

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



**Охлаждение зерна:
Сохранение качества пивоваренного ячменя
и других злаков при длительном хранении**



www.frigortec.com

Зерновые & Масличные



Кукуруза



Рапс



Рис



Пшеница

Темы

- Дыхание
- Насекомые-клещи-грибы
- Опыт охлаждения зерновых культур
- Хранение
- Эффект от процесса сушки
- Вентилирование воздухом
- Рентабельность охлаждения
- Распределение воздуха
- 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 грибов 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 грибов или снижение всхожести**), либо **вторичные факторы риска** (**насекомые или клещи**).

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:



Массовый расход при сжигании 1 кг углеводов:

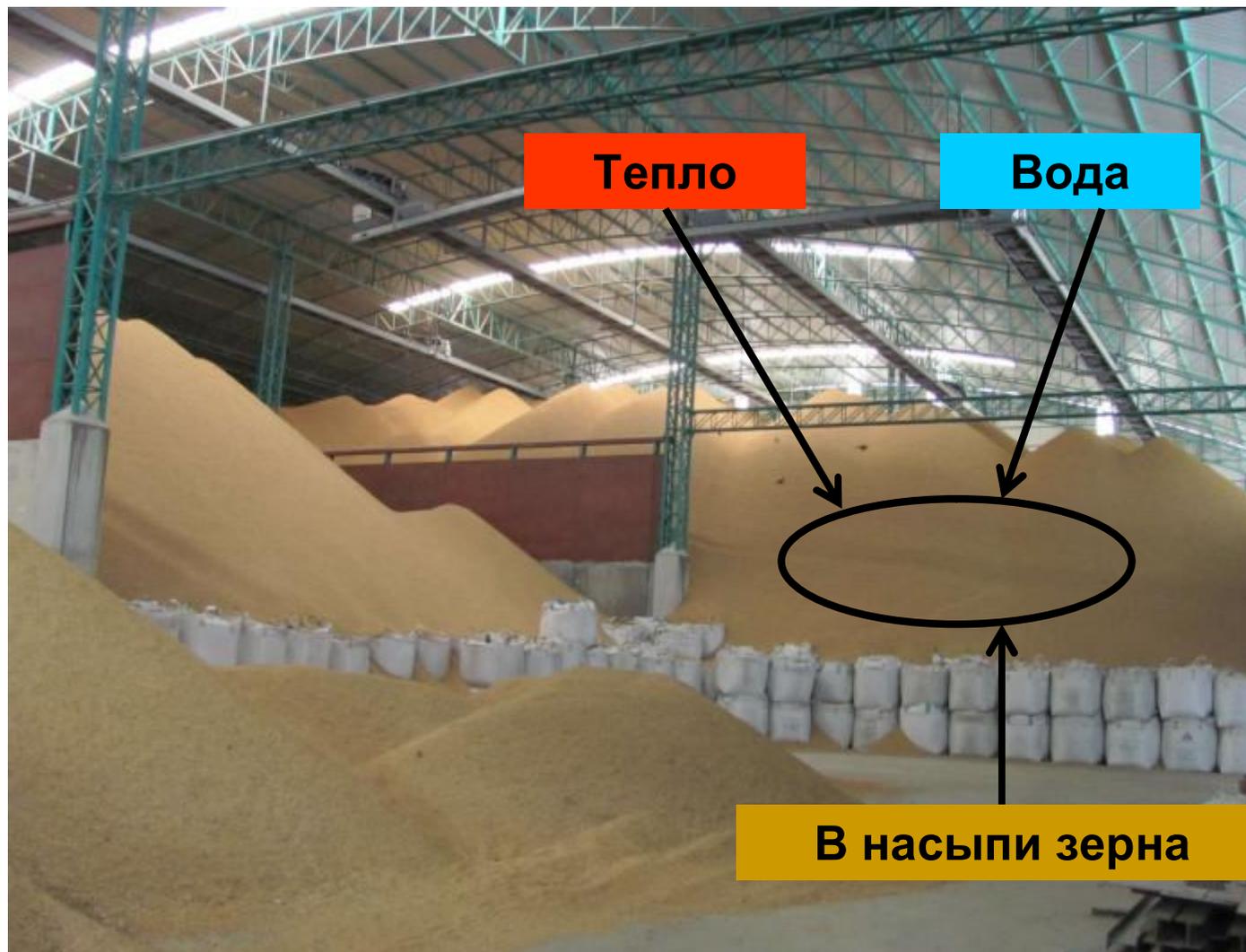
$$1.000 \text{ гр.} + 1.122,81 \text{ гр.} \rightarrow 1.543,86 \text{ гр.} + 578,95 \text{ гр.} + 16,48 \text{ мдж}$$



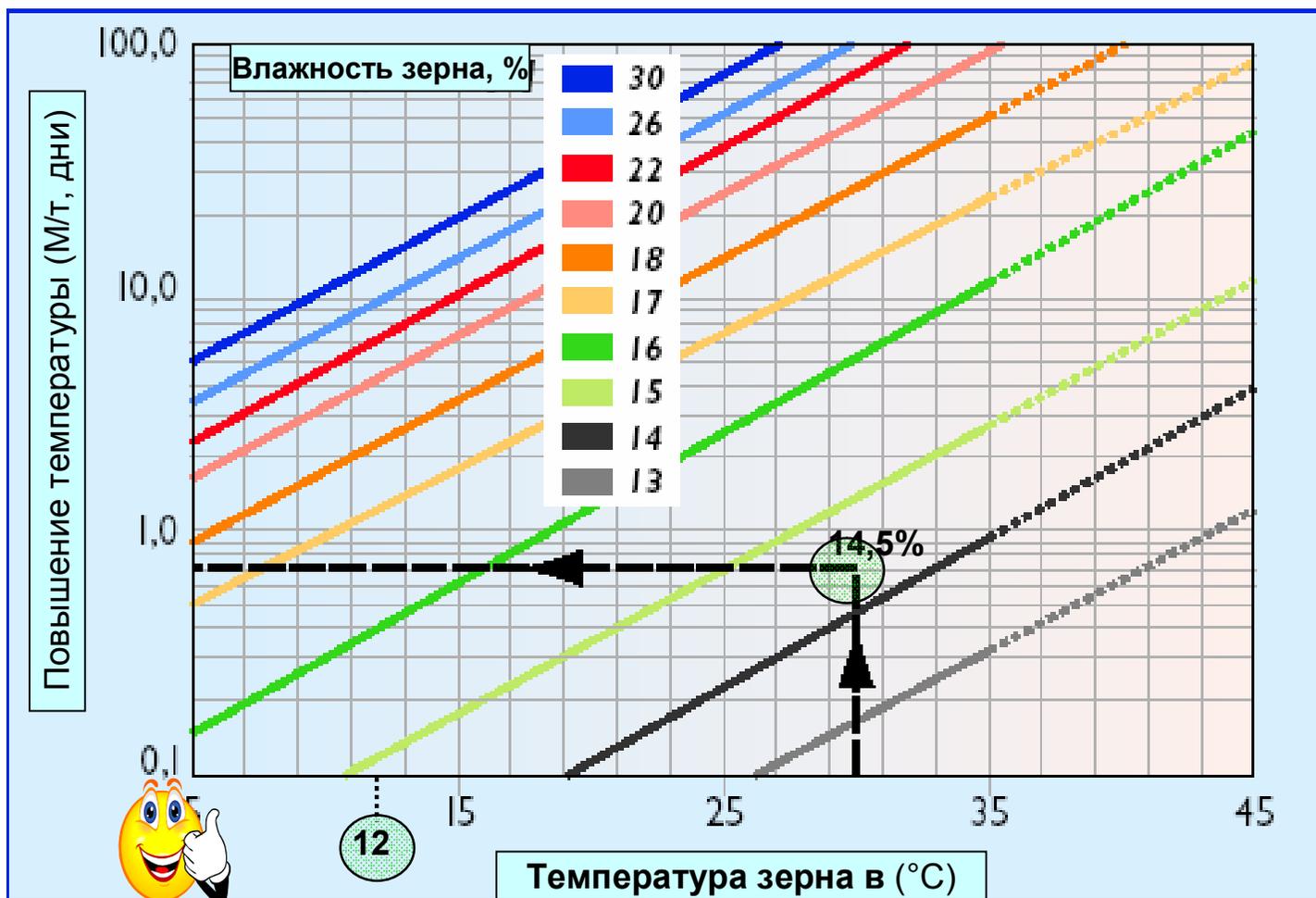
Зерно живёт, дышит и выделяет тепло!

Этот процесс зависит от влажности и температуры продукта.

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



Потеря массы зерна (по Jouin)



Потеря массы зерна в результате

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			
$\text{Потери зерна [т]} = \frac{\text{Образование тепла [мдж/т, день]} \times \text{время хранения [день]} \times \text{объем хранения [т]}}{15.000 \text{ [мдж/т]} \times (1 - \text{влажность зерна})}$			
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 12°C:	минимально (< 1)	-----

Потери убранного урожая

± 250 млн. т. зерна в соответствии с ФАО

(± 10% мирового урожая!)

- **65% повреждение насекомыми**
- **20% повреждение грибами**
- **15% повреждение грызунами и птицами**

Насекомые



**Хрущак
малый
булавоусый**

*Tribolium
castaneum*



**Кукурузный
долгоносик**
*Sitophilus
zeamais*

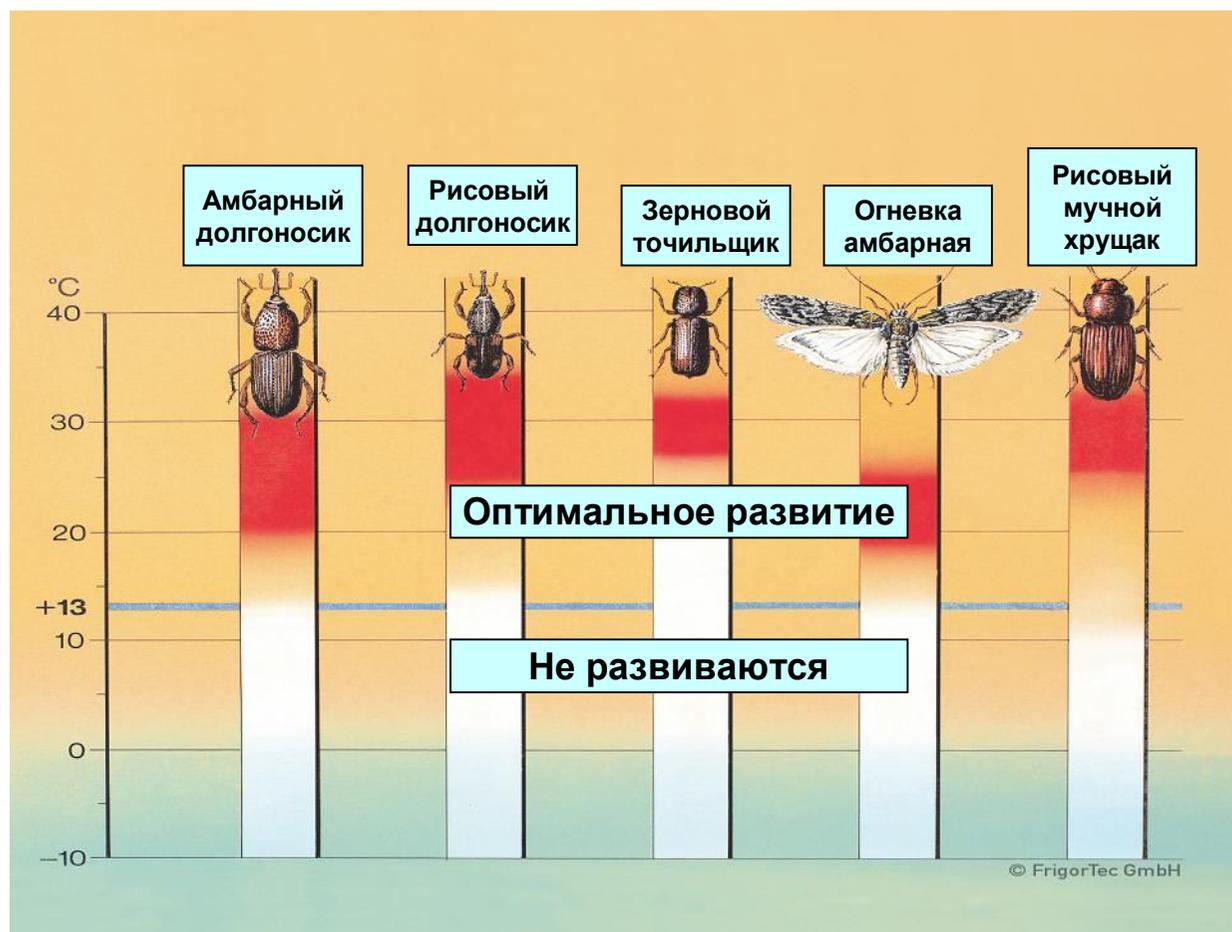


**Амбарный
долгоносик**
*Sitophilus
granarius*



**Рисовый
долгоносик**
Sitophilus oryzae

Развитие вредителей



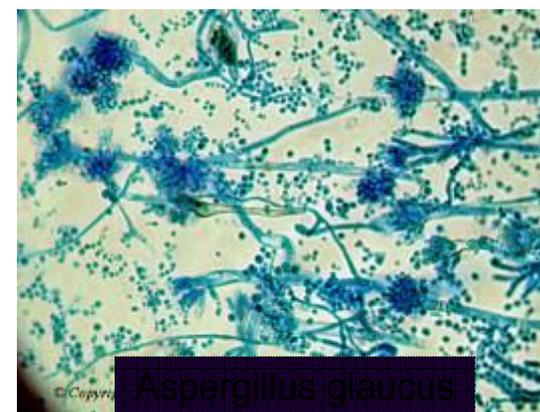
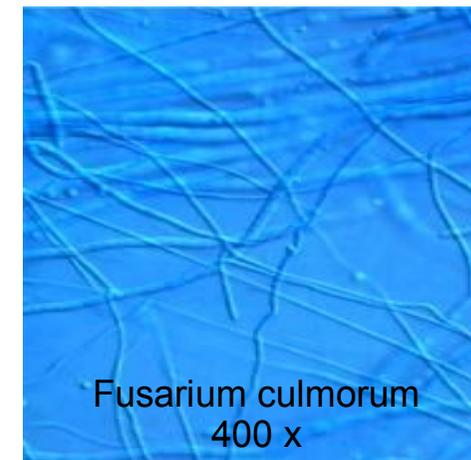
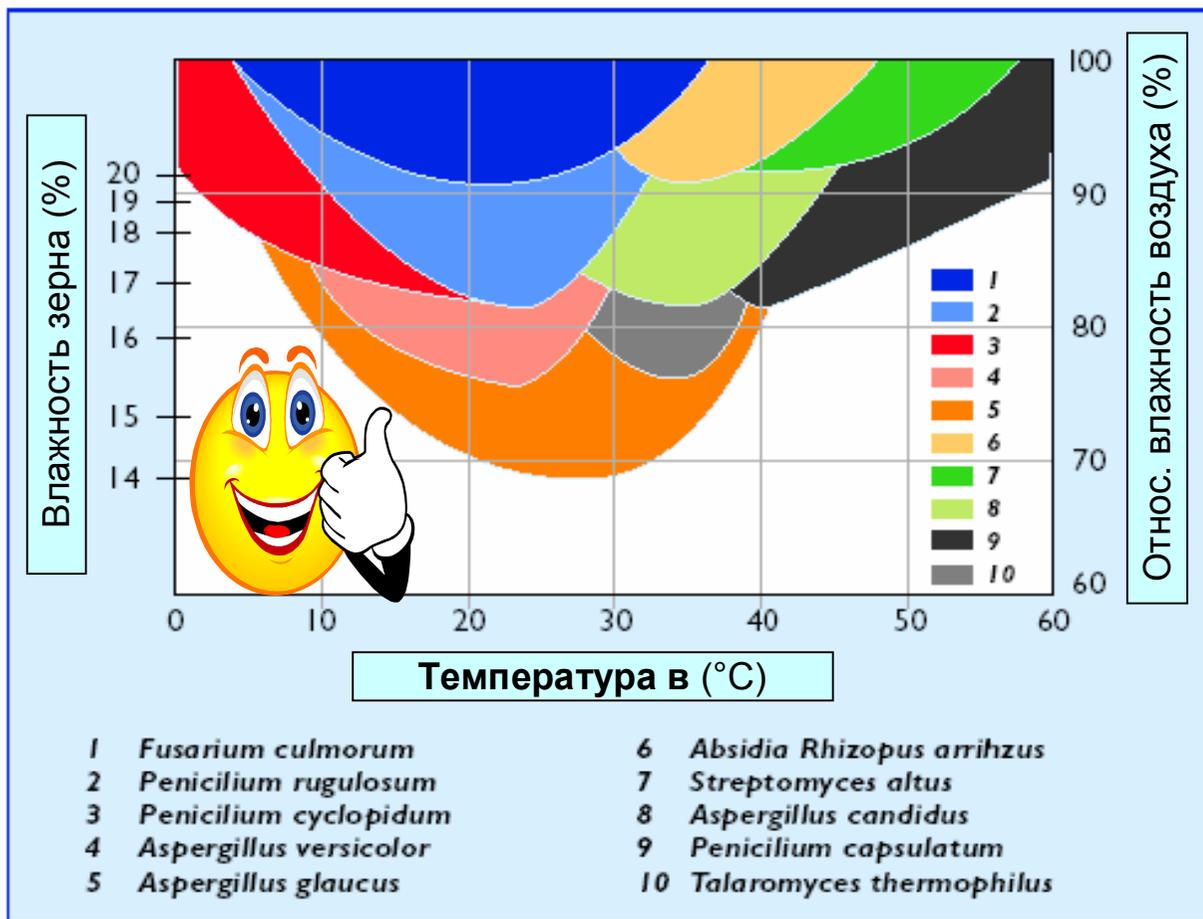
Поражение насекомыми



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!***

Развитие различных организмов!



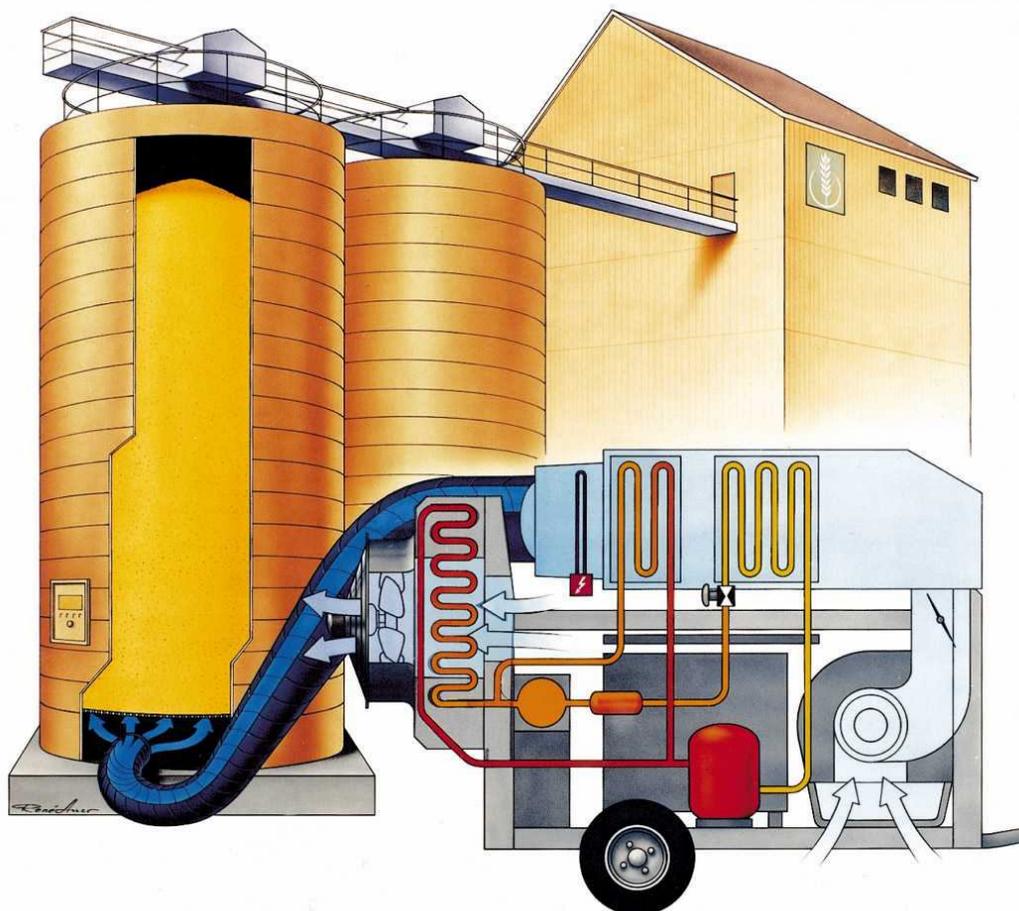
Что подразумевается под консервацией зерна охлаждением?

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

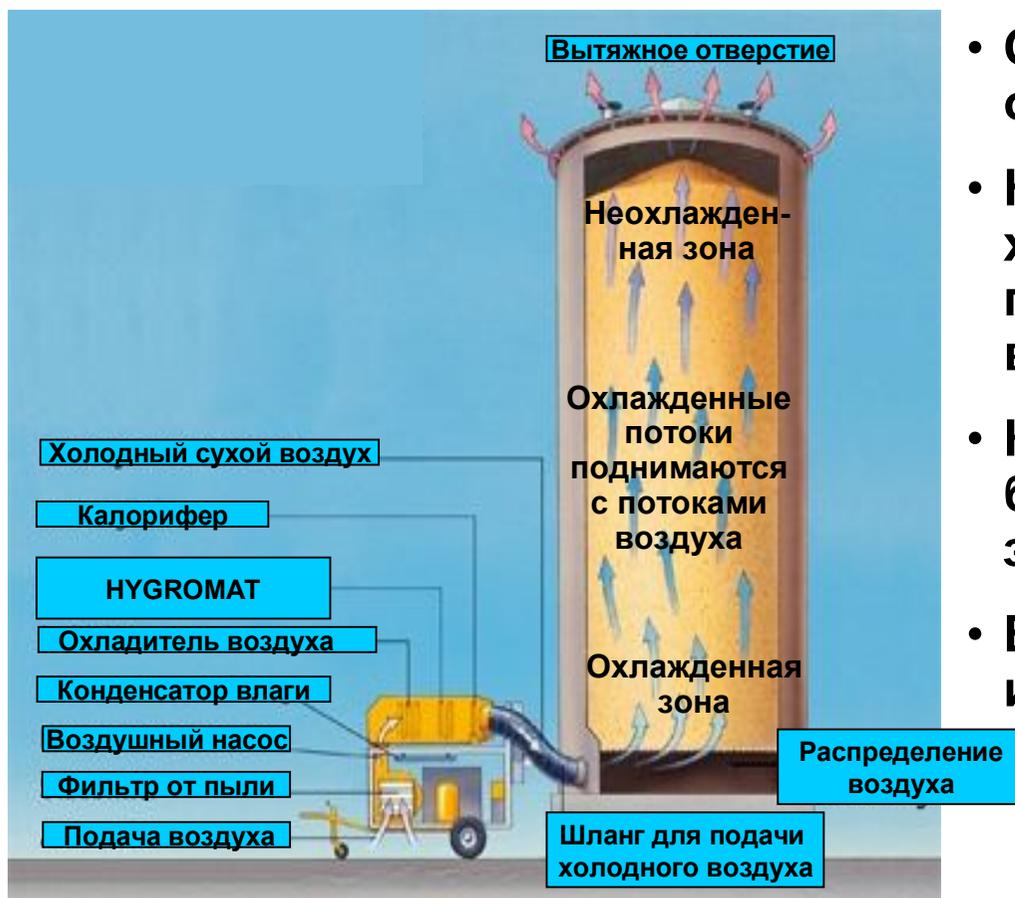
GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



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 выдавливать через засыпанное зерно
- Воздух впитывает из зерна тепло и выносит его наружу.

Независим от погодных условий!

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)

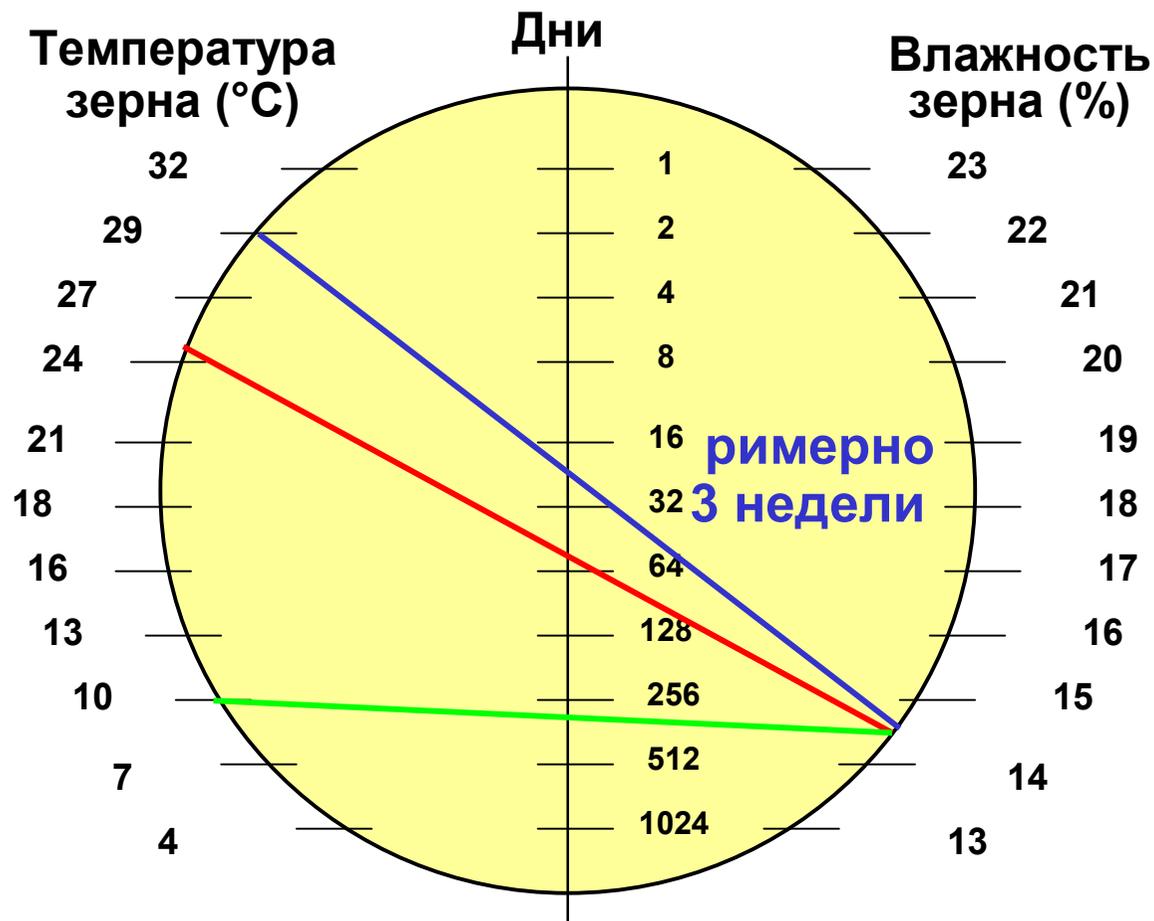
8 -12 кВт.ч /т (тропическая зона)

Медленное согревание холодного складированного зерна

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

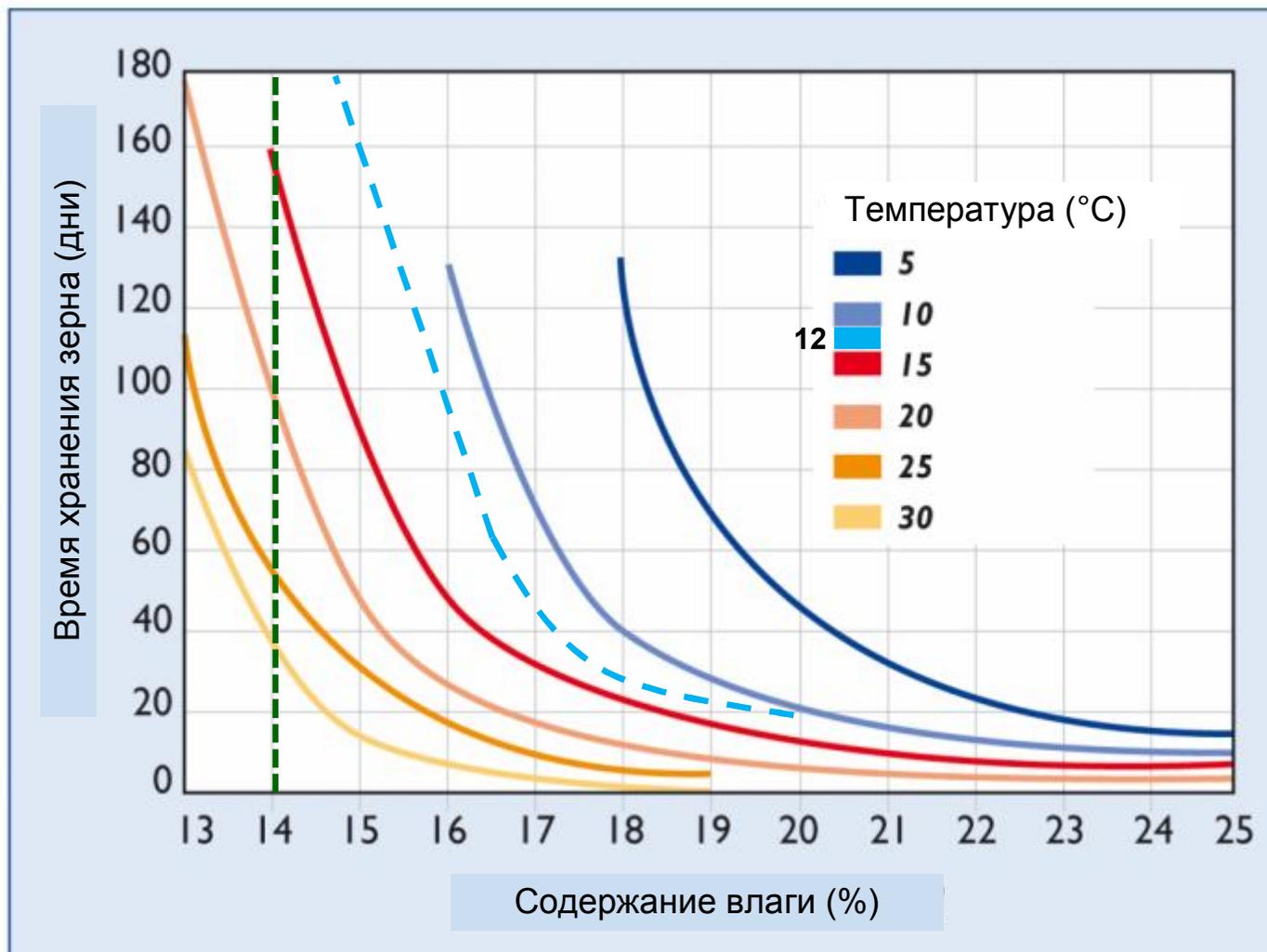


Время хранения зерна



Нормативные показатели для охлаждения зерна
Время хранения и меры зависят от результатов непрерывного контроля.

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



**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	*	*	*	1-2 года	330	350	140	100	60

* 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

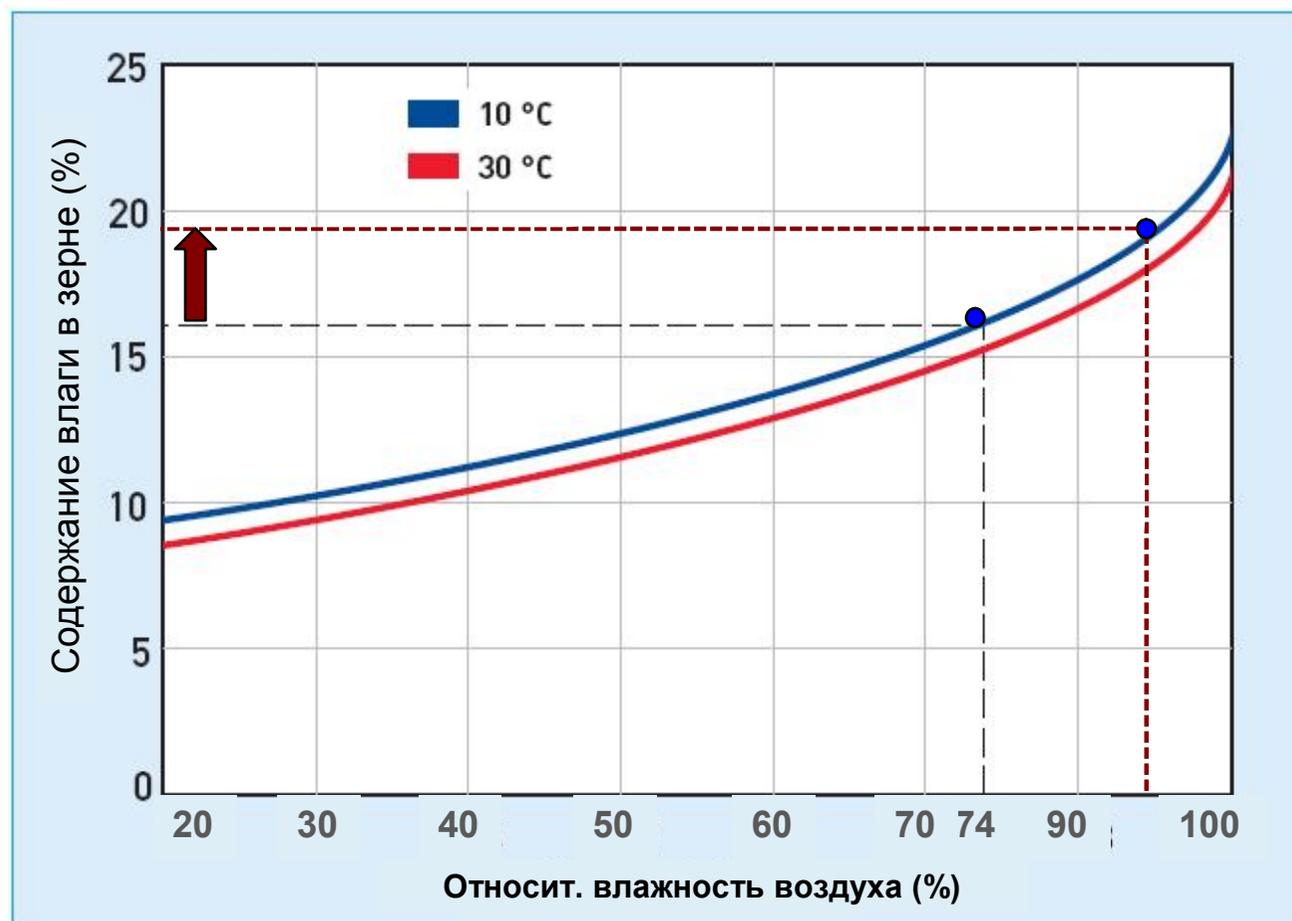
Эффективность просушивания

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

Угроза при вентиляции окружающим воздухом

Зерновые гигроскопичны!

Изотермическая сорбция пшеницы



Угроза при вентиляции окружающим воздухом

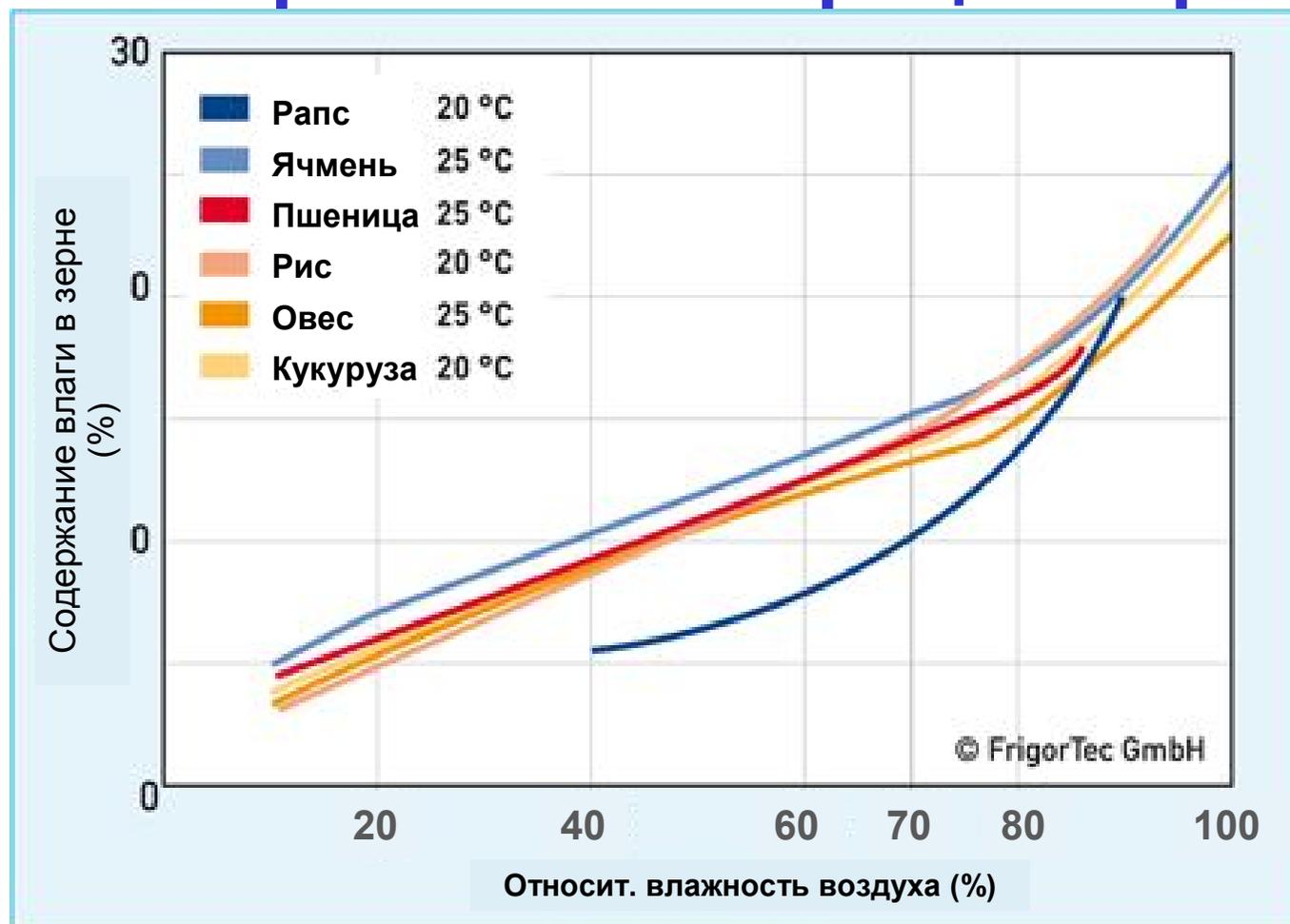
Зерновые гигроскопичны!

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 зерна



Комкование и зависание



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:

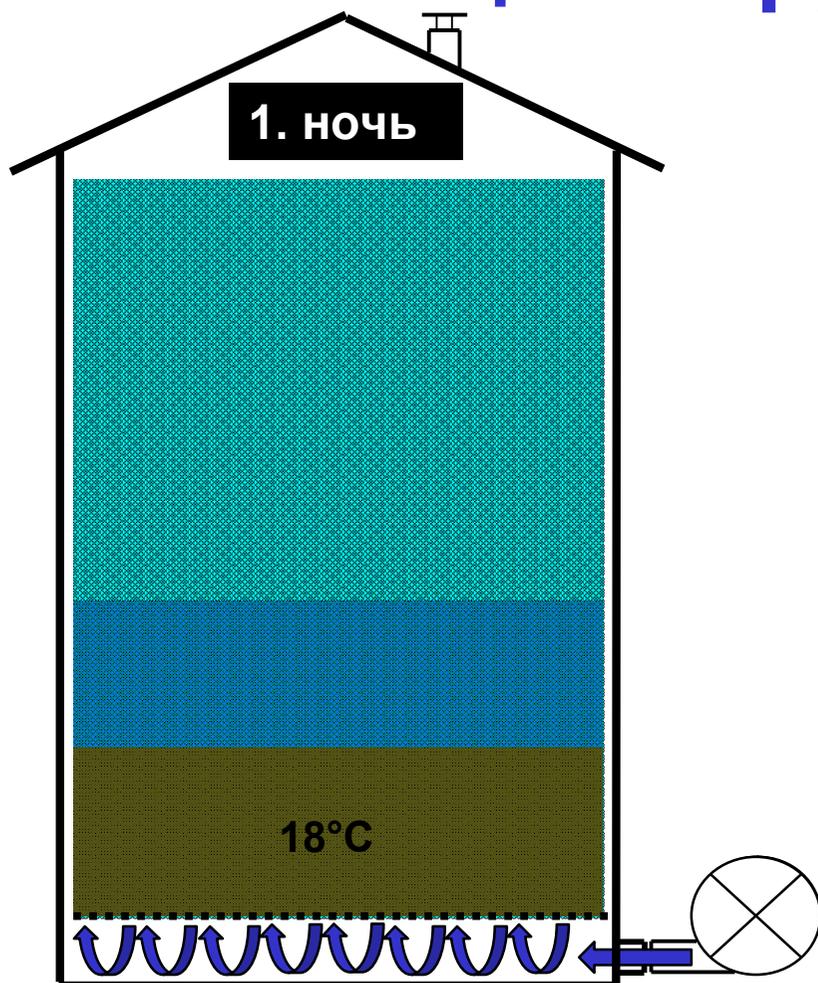
разность температур: 6°C: $\geq 16,5$ % влажность зерна

7°C: $\leq 14,0$ % влажность зерна

(Реф.: Хумпиш)

www.frigortec.com

Вентиляция окружающим воздухом



температура окружающей среды: 15°C

разность температур мин. 7°C,

Нет угрозы увлажнения при
вентиляции!

Внимание:

**не допускается разность
температур в 7°C!**

Угроза увлажнения при
дальнейшей вентиляции!

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 грибов
- **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

Экономичность охлаждения зерна, критерии

- Экономия затрат на просушивание
- Низкие потери при дыхании
- Не требуется перескладирования
- Не требуется химической обработки
- Нет жучков и клещей
- Мало микотоксинов
- Меньше повреждений и трещин (кукуруза, рис)
- Отсутствие окисления 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

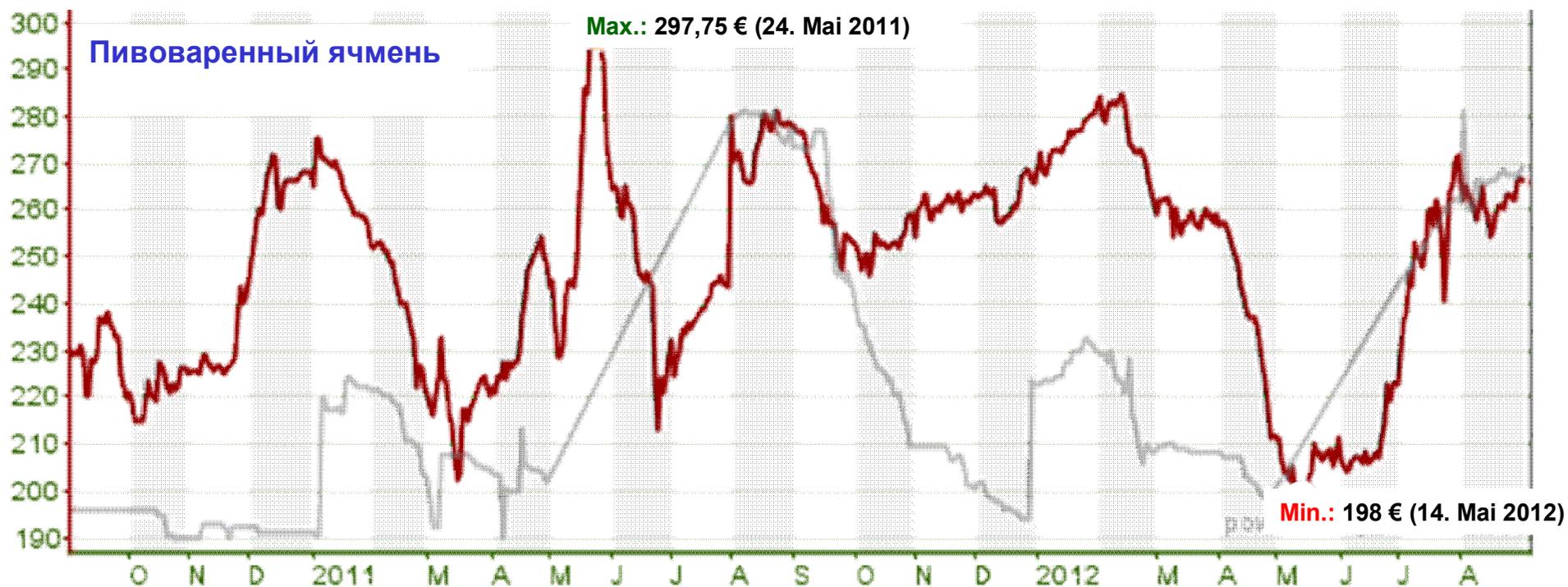
- Данные по хранению: 300.000 € (1.500 т) - 20.000.000 € (100.000 т)
- Инвестиции в прибор для охлаждения: 24.000 до 240.000 / 350.000 €
- Энергия, обслуживание, запасные детали
- Экономия:
 - Более длительное время хранения/ **универсальность**, сохранность урожая и качества (всхожесть, субстанция зерна, масса, цвет, без трещин)

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



Анализ рентабельности (гибкость)

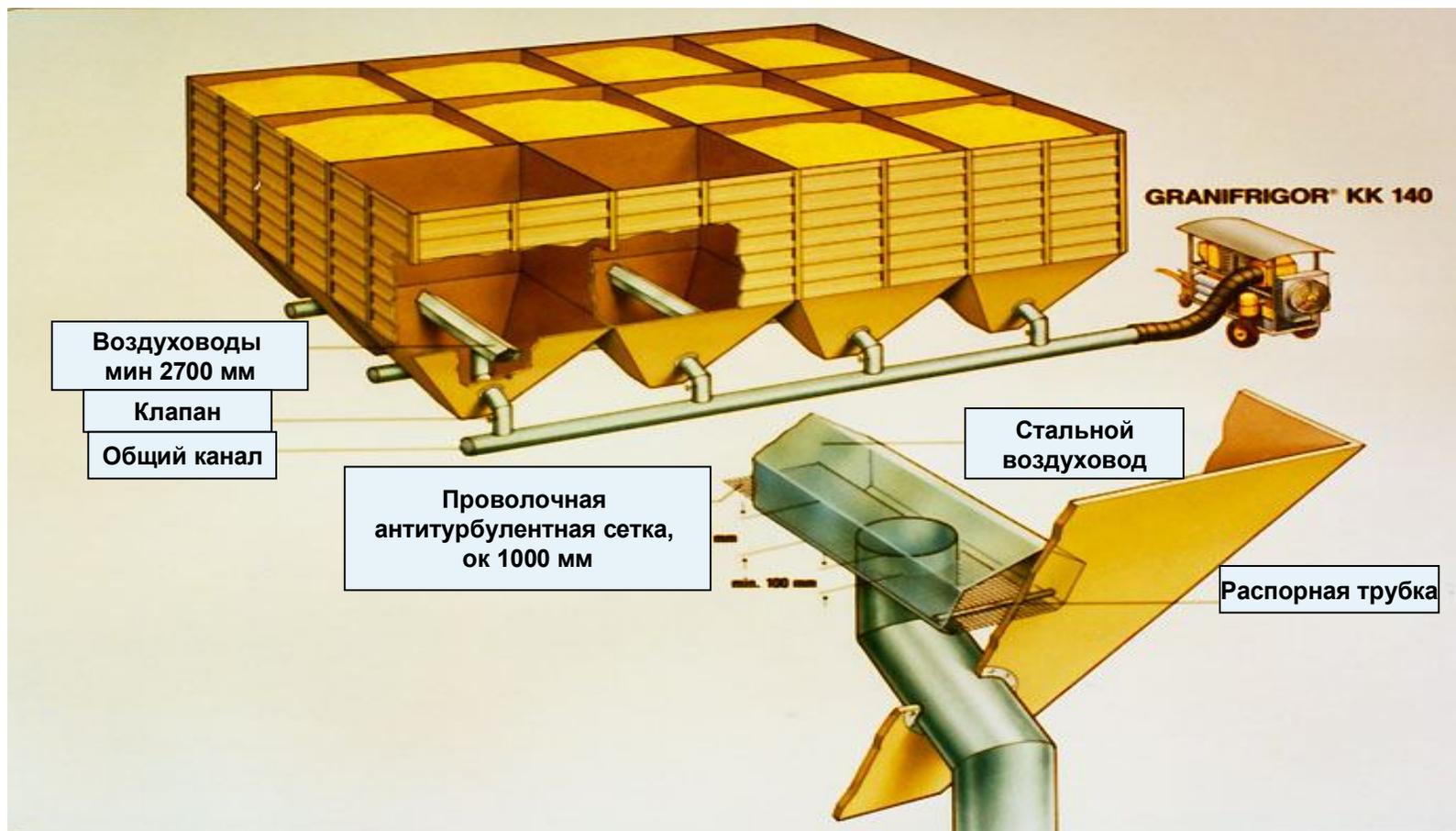
Euro (€)



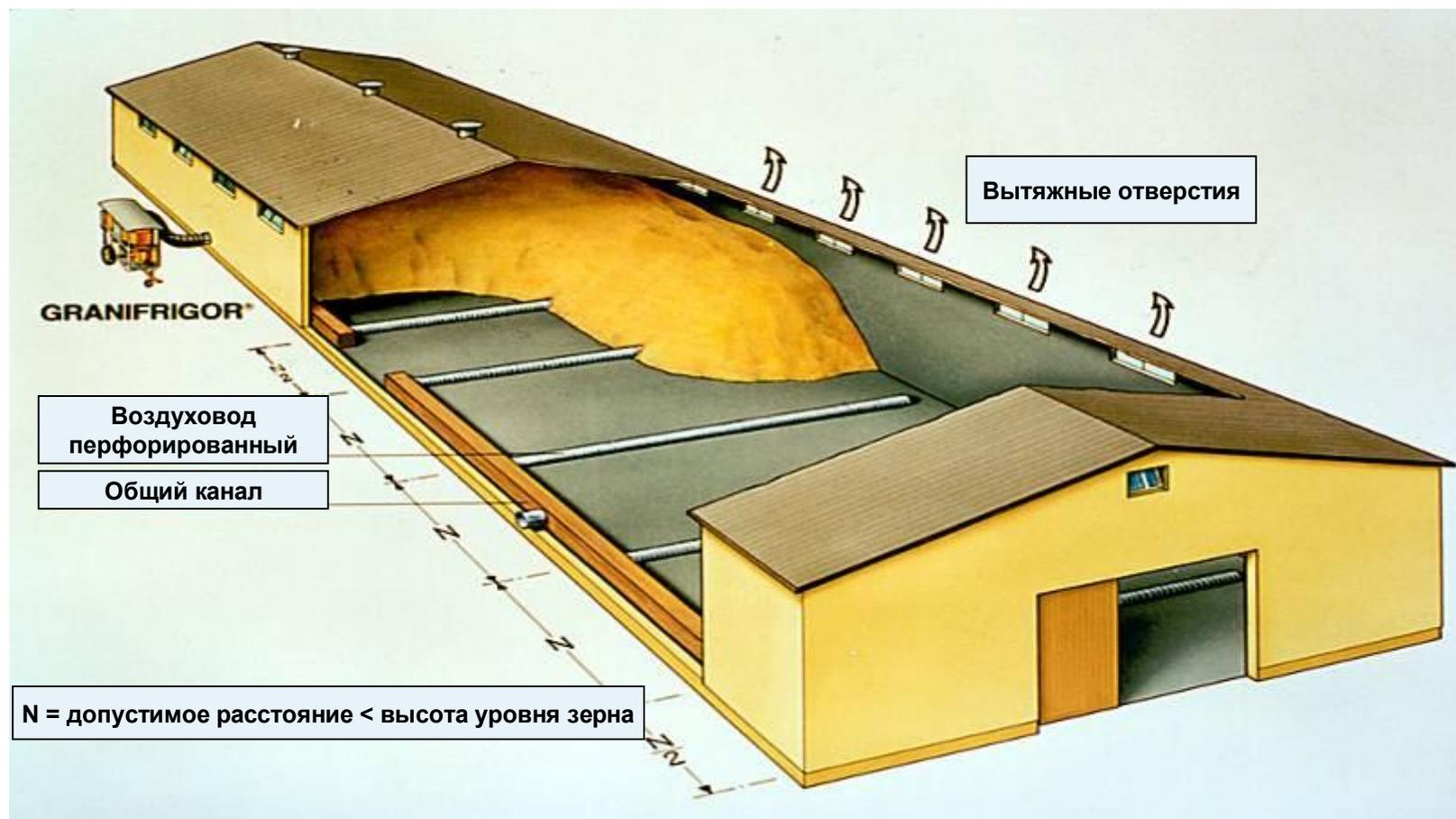
Анализ рентабельности

- 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!**

Система распределения воздуха (в силосных ячейках с конусным отводом)



Охлаждение зерна на складе с горизонтальным полом



GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



Подача воздуха на склад с горизонтальным полом



GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC

Охлаждающая
установка

GRANIFRIGOR™
KK 145



www.frigortec.com

Мощность охлаждения/оборудования *

GRANIFRIGOR™ тип	Номинальная мощность (т/24 ч.)	Объём склада (т)
КК 80 АНУ	84	1.700
КК 145 АНУ	134	2.800
КК 160 <i>Tropic</i>	160	3.250
КК 200 АНУ	200	4.200
КК 280 АНУ	288	6.000
КК 280 <i>Tropic</i>	360	7.500
КК 440 АНУ	432	10.000
КК 440 <i>Tropic</i>	504	11.500

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

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC

Охлаждение зерна в
элеваторе

GRANIFRIGOR™
KK 140 TY



www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC



Охлаждение зерна в
силосе

GRANIFRIGOR™
KK 280 TY

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC



Охлаждение зерна
на складе с
горизонтальным
полом

GRANIFRIGOR™
KK 280 TY

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC

Охлаждение зерна в
силосе

GRANIFRIGOR™
KK 400 TY



www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC



Охлаждение
зернохранилища
при помощи
твёрдого
воздухопровода

**GRANIFRIGOR™
KK 400 АНУ**

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна

FRIGOR  TEC



Охлаждение
зернового склада
с горизонтальным
полом:

(вентиляция
при помощи
охлаждающей
установки)

www.frigortec.com

GRANIFRIGOR™ Охлаждение зерна



Спасибо!