

S P R E N G E R I N S T I T U U T
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen
Tel.: 08370-19013

(Publikatie uitsluitend met
toestemming van de directeur)

RAPPORT NO. 2293

Ir. G. van Beek

FYSISCH EN FYSIOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN
VAN TAUGÉ

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut
Project no. 120 (maart 1985)

SAMENVATTING

Taugé lijkt op spinazie wat betreft de fysische en fysiologische eigenschappen. De specifieke vochtafgifte van taugé is extreem hoog, wat bij lage temperaturen tot "knapperigheid" kan leiden.

SUMMARY

Soya bean sprouts are comparable with spinach concerning the physical and physiological properties. The transpiration coefficient of taugé is extremely high, what can cause "crisp" products.

1. Inleiding

Taugé is een produkt dat verkregen wordt uit sojabonen. De bonen laat men spruiten bij 25 à 30°C, in het donker gedurende 4 dagen. Na verwijdering van de wortels krijgt men een produkt dat bijzonder bederfelijk is.

Het ontwerpen van een effectieve afzetketen is mogelijk als de basiseigenschappen van dit produkt bekend zijn.

In dit rapport worden de resultaten vermeld van metingen aan taugé, die zijn verricht om de warmteproduktie, vochtafgifte, maximaal toelaatbaar vochtverlies en thermische eigenschappen te bepalen. Het produkt is ter beschikking gesteld door Evers Specials B.V. te Oosterhout (Gld.).

2. Meetmethoden

2.1. Warmteproduktie

W/ton of W/m³

Nodig voor:

- bepaling koelcapaciteit van koelcellen, gekoelde transportcontainers etc.
- bepaling veilige afmeting van stapelenheden
- bepaling benodigde circulatievoud.

Meting:

De isotherme calorimeter (fig. 1) meet de warmteproduktie. Bij deze meter wordt een klein temperatuurverschil tussen monstervat en omgeving, ontstaan door de warmteproduktie van het produkt in het monstervat, gemeten door een peltier-element. Een referentievat, waarin zich een niet-warmteproducerend gelijkwaardig monster bevindt, is nodig om de invloed van dag- en nachtwisselingen op te vangen. Na ijking van dit apparaat is de warmteproduktie zeer nauwkeurig te meten, waarbij zelfs onder gewijzigde luchtsamenstelling (CABewaring) gemeten kan worden.

2.2. Specifieke vochtafgifte, weerstand

kg/(m².Pa.s), kg/(kg.Pa.s), s/m

Nodig voor:

- bepaling bewaarduur van tuinbouwprodukten, want slap worden hangt samen met de vochtafgifte
- berekening relatieve vochtigheid in koelcellen
- bepaling effectieve warmteproduktie nodig voor de veilige afmeting van stapelenheden.

Meting:

De te meten produkten worden in een klimaatkast gelegd (fig. 2). Na ca. één dag wordt het massaverlies bepaald, en daaruit volgt de specifieke vochtafgifte of de weerstand. Correcties zijn nodig voor het koolstofverlies als gevolg van de ademhalingsactiviteit.

2.3. Thermische eigenschappen

De warmtegeleidingscoëfficiënt en soortelijke warmte voor waterige produk-

ten, vruchtvlees en bulk, is goed te berekenen uit de samenstelling, de dichtheid en het initiële vriespunt van het produkt door aan te nemen dat de warmtestroom parallel loopt in de samenstellende componenten van het monster. Vooral de porositeit (m^3 gas/ m^3 monster), die uit de dichtheid berekend wordt, is van invloed op de warmtegeleiding. Voor de berekening van de warmtegeleiding bij temperaturen beneden het vriespunt, is de ijsfractie in het monster van belang. De ijsfractie wordt met de relatie van Raoult berekend.

3. RESULTATEN

3.1. Warmteproduktie

De warmteproduktie is bepaald voor een temperatuurgebied van $0^\circ C$ tot $36,6^\circ C$. Zoals te verwachten is, neemt de warmteproduktie van taugé toe bij hogere temperaturen (zie tabel 1 en fig. 3). De warmteproduktie is in vergelijking met andere produkten niet extreem hoog (zie tabel 2).

Bij hogere kooldioxideconcentraties, 6% bijvoorbeeld, vermindert de warmteproduktie met een factor 2. Omdat gemeten is dat de kooldioxideconcentratie in het meetvat van de isotherme calorimeter snel naar 6% CO_2 stijgt, is te verwachten dat de warmteproduktie bij 0% CO_2 hoger is dan de gepresenteerde cijfers. Dit verklaart de kwik in figuur 3 bij $15^\circ C$. Bij temperaturen boven $15^\circ C$ is de warmteproduktie dus beïnvloed door de CO_2 -concentratie. De warmteproduktie van taugé bij $25^\circ C$ en 0% CO_2 is vermoedelijk 800 W/ton.

Tabel 1. De warmteproduktie van taugé (in W/ton) als functie van de temperatuur

temp. $^\circ C$	CO_2 -ge- halte (%)	warmteproduktie (W/ton)		
		min.	max.	gemiddeld
0,7	-	35,9	48,5	44
10	-	110	125	117
15,5	-	305	327	314
25	6	356	489	422
36,6	8	506	595	548

Tabel 2. Warmteproduktie van enkele tuinbouwprodukten

produkt	temperatuur in $^\circ C$		
	5	15	25
appel	25	90	200
komkommer	30	120	170
spinazie	130	400	1000
spruitkool	150	350	800
taugé	80	314	422

3.2. Vochtafgifte

De vochtafgifte van taugé is bepaald op basis van de massa, omdat het oppervlak van taugé moeilijk te bepalen is.

De specifieke vochtafgifte is gemeten bij 9,7°C en 95% relatieve vochtigheid. Bij de berekening van het dampdrukdeficit is aangenomen dat in het produkt de temperatuur 9,7°C en de relatieve vochtigheid 100% is.

De gemiddelde, maximum en minimum specifieke vochtafgifte is respectievelijk $175 \cdot 10^{-10}$, $194 \cdot 10^{-10}$ en $146 \cdot 10^{-10}$ kg water/(kg produkt.Pa.s). In vergelijking met andere tuinbouwprodukten is de vochtafgifte extreem hoog, zie tabel 3.

Tabel 3. Specifieke vochtafgifte van enkele tuinbouwprodukten

produkt	spec. vochtafgifte kg/(kg.Pa.s)
appel	$0,70 \cdot 10^{-10}$
champignon	57
spinazie	52
spruitkool	24
taugé	175

Wat betreft de vochtafgifte reageert taugé bijna als een slangetje water. Bij lage relatieve vochtigheden zal de temperatuur van taugé ver beneden de omgevingstemperatuur kunnen zakken door de negatieve warmteproduktie die het gevolg is van de grote vochtafgifte. Dit verschijnsel is mogelijk de verklaring van het feit dat bij lage temperaturen taugé "knapperig" wordt. Men bedoelt hiermee dat het stengeltje snel afbreekt.

Naar mijn mening wordt dit veroorzaakt door ijsvorming in het weefsel, waardoor de structuur van taugé "knapperig" wordt.

In figuur 4 is aangegeven onder welke luchtcondities knapperigheid kan optreden gedurende de bewaring. Ook tijdens het afkoelproces is de kans op knapperigheid zeer groot.

3.3. Toelaatbaar vochtverlies

Vochtverlies geeft niet alleen massaverlies, maar beïnvloedt ook de kwaliteit van het produkt. Nagegaan is bij welk vochtverlies taugé ontoelaatbaar slap wordt. Voor de subjectief bepaalde stevigheid van taugé zijn schoolcijfers gegeven. Een goede stevigheid komt overeen met 9-8-7, slappe produkten krijgen het cijfer 3-2-1.

Uit figuur 5 blijkt dat het toelaatbaar vochtverlies ca. 10% bedraagt. Minder dan 5% vochtverlies heeft geen merkbare invloed op de stevigheid. Meer dan 15% vochtverlies levert slappe taugé op.

3.4. Thermische eigenschappen

De thermische eigenschappen van het weefsel van taugé zijn berekend uit de

samenstelling. Zie tabel 4. De thermische eigenschappen voor taugé in bulk zijn in tabel 5 gegeven. Hierbij wordt aangenomen dat de praktische stortdichtheid 250 kg/m^3 is.

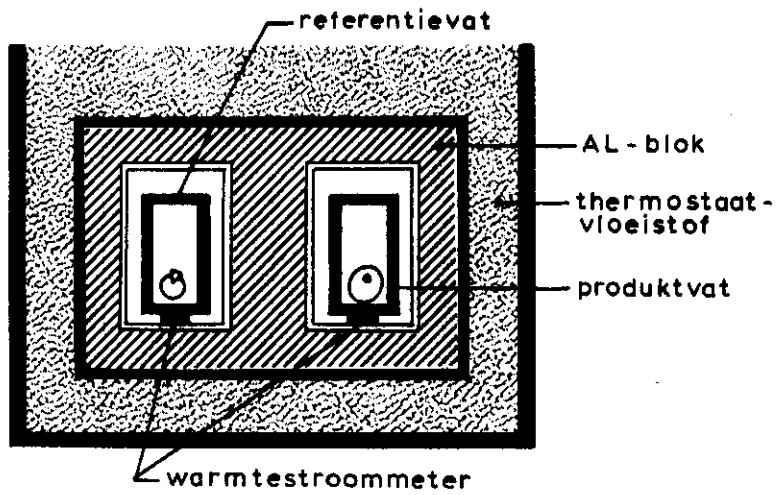
Tabel 4. Thermische eigenschappen van het weefsel van taugé
samenstelling in %:
water 87
eiwit 5
vet 1
koolhydraten 7
vriespunt -1°C

temp. $^\circ\text{C}$	warmtege- leiding $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	warmtever- effening m^2/s	enthalpie kJ/kg	soortelijke warmte $\text{kJ}\cdot(\text{kg}\cdot\text{K})$
-20.0	2.039	0.8218E-06	-295.2	2.704
-15.0	1.967	0.6599E-06	-280.4	3.244
-10.0	1.874	0.4275E-06	-261.2	4.758
-5.0	1.692	0.1426E-06	-223.9	12.79
0.0	0.4972	0.1302E-06	0.0000	3.869
5.0	0.5043	0.1319E-06	19.35	3.869
10.0	0.5114	0.1339E-06	38.69	3.869
15.0	0.5186	0.1359E-06	58.04	3.869
20.0	0.5257	0.1380E-06	77.38	3.869

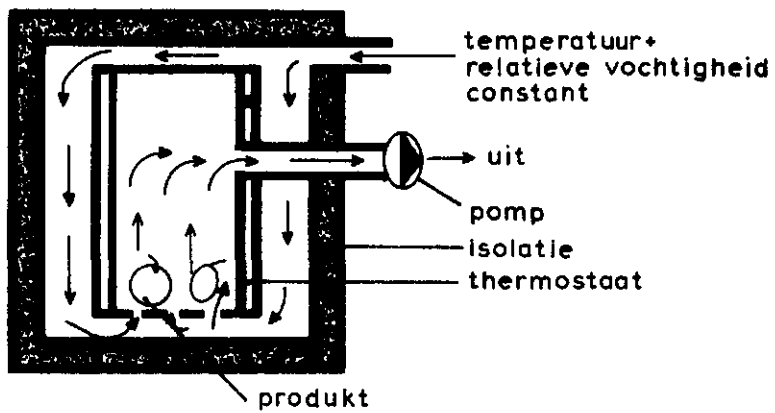
Tabel 5. Thermische eigenschappen van taugé in bulk (dichtheid 250 kg/m^3)
Samenstelling in %:
water 87
eiwitten 5
vetten 1
koolhydraten 7
vriespunt $-1,0^\circ\text{C}$
porositeit 4% (weefsel) 75% (bulk)

temp. $^\circ\text{C}$	warmte- geleiding $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	warmte- vereffening m^2/s	enthalpie kJ/kg	soortelijke warmte $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	dichtheid kg/m^3
-20.0	0.5719	0.8461E-06	-295.2	2.704	932.
-15.0	0.5519	0.6806E-06	-280.4	3.244	933.
-10.0	0.5257	0.4419E-06	-261.2	4.758	935.
-5.0	0.4733	0.1481E-06	-223.9	12.79	942.
0.0	0.1441	0.1490E-06	0.0000	3.869	1002.
5.0	0.1441	0.1510E-06	19.35	3.869	1004.
10.0	0.1484	0.1534E-06	38.69	3.869	1002.
15.0	0.1530	0.1558E-06	58.04	3.869	1001.
20.0	0.1530	0.1581E-06	77.38	3.869	1000.

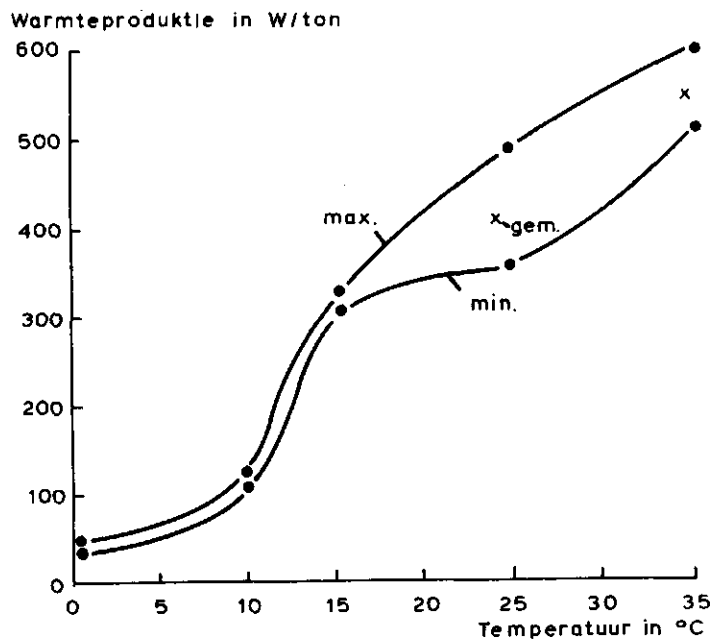
Wageningen, 22 maart 1985 (GvB/MJ)



Figuur 1. De isotherme calorimeter voor de bepaling van de warmteproductie.



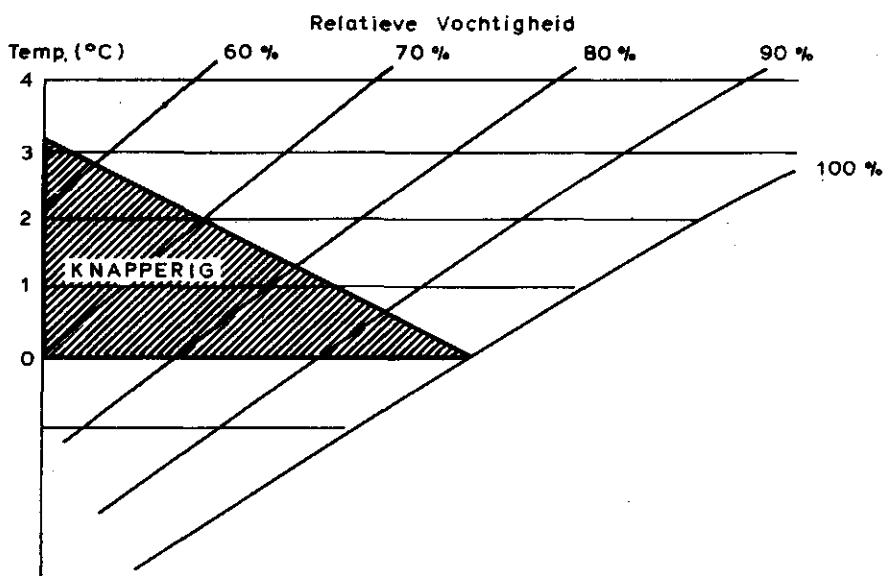
Figuur 2. Opstelling om de vochtafgifte te meten



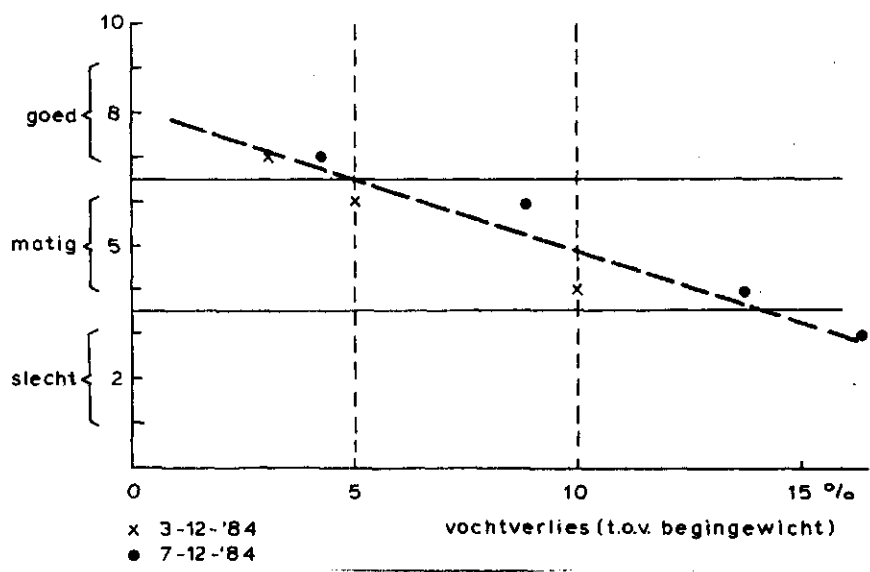
Correctie
voor 0% CO₂
en geen rookaf-
gifte:

*** 2**

Figuur 3. De warmteproductie van taugé in W/ton bij verschillende temperaturen



Figuur 4. Het gearceerde gebied geeft "knapperige" taugé



Figuur 5. De relatie tussen vochtverlies en stevigheid van taugé