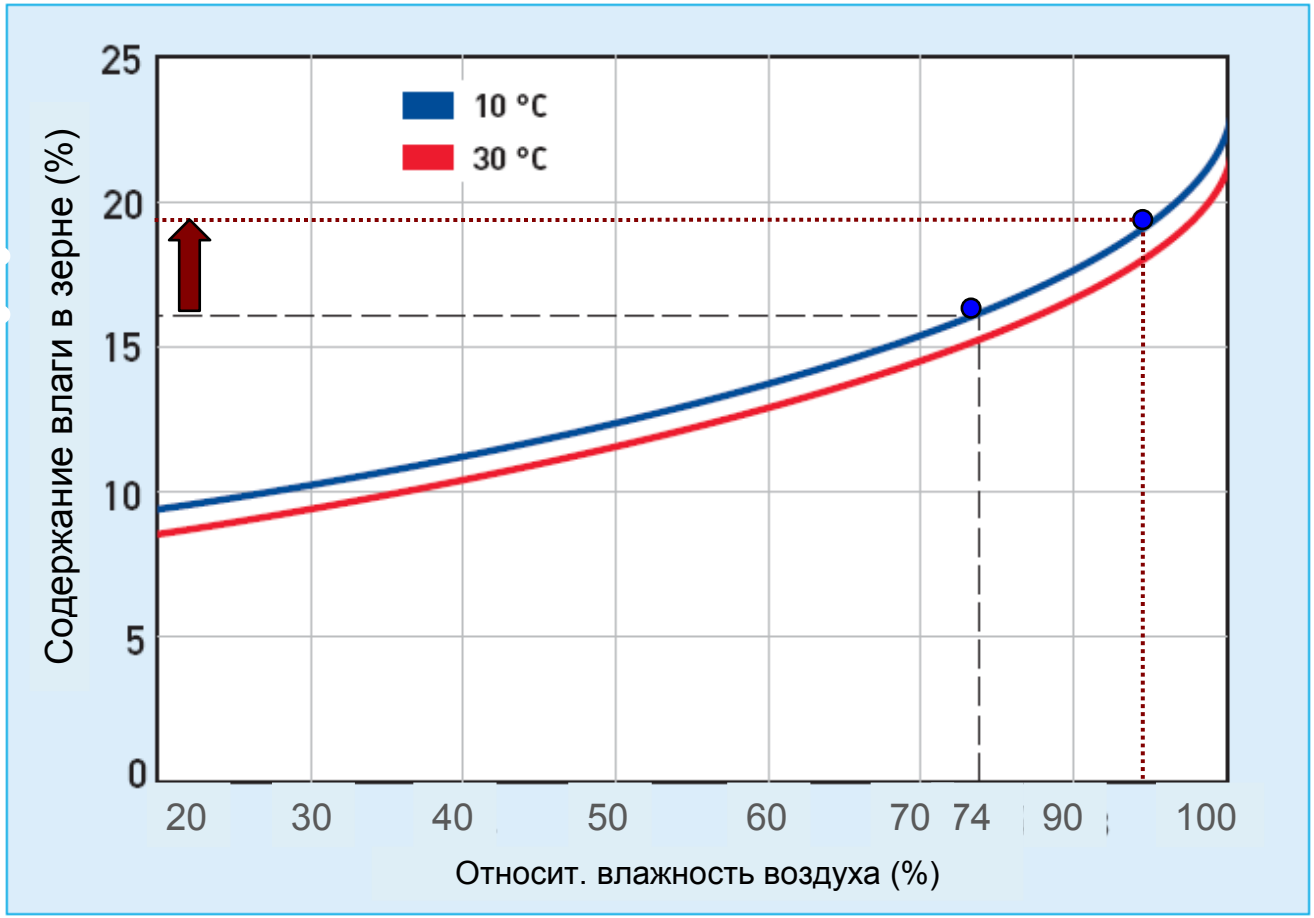
Зерновые гигроскопичны!

При попадании влажного воздуха в сухое зерно повышается степень влажности зерна.

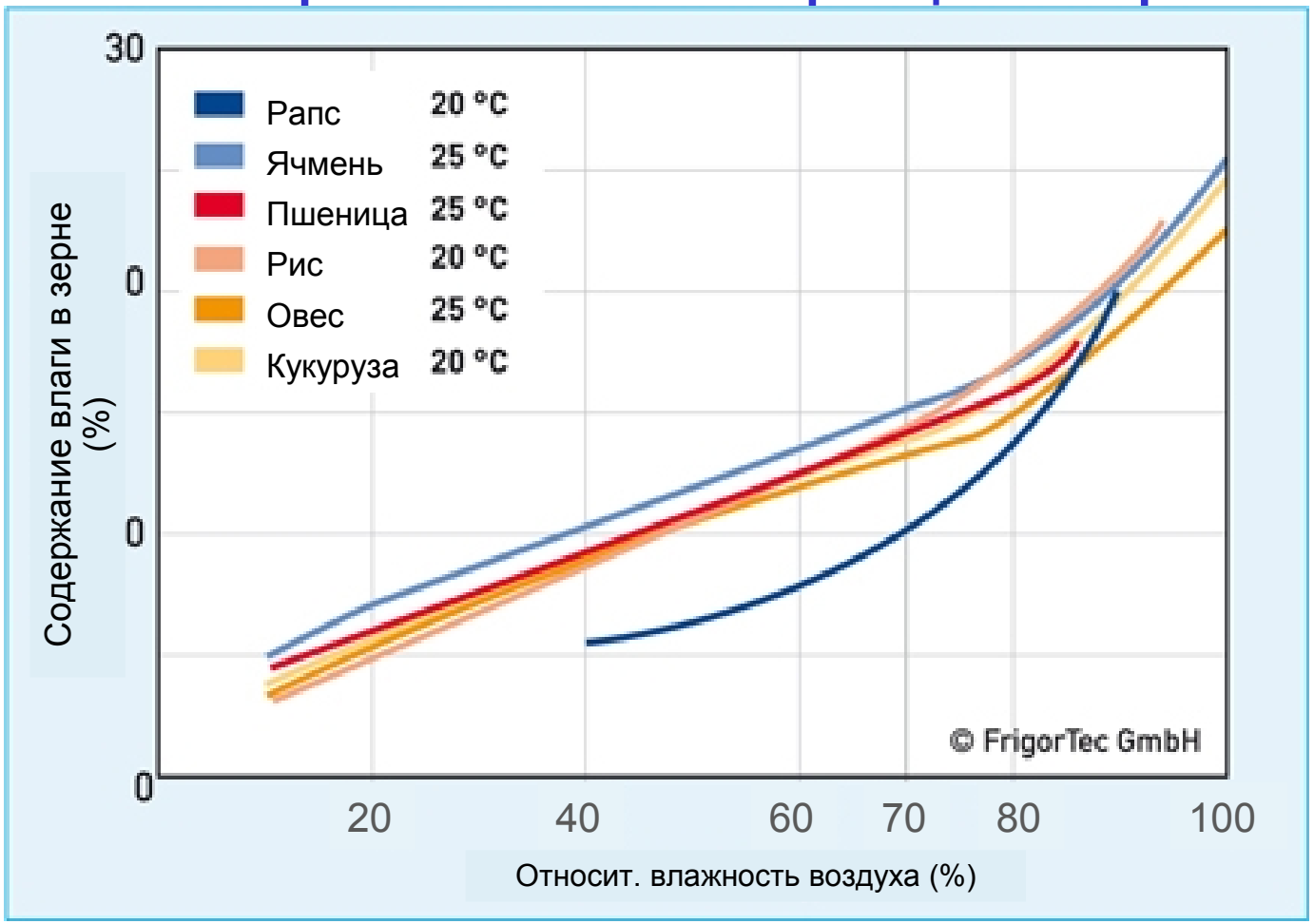
Степень влажности особенно высока, когда температура воздуха выше температуры зерна.

Не использовать влажный воздух для сухого зерна!
Не использовать тёплый воздух для охлаждённого зерна!

Изотермическая сорбция пшеницы



Изотермическая сорбция зерна



Вентиляция окружающим воздухом

Исключение:

„Если температура окружающей среды мин. На 7°C ниже температуры зерна, то зерно может проветриваться окружающим воздухом независимо от его относительной влажности“

(Реф.: Др. Таймер)

Зависит от погодных условий!

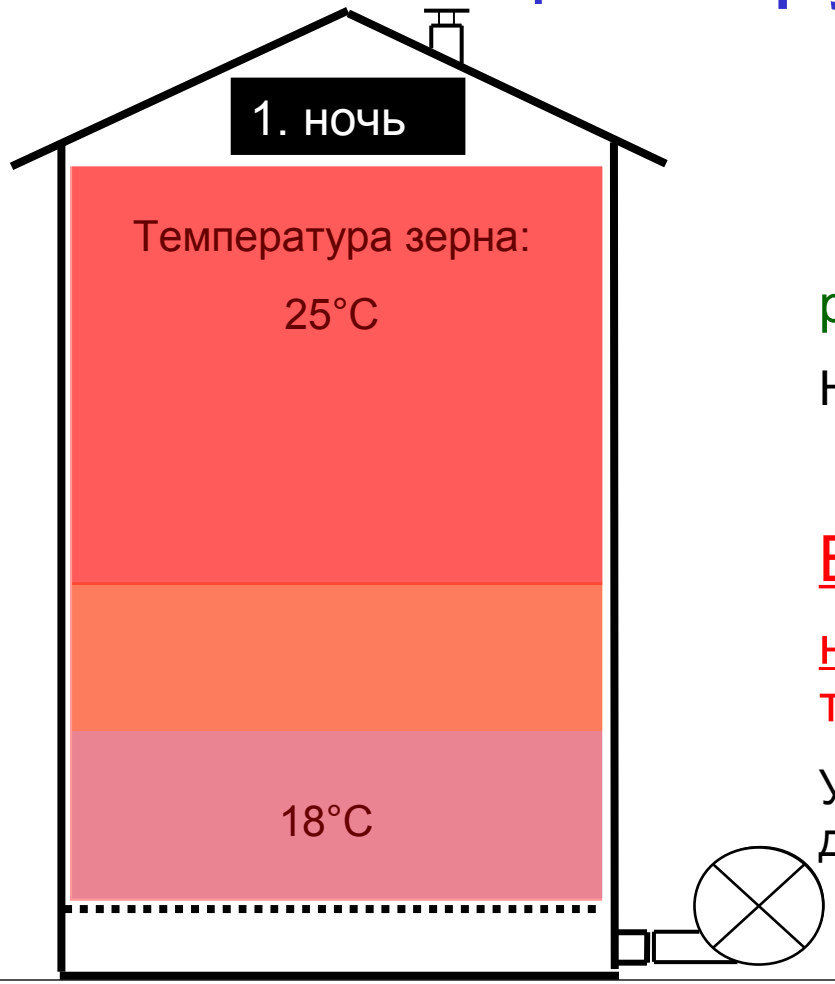
Рекомендация:

разность температур: 6°C: ≥ 16,5 % влажность зерна

7°C: ≤ 14,0 % влажность зерна

(Реф.: Хумпиш)

Вентиляция окружающим воздухом



температура окружающей среды: 15°C

разность температур мин. 7°C,

Нет угрозы увлажнения при вентиляции!

Внимание:

не допускается разность температур в 7ºC!

Угроза увлажнения при дальнейшей вентиляции!

Эффективность просушивания

Влажность зерна	Эффект от сушки
> 17 %	> 1,5 %
14% – 17%	~ 0,5% - 1,5 %

Сочетание просушивания и охлаждения

...при охлаждении уменьшается влажность зерна

- Повышается производительность сушильной установки
- Незначительные расходы на просушивание зерна
- Бережная обработка продукта

➢ Никаких трещин и повреждений

- Не требуется “рециркуляция”!

Допускаются потери при „рециркуляции“

- Снижение износоустойчивости примерно 0,03% за каждый процесс
- Прогрев примерно на 1°C
- Свободный силос/ необходимая вместимость склада
- Необходимо дополнительное подъёмно-транспортное оборудование
- Затрата времени обслуживающего персонала
- Дополнительный расход энергии

Преимущества консервации зерна охлаждением

- Минимизация потерь при дыхании (сухая субстанция)
- Защита от повреждения насекомыми, а также от микробов и плесневых грибков

Безопасное длительное хранение без потерь качества!

  - Не требуется экологически вредной химической обработки
- Не требуется дополнительного охлаждения в течение 6-8 месяцев!

Не зависит от погодных условий!

- Более длительное время хранения / универсальность
- Уменьшение затрат на просушивание зерна
- Не требуется повторного складирования!
- Сохранение качества, всхожести и послеуборочной свежести

FRIGOR TEC

Экономичность охлаждения зерна, критерии

- Экономия затрат на просушивание
- Низкие потери при дыхании
- Не требуется перескладирования
- Не требуется химической обработки
- Нет жучков и клещей (Bioware)
- Мало микотоксинов
- Меньше повреждений и трещин (кукуруза, рис)
- Отсутствие оксидирования у масличных культур (рапс, подсолнечник, соя)
- Высокая всхожесть (пивоваренный ячмень, семенной материал)
- Меньше битых зерен (кукуруза, рис/необрушенный рис)
- Отсутствие желтой окраски (рис/необрушенный рис)
- Возможна продажа по выгодной цене

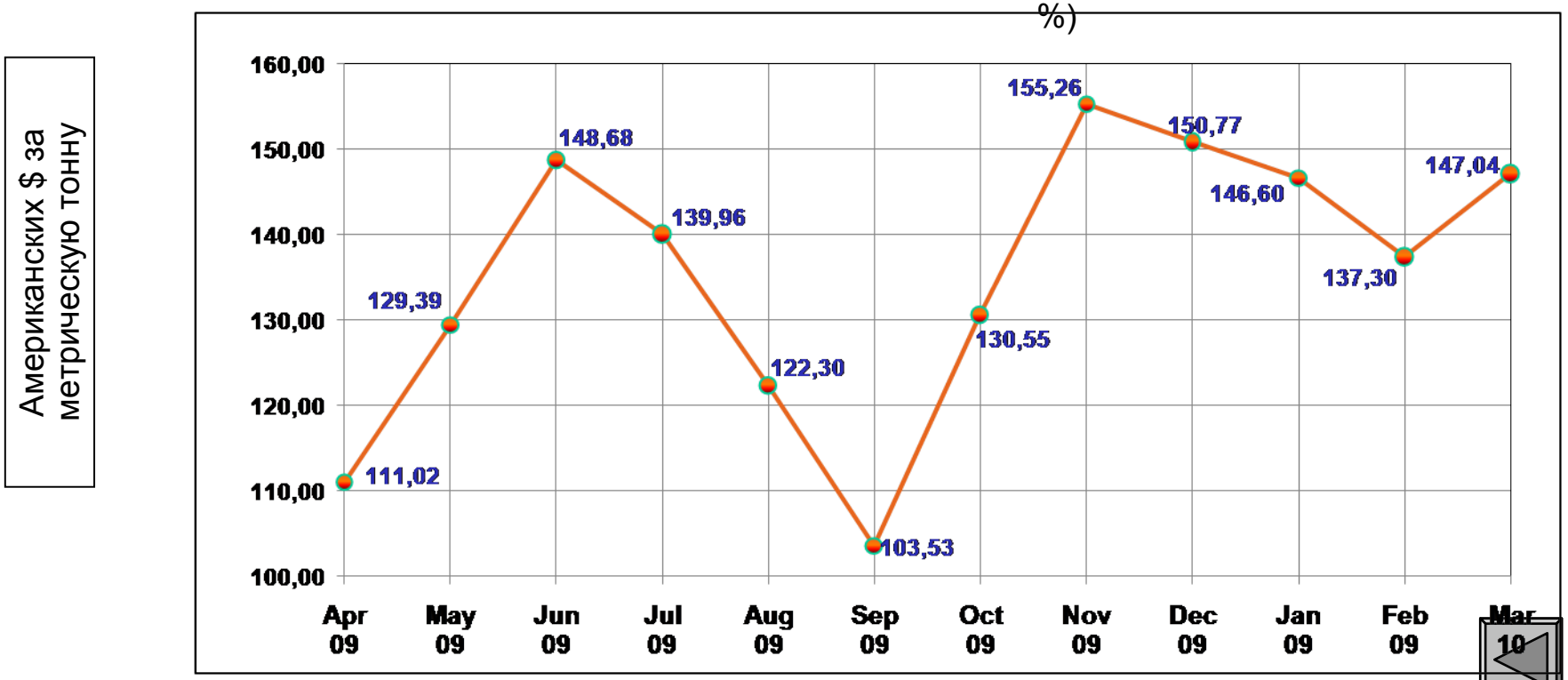
Анализ рентабельности

- Данные по хранению: 300.000 € (1.500 т) - 20.000.000 € (100.000 т)
- Инвестиции в прибор для охлаждения: 24.000 до 240.000 / 350.000 €
  - Энергия, обслуживание, запасные детали
- Экономия:
  - Более длительное время хранения/ универсальность, сохранность урожая и качества (всхожесть, субстанция зерна, масса, цвет, без трещин)
  - Снижение потерь от поражения насекомыми и грибками, перескладирования , просушивания
- Амортизация (ROI): чаще всего 1 - 2 года!

Анализ рентабельности (гибкость)

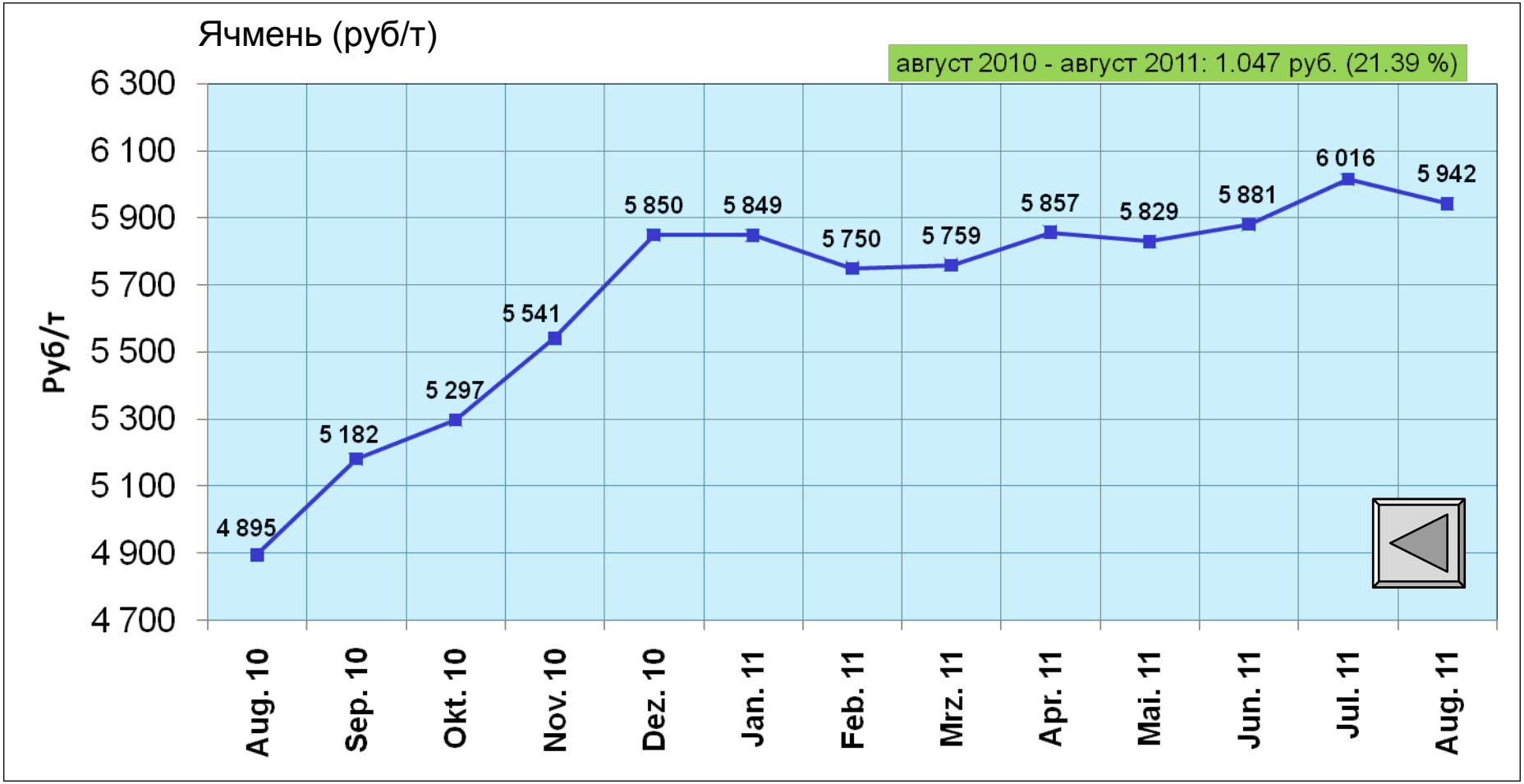
Barley, Canadian no.1 Western Barley, spot price, US$ per metric ton

Апрель 2009 - март 2010: 36,02 (32.44 %)



Source: International Monetary Fund

Анализ рентабельности (гибкость)



GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Срок хранения [дни] :	270	температура [°C] :	23,0	масло [€/л]:	0,40
Цена за тонну [€/т] :	120,00	влажность [%]	14,5	Инвестиц [€/t*a]:	0,9
Объем хранения [т] :	10 000	электричество [€/кВ/ч	0,07		

Потребление энергии	[кВ/ч/т]	5,0	-3 500,00 €
Амортизация через 10 лет	[%]		-9 000,00 €
Финансирование	[%]		-1 800,00 €
Затраты	[%]	0,5	-450,00 €
Варианты по срокам хранения	[%]	2,0	24 000,00 €
Сохранение урожая	[%]	0,2	2 400,00 €
Потери от поражения насекомыми	[%]	1,5	18 000,00 €
Потери от поражения грибками	[%]	1,0	12 000,00 €
Потери в результате перескладиро	[%]	0,03	360,00 €
Потери дыхания по Join	[т]	45,0	5 400,00 €
мин. затраты на сушку, масло	[lл]	2,0	8 000,00 €
Затраты на химическую обработку	[€/ т]	-	-
Экономия в целом, в год	[€]		55 410,00 €
Разовые инвестиции:	[€]		90 000,00 €
Амортизация через 10 лет	в годах		1,6

20% = 240.000 €
50% = 600.000 €

Распределение воздуха

- *В элеваторных ячейках с конусным отводом:*

  в середине плитовой холодильник

- *На складе с горизонтальным полом и на элеваторах с плоским днищем:*

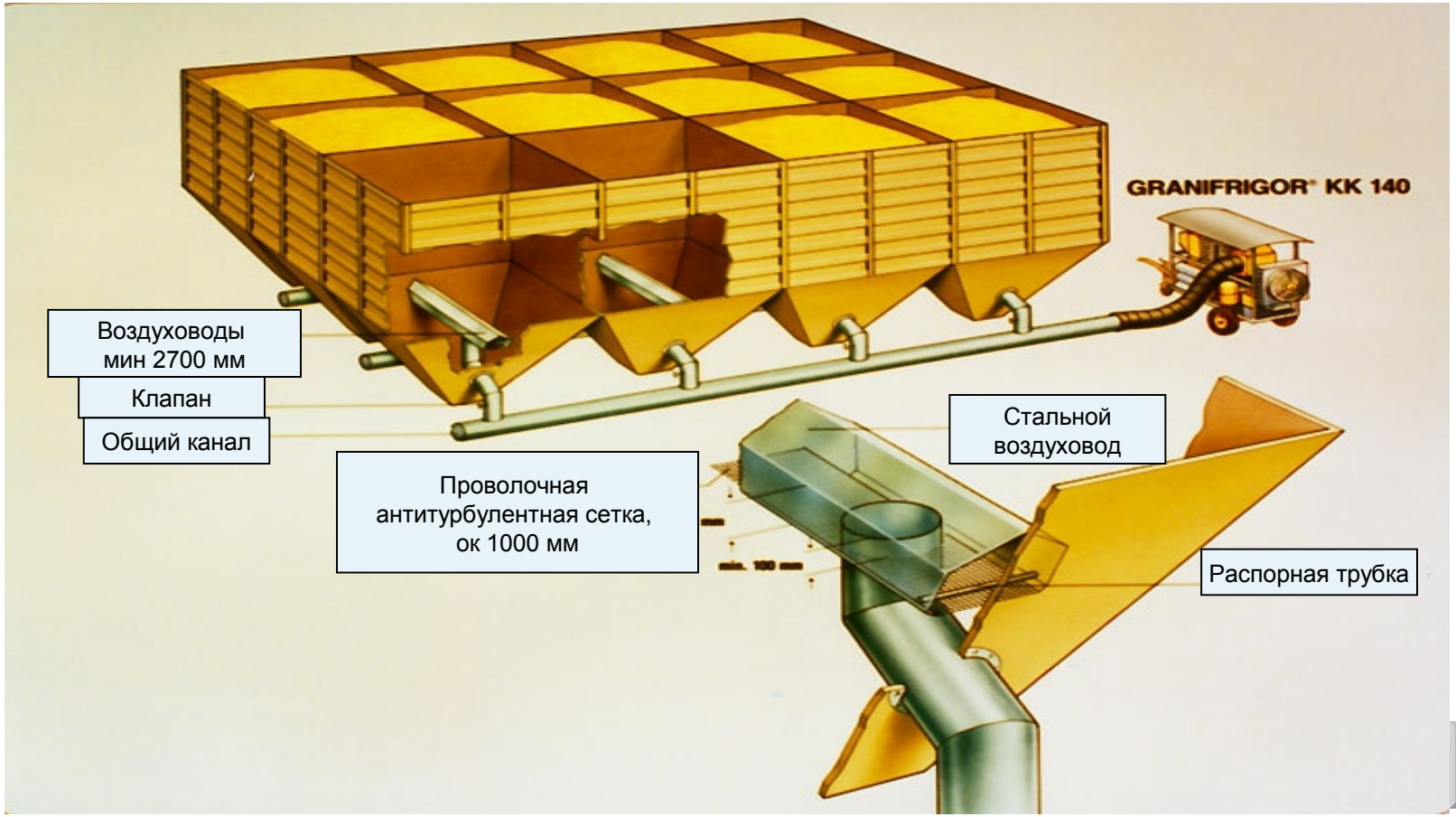
полукруглые, перфорированные, оцинкованные вентиляционные каналы или подкузовные каналы с настилом из листовой стали с отверстиями

- Расстояние от стены – охлаждающий канал; макс. ½ высоты насыпи

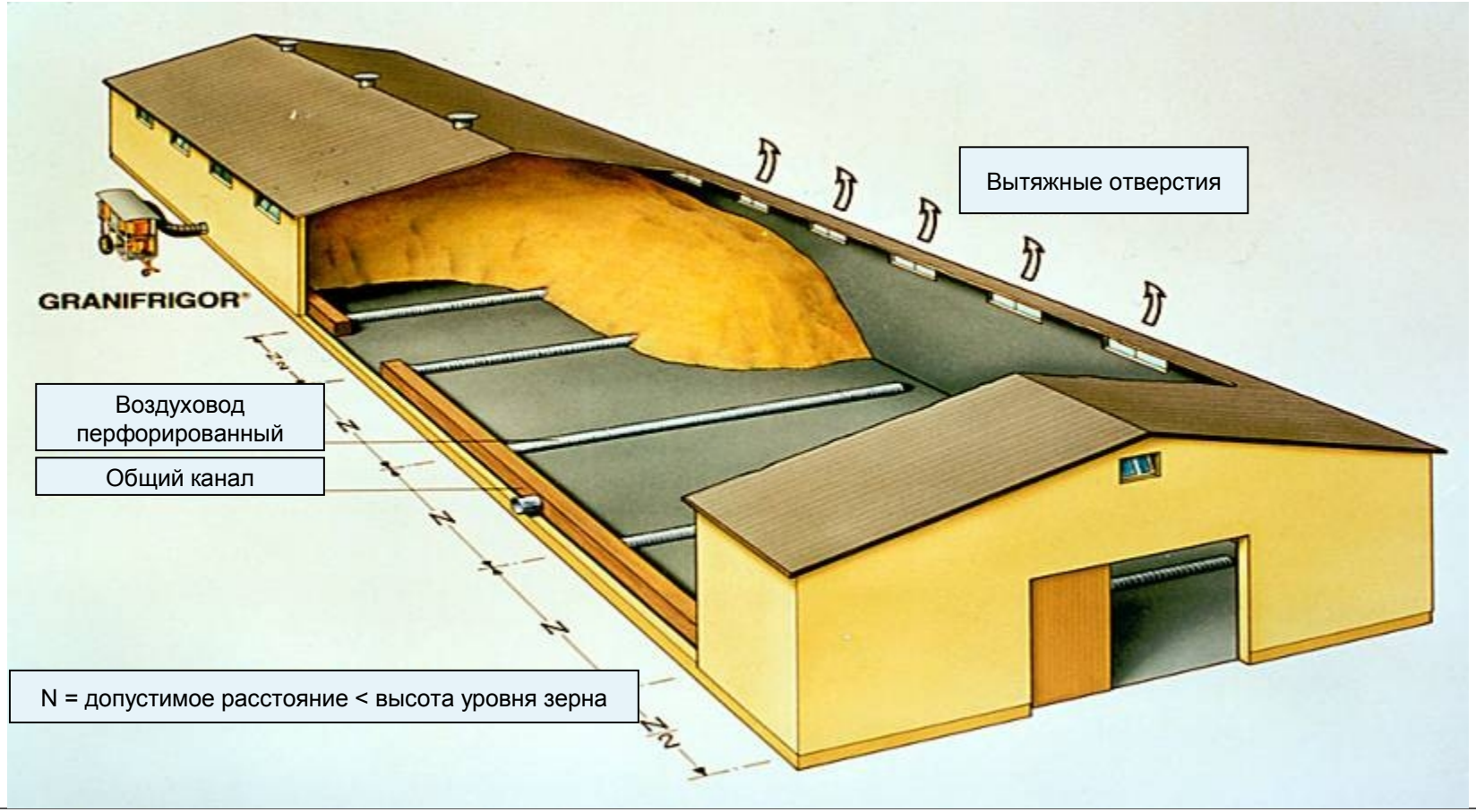
- Расстояние от охлаждающего канала – охлаждающий канал; макс. высоты насыпи

Система распределения воздуха

(в силосных ячейках с конусным отводом)



Охлаждение зерна на складе с горизонтальным полом



Подача воздуха на склад с горизонтальным полом

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

Охлаждающая установка

GRANIFRIGOR™ KK 145

FRIGOR TEC

Мощность охлаждения/обрудования *

GRANIFRIGOR™ тип	Номинальная мощность (т/24 ч.)	Объём склада (т)
KK 80 AHY	84	1.700
KK 145 AHY	134	2.800
KK 160 *Tropic*	160	3.250
KK 200 AHY	200	4.200
KK 280 AHY	288	6.000
KK 280 *Tropic*	360	7.500
KK 400 AHY	432	9.100
KK 400 *Tropic*	504	10.500

* Охлаждение до 10°C; Твнешняя среда. = 22°C; отн. влажность воздуха= 52%, влажность зерна =16%; обратное давление:1000 Па.

FRIGOR TEC

GRANIFRIGOR™ - *работает по всему миру* -

Области применения

В целом: все виды зерновых и (масличных) семян

Консервирование холодом:

зерновые и кормовые культуры, пивоваренный ячмень, кукуруза, сорго, рис, рис-сырец, семена подсолнечника, льняное семя,соя, рапс, ядро арахиса, бобовые, семена трав, картофель,орехи, гранулированный корм, кофе, какао-бобы,...

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Зерновой склад с горизонтальным полом

GRANIFRIGOR™ KK 80

GRANIFRIGOR™ KK 180

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Охлаждение зерна в элеваторе

GRANIFRIGOR™
KK 140 TY

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Охлаждение зерна в элеваторе

Охлаждение склада с горизонтальным полом

GRANIFRIGOR™
KK 220 AHY

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Охлаждение зерна в силосе

GRANIFRIGOR™
KK 280 TY

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

Охлаждение зерна на складе с горизонтальным полом

GRANIFRIGOR™
KK 280 TY

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

Охлаждение зерна в силосе

GRANIFRIGOR™
KK 220 TY

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Охлаждение зерна в силосе

GRANIFRIGOR™
KK 400 TY

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

FRIGOR TEC

Охлаждение зернохранилища при помощи твёрдого воздухопровода

GRANIFRIGOR™
KK 400

GRANIFRIGOR™ Getreidekühlung

Охлаждение зернового склада с горизонтальным полом :

(вентиляция при помощи охлаждающей установки)

Спасибо за внимание!