


# Контрол и управление на вентилирането

Съставил: Николай Димитров УХТ гр. Пловдив

Катедра: Технология на зърнените, фуражните, хлебните и  
сладкарските продукти



# Какво е „активно вентилиране“?

- Активното вентилиране е процес на придвижване на атмосферен въздух от пространството около зърнената вместимост през зърнения насип, използвайки вентилатори, подходящо подредени вентилационни канали и изходящи отвори.

# Управлението цели

- Вентилираме когато крайният ефект е:  
**ОХЛАЖДАНЕ+ПОДСУШАВАНЕ**
- Това зависи от:
  - Температурата на зърното
  - Влажността на зърното
  - Температурата на въздуха
  - Относителната влажност (RH) на въздуха
- **Параметрите на въздуха зависят от климатичните условия на местността**

# От какво зависи управлението?


- Възможността за вентилиране зависи от:
  - Състоянието на зърното
  - Параметрите на околния въздух
- Състоянието и възможностите на вентилационната система
  - Вид на системата – смукателна или нагнетателна
  - Дебит на вентилатора
  - Състояние на каналите и отдушниците

# Проблеми на вентилирането

- Малко часове с подходящи условия за вентилиране
  - Малко часове с ниски температури - бавно охлаждане
  - Часовете с ниски температури са достатъчни, но влажността на въздуха е висока => навлажняваме зърното

Проблем!!

Вентилиране без полза => ИЗЛИШНИ  
РАЗХОДИ!




# Начини за управление

- „Без управление“
- Ръчно
- Чрез таймер
- Чрез сравняване на външната температура и тази в насипа
- Чрез измерване на атмосферните условия
- Чрез „интелигентни системи“

# „Без управление“

- Непрекъснатата 24h работа на вентилаторите в рамките на няколко дни
- Удобно е за климатични зони с ниска средна относителна влажност на въздуха (RH) и ниски температури
- За България:
  - Есенно-зимен сезон с няколко последователни ясни и студени дни!
  - $RH < 70-80\%$



# Ръчно управление (почти без управление)

- Помолваме пазача да включи вентилирането между 22:00h и 5:00h, ако е сухо времето
- Резултатът е случайна величина!
- Модерен вариант:
  - Часовник (таймер), които включва вентилаторите в определен интервал от денонощието (ниска цена на ел. енергията)
    - Просто управление
    - Опасност от навлажняване





# Ръчно управление

- Знаем състоянието на зърното
- Следим състоянието на въздуха – температура и RH
  - Включваме вентилирането при благоприятни условия и изключваме при неблагоприятни
- Човешки фактор
  - Необходим е човек през нощта
  - Образован, отговорен, надежден

# Чрез сравняване на температурите

- Вентилаторите се включват, когато температурата на въздуха е с 5 до 10°C по-ниска от тази на зърното
- Два температурни сензора – един за температурата на околния въздух и друг за температурата на зърното
- Вторият сензор се поставя в горната част на дълбочина 0,5 до 1 m
  - Точно да бъде отчетен момента, в който охлаждащият фронт напуска насипа.
  - Поставянето му на повърхността на насипа – неточно отчитане


# Чрез сравняване на температурите

- Колко да се настрои температурната разлика?

$$\Delta t = t_{\text{зърно}} - t_{\text{въздух}}$$


- Влажен климат -  $\Delta t = 6-10^{\circ}\text{C}$
- Сух климат –  $\Delta t = 3-6^{\circ}\text{C}$
- Бързо охлаждане, но до по-високи температури на зърното – малко  $\Delta t$
- Бавно охлаждане, но до по-ниски температури - голямо  $\Delta t$

Внимание!! Да се отчита загряването на въздуха от вентилатора!!



# Чрез сравняване на температурите

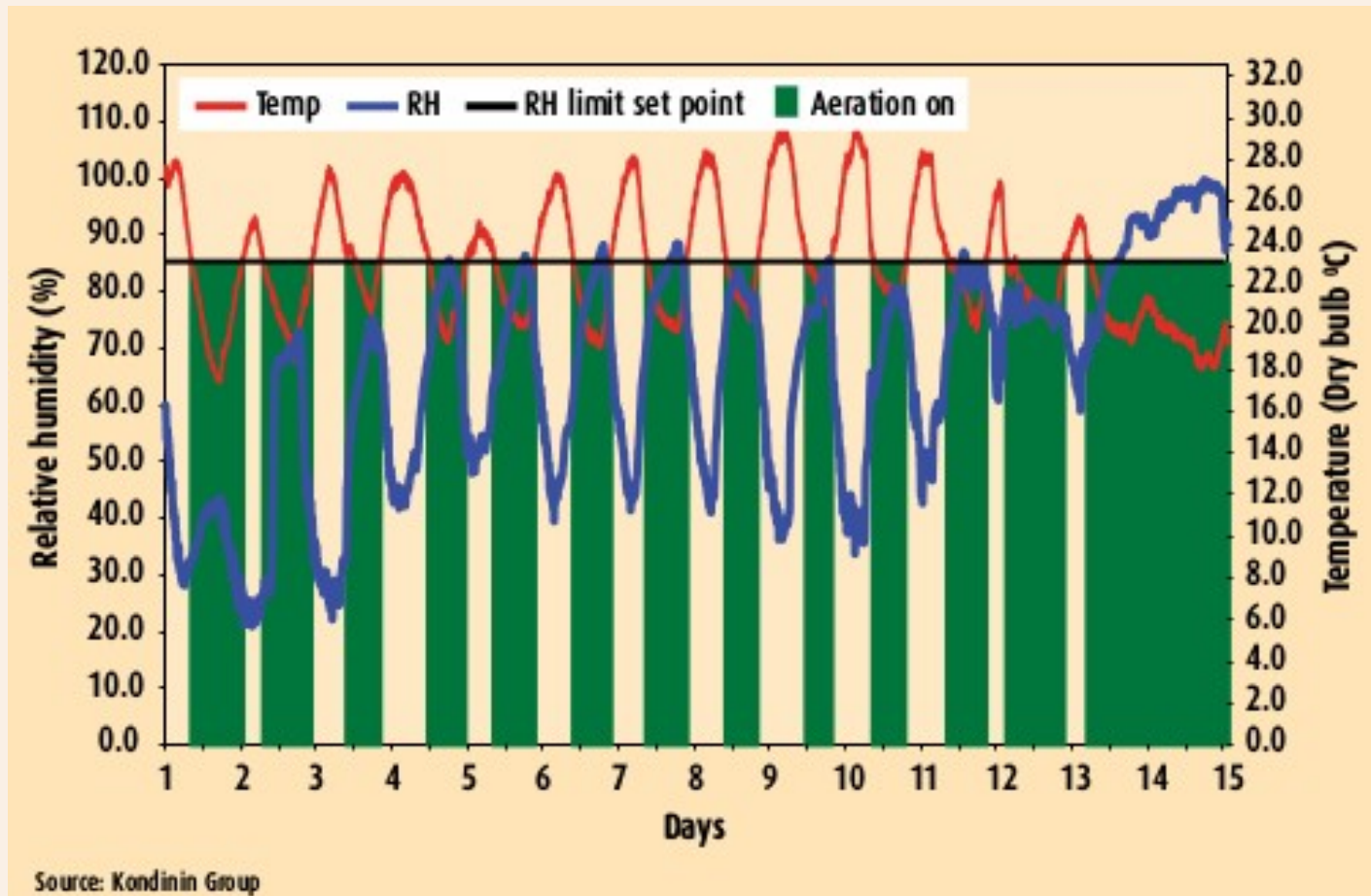
- Предимства:
  - Просто управление
  - Достъпно (всеки може да си го направи сам)
  - Добри резултати
- Недостатъци
  - Опасност от навлажняване
  - Сензорът в горната част пречи на изпразването
    - Трябва да се поставя наново



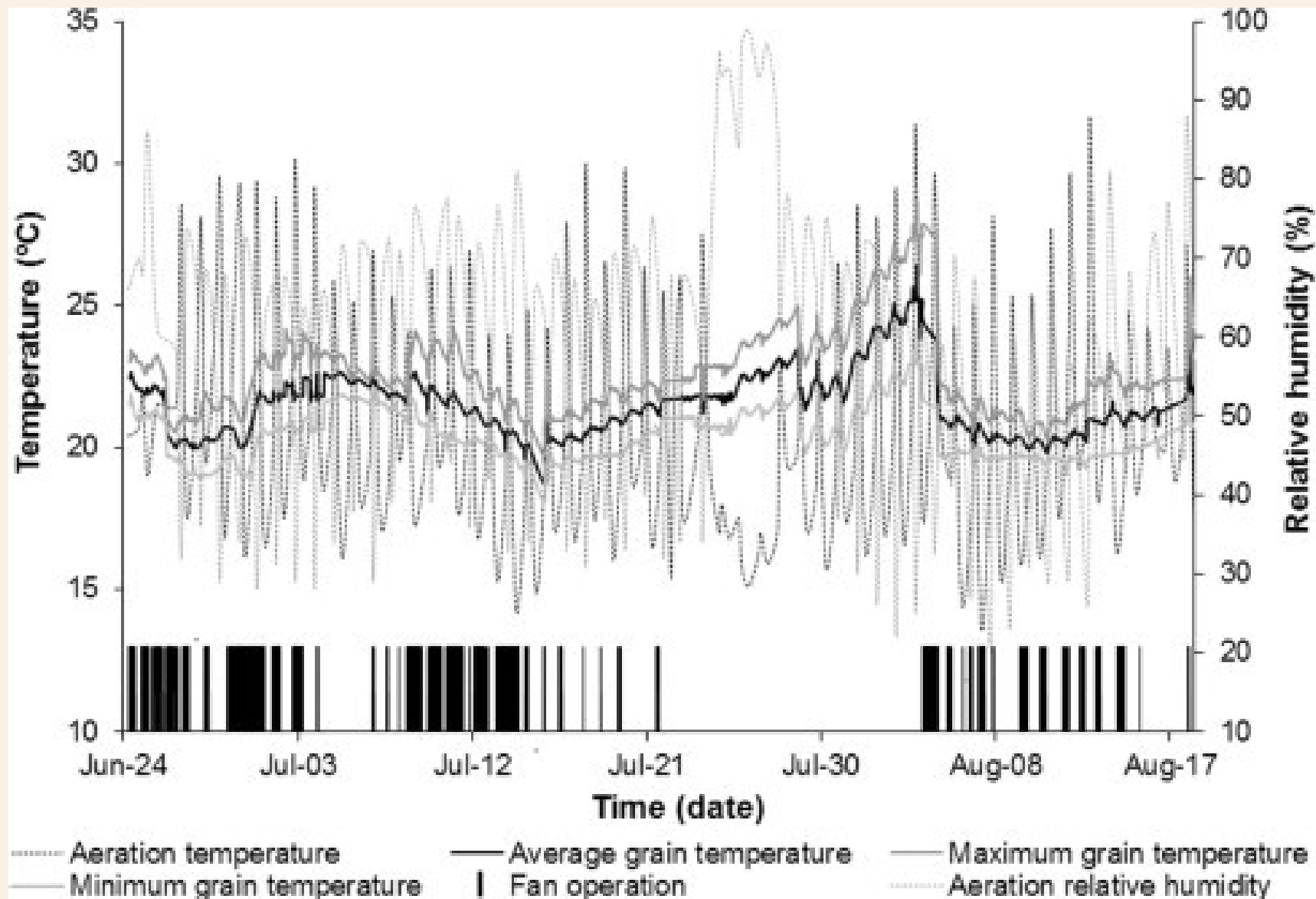
# Чрез измерване на атмосферните условия

- Автоматично се измерва:
  - Температурата на въздуха
  - RH на въздуха
- Ако те са под предварително зададени стойности => вентилирането се включва
- Контролерът измерва температурата и относителната влажност на въздуха и включва вентилаторите, само когато условията са под предварително зададените.

# Измерване на атмосферните условия



# Измерване на атмосферните условия



# Управляващи стойности

- I-ви цикъл
  - Вентилира се по време на жътва
  - Температура на въздуха - под 20-25°C)
  - Крайна температура на зърното – възможно най-студено (обикновено е 22-25°C, но са възможни и по-ниски температури)
- II-ри цикъл
  - Вентилира се през септември-октомври
  - Температура на въздуха - под 15°C
  - Крайна температура на зърното - под 20°C
- III-ти цикъл
  - Вентилира се през ноември-декември
  - Температура на въздуха - под 10°C
  - Крайна температура на зърното - под 10°C



# Управляващи стойности


- Каква относителна влажност да се зададе?
  - Не трябва да навлажним зърното
  - Да имаме достатъчно часове за вентилиране
- Задава се не много критична
  - Вентилира се при  $RH < 80-90\%$
- Защо?
  - Важна е средната влажност на въздуха, тъй като при вентилирането имаме редуване на подсушаване и навлажняване

# Каква температура да очакваме след вентилирането?

Зависимост между температурата на насипа след вентилиране и параметрите на въздуха при различна изходна влажност на зърното. Таблицата е валидна за пшеница.


Околен въздух		Крайна температура на пшеница с различна изходна влажност, °C		
Температура, °C	Относителна влажност, %	10%	12%	14%
10°C	30	10,2	8,5	7,7
	60	14	11,6	10
20°C	30	18,7	16,1	14,2
	60	24,1	21	18,8
30°C	30	27,4	24,3	22
	60	34	30,4	27,9

Взаимствано от: Grains Research & Development Corporation, How aeration works,  
<https://storedgrain.com.au/wp-content/uploads/2013/06/AERATION-Yellow-GRDC-How-Aeration-Works.pdf>



# Чрез измерване на атмосферните условия

- Предимства
  - Просто и лесно управление
  - Без сензор в зърното (нищо не пречи на изпразването)
  - Няма опасност от навлажняване
- Недостатъци
  - Сензорите за влажност са ненадеждни
  - Задаване на прекалено критични стойности => малко часове за вентилиране
  - Определяне на края на вентилирането чрез сензори, извън системата



# Чрез измерване на атмосферните условия

- Към системата може да се добави часовник (таймер)
  - Цел - ограничи работата на вентилаторите през време с ниска цена на ел. енергията
- Може да се добави брояч на часовете
  - Цел – отчита часовете работа на вентилаторите
    - Настройка на праговете на включване
    - Отчита края на вентилирането

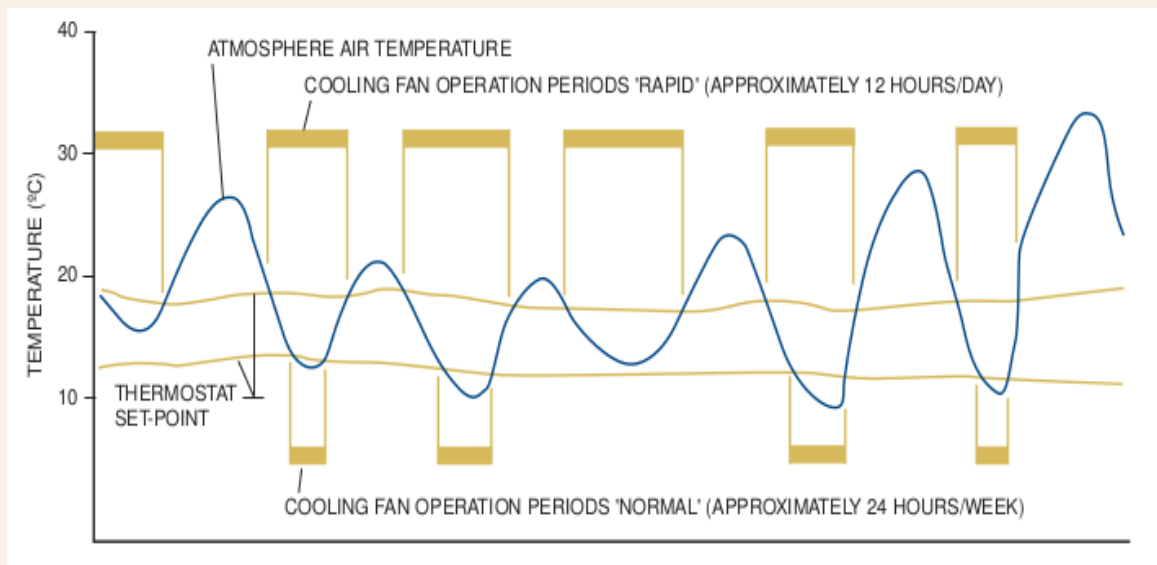
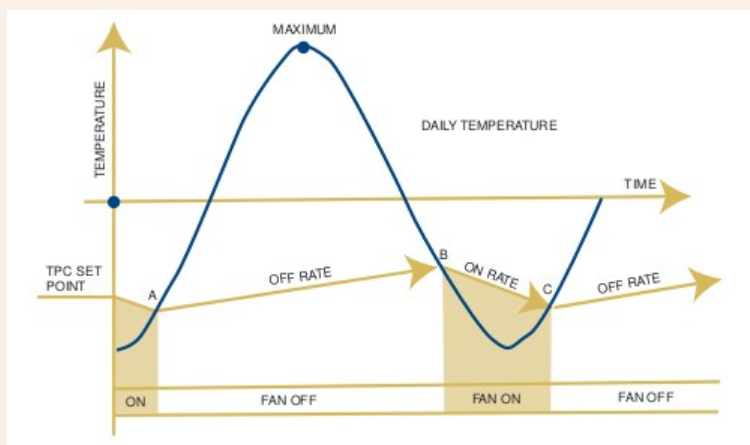


# „Интелигентни системи“

*Интелигентно управление:  
МАКСИМАЛНИ РЕЗУЛТАТИ при  
МИНИМАЛНИ РАЗХОДИ!*

# Интелигентни системи за управление

- Контролерът избира оптималните условия за вентилиране в зависимост от предварително зададено време за охлаждане



# Край

PHOTO: BEN WHITE, KONDINN GROUP



**Efficient cooling:** Automatic aeration controllers are the most effective way to cool grain and are designed to manage many storages from one central control unit.



PHOTO: CHRIS WARRICK, KONDINN GROUP



**Easy cleaning:** Ducting creates more even air-flow, but ensure it can be cleaned thoroughly.

**Small is sufficient:** Aeration cooling fans on cone-bottom silos typically only require 0.37kw (0.5hp) electric motors.

