

Opgave 4 Koeling

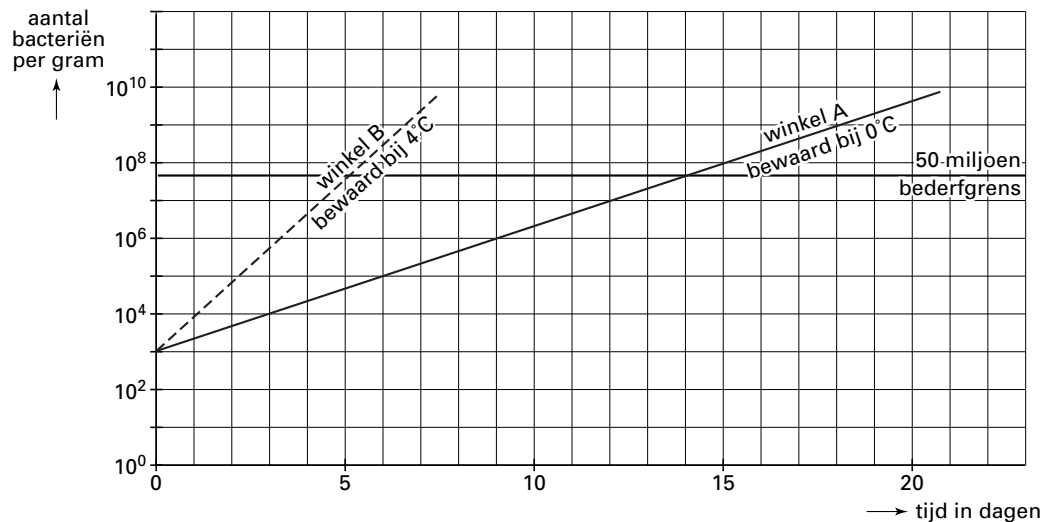
Wageningse onderzoekers hebben zich verdiept in de groei van het aantal bacteriën in voedsel. Bij constante bewaartemperatuur groeit het aantal bacteriën exponentieel. De bijbehorende groeifactor hangt af van die bewaartemperatuur.

Bij een krantenartikel hierover stond de volgende grafiek. Zie figuur 3. De schaalverdelingen langs de beide assen zijn zo gekozen dat de grafieken, die de groei van het aantal bacteriën weergeven, rechte lijnen zijn.

Deze figuur is ook afgebeeld op de bijlage.

figuur 3

Temperatuursafhankelijkheid van het bederf van kip door pseudomonasbacteriën



In de grafiek wordt de bacteriegroei beschreven in kip die bij 0 °C (winkel A) respectievelijk 4 °C (winkel B) wordt bewaard.

- 4p 13 Toon aan dat bij 0 °C het aantal bacteriën zich per dag meer dan verdubbelt.

In figuur 3 is het aantal bacteriën per gram bij het begin gelijk aan 1000. De bederfgrens ligt bij 50 miljoen bacteriën per gram. In de figuur is af te lezen dat kip die voortdurend op 0 °C wordt bewaard, na 14 dagen de bederfgrens bereikt.

Door verbeterde hygiëne is men in staat het aantal bacteriën bij het begin terug te brengen van 1000 per gram naar 100 per gram. Dit verlengt de houdbaarheid natuurlijk.

Bij bewaren bij 0 °C (winkel A) duurt het dan in totaal 17 dagen voordat de bederfgrens bereikt wordt. De houdbaarheid wordt dus met 3 dagen verlengd.

Bij bewaren bij 4 °C (winkel B) wordt de houdbaarheid door die verbeterde hygiëne met minder dan 3 dagen verlengd. De groeifactor per dag die bij 4 °C hoort, is 8,3.

- 5p 14 Met hoeveel dagen wordt de houdbaarheid bij 4 °C door die verbeterde hygiëne verlengd? Licht je antwoord toe. Je kunt daarbij gebruik maken van de figuur op de bijlage.

lees verder ►►►

Om figuur 3 te tekenen gebruikten de onderzoekers een formule voor het verband tussen de bewaartemperatuur T en de groeifactor per dag g van het aantal bacteriën. Bij het opstellen van deze formule waren zij er van uitgegaan dat bacteriegroei alleen optreedt boven een bepaalde minimumtemperatuur. Deze minimumtemperatuur T_0 hangt af van het soort voedsel. Voor elk soort voedsel heeft de formule de volgende vorm:

$$g = 10^{(c(T-T_0))^2}$$

In deze formule is T in $^{\circ}\text{C}$ met $T \geq T_0$ en is c een constante.

We kunnen controleren dat er volgens deze formule inderdaad geen bacteriegroei optreedt als $T = T_0$.

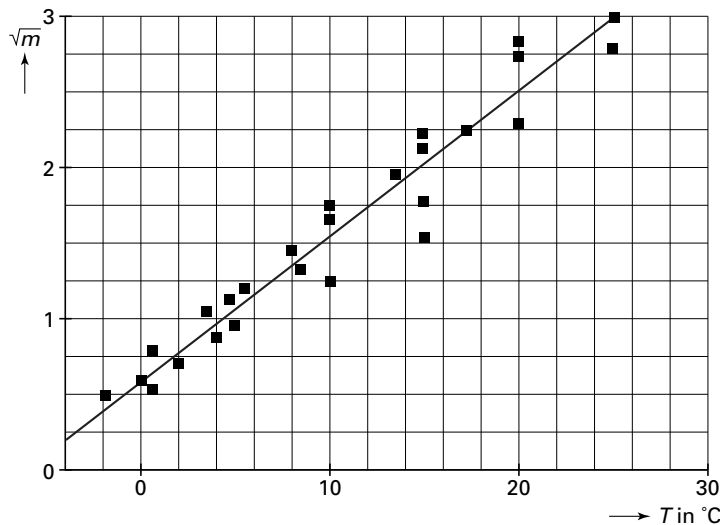
3p 15 Voer deze controle uit.

Uit praktische overwegingen schrijft men de formule voor de groeifactor vaak in de vorm $g = 10^m$. Deze variabele m is afhankelijk van T . Er geldt: $\sqrt{m} = c \cdot (T - T_0)$.

Voor elk soort voedsel moeten c en T_0 experimenteel bepaald worden. Zo heeft men voor kip bij allerlei bewaartemperaturen de bacteriegroei gemeten. Bij de verwerking van de metingen hebben de onderzoekers het verband tussen T en \sqrt{m} in een grafiek gezet, omdat dit verband volgens de formule lineair is. Het resultaat staat in figuur 4. Deze figuur is ook afgebeeld op de bijlage.

figuur 4

Pseudomonas in kip



6p 16 Leid uit de grafiek van dit lineaire verband benaderingen af voor de constanten c en T_0 . Je kunt bij de beantwoording gebruik maken van de figuur op de bijlage.

Ga er in de rest van de opgave van uit dat geldt: $c = 0,096$ en $T_0 = -6$.

In figuur 3 kunnen we aflezen dat kip met een aantal bacteriën van 1000 per gram bij het begin na 14 dagen de bederfgrens bereikt wanneer die wordt bewaard bij 0°C .

Het kan echter ook voorkomen dat deze kip tijdens het transport een halve dag (12 uur) wordt bewaard bij een temperatuur van 18°C en daarna steeds bij 0°C .

5p 17 Hoeveel eerder wordt dan de bederfgrens bereikt? Licht je antwoord toe en gebruik daarbij eventueel de figuur op de bijlage.