

STICHTING
SPRENGER INSTITUUT

(INSTITUUT VOOR BEWARING EN VERWERKING VAN TUINBOUWPRODUCTEN)

Haagsteeg 6 - Wageningen - telefoon 08370-5351

BULLETIN No. 55

MEI 196

TRANSPORTTIJDEN IN GEISOLEERDE LAADRUIMTEN ZONDER KOELING
door Dipl. Ing. H. F. Th. Meffert

Het verkoelen van tuinbouwprodukten voor transport opent de mogelijkheid om het gekoelde vervoer voor beperkte afstand te verzorgen met geïsoleerde transportmiddelen zonder bijkoeling onderweg. Na het laden loopt de temperatuur van het produkt op tengevolge van:

1. warmteontwikkeling aan de geïsoleerde constructie;
2. warmtetoevoer van buiten door de isolatie heen;
3. warmteontwikkeling in het produkt zelf.

De snelheid, waarmee de temperatuurverhoging van de lading plaatsvindt, wordt bepaald door de warmtecapaciteit, d.i. de hoeveelheid warmte (in kcal) die per °C temperatuurverhoging van de lading en de laadruimte wordt opgenomen. In de lading kunnen temperatuurverschillen optreden tengevolge van de warmteontwikkeling in het produkt, de warmtetoevoer van buitenaf en goede of slechtere geleiding van de warmte in de lading.

De tijd, waarin een bepaald produkt, b.v. sla, gedurende het vervoer niet meer dan 5°C opwarmt kan bij benadering worden berekend. De eigen warmteproductie van een voorgekoelde lading is daarbij zo gering dat deze niet afzonderlijk in de berekening wordt opgenomen. De volgende formule geeft een vrij goede benadering.

$$t = \frac{W_p \times \Delta T_1 - \frac{1}{2} W_i \times \Delta T_o}{c \times k \times S \times \Delta T_o}$$

Hierin is t = tijd van het vervoer in uren
W_p = warmtecapaciteit van het produkt
ΔT₁ = gemiddelde opwarming van de lading
ΔT_o = temperatuurverschil tussen lading en omgeving
W_i = warmtecapaciteit van de isolatie
c = correctiefactor)
k = k-waarde) van het transportmiddel
S = oppervlakte in m²)

Tabel 1 geeft de waarden die men in de praktijk voor $\frac{1}{2} W_i$ kan verwachten.

447600

Tabel 1. Warmtecapaciteit van verschillende transportmiddelen.

type	V laadvolume m^3	S oppervlak m^2	k-waarde $kcal/m^2h^{\circ}C$	$\frac{1}{2} W_i$ $kcal/^{\circ}C$
spoorwagon	60	116	0, 17	450
	45	100	0, 25	500
koelauto	37	75	0, 3	400
	14	40	0, 27	150
container	11	31	0, 32	50
	22	60	0, 25	250
	0, 125	2, 1	0, 26	1, 2

De W_p is afhankelijk van het laadvolume en het laadgewicht. Tabel 2 geeft enkele typische waarden voor W_p . In de laatste kolom is met A/λ een maat voor de te verwachten temperatuurverschillen in de lading opgenomen. Hoge waarden wil zeggen grote temperatuurverschillen door eigen warmteproductie.

Tabel 2. Thermische eigenschappen van verpakte produkten bij 4, 5°C.

	W_p/V $kcal/^{\circ}C/m^3$	A/λ $^{\circ}C/m^2$
aardbeien	250- 500	144- 267
champignons	200- 250	230
sla	40- 200	85- 186
spinazie	250- 500	310- 480
komkommers	380- 630	100- 170
tomaten	400	70- 105

} bij 12°C.

PRAKTIJKVOORBEELD

Nemen we als voorbeeld een berekening voor de tijd waarin sla tijdens transport in een container 5°C opwarmt. Gegeven is een container van 13m³ inhoud, k-waarde 0, 35 S (oppervlak) 40m², lading 120 kg sla/m³, begintemperatuur van het produkt 2°C, buitentemperatuur 20°C, c (correctiefactor) 1.

$$t = \frac{13 \times 120 \times 5 - 150 \times 18}{1 \times 0, 35 \times 40 \times 18} = 20, 2 \text{ uren}$$

De warmteproductie van de lading zelf wordt ruimschoots gecompenseerd door de warmtecapaciteit van het verpakkingsmateriaal en het in deze berekening constant gehouden temperatuurverschil tussen produkt en buitenlucht.