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. 2072

ir. G. van Beek en J. Lamers

# DE SPECIFIEKE VOCHTAFGIFTE VAN TUINBOUW-PRODUKTEN

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut en de werkgroep B 5 van de Nederlandse Vereniging voor Koeltechniek.

Project no. 49 + 46

# *V O O R W O O R D*

In dit verslag worden gegevens gepresenteerd over de specifieke vochtafgifte van tuinbouwprodukten, uitgezonderd snijbloemen [1]. Voor de langsstroom- en de doorstroombewaring wordt voor ieder produkt één waarde opgegeven. Wij hopen, dat daarmee de praktische bruikbaarheid van de specifieke vochtafgifte wordt bevorderd.
Wij wijzen er echter op dat de specifieke vochtafgifte door veel factoren wordt beïnvloed en een wetenschappelijk juiste toepassing in de praktijk daardoor niet mogelijk is. De gegeven toepassingsmogelijkheden zijn gebaseerd op experimenten, waarvan de betrouwbaarheid niet altijd 100% is.
Wij proberen niet een biofysische verklaring te geven voor de metingen, alhoewel we van mening zijn dat de bestaande verklaringen of onjuist of onvolledig zijn.

*INHOUD* *blz.*


1. Inleiding 1
2. De specifieke vochtafgifte 2
3. Toepassingen 5
   .1 vochtverlies = geldverlies 5
   .2 vochtverlies = kwaliteitsverlies 5
   .3 relatieve vochtigheid in gekoelde ruimten 8
   .4 vochtverlies ≠ massaverlies 13
   .5 veilige afmetingen van stapeleenheden 14
   .6 watergift 17
   .7 dampdrukdeficit en houdbaarheid 19
   .8 circulatiehoeveelheid tijdens bewaring 21
   .9 afkoel- en opwarmsnelheid 25
4. Bepaling van de specifieke vochtafgifte 29
   .1 methoden 29
   .2 berekening 29
   .3 metingen 30
5. Resultaten 31
   .1 tendensen 31
   .2 specifieke dampstroomdichtheid 31
   .3 invloed van de luchtsnelheid 38
6. Conclusie 39
7. Primaire meetresultaten - tabel 40
8. Primaire meetresultaten - figuren 98
9. Symbolen en eenheden 113
10. Literatuur 114

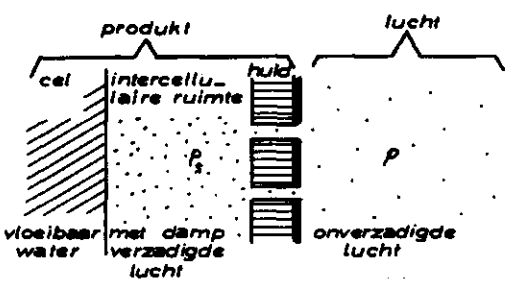
# DE SPECIFIEKE VOCHTAFGIFTE VAN TUINBOUWPRODUKTEN

## 1. *INLEIDING*

Bij het bewaren, afkoelen en drogen van tuinbouwprodukten is de vochtafgifte een grootheid waarmee het proces beoordeeld kan worden omdat de vochtafgifte invloed heeft op de kwaliteit van het produkt. Voor eenvoudige berekeningen is de specifieke vochtafgifte een produkteigenschap waarmee goed gewerkt kan worden.
Onder specifieke vochtafgifte verstaan we het vochtverlies uit het produkt per massa, tijd en waterdampdrukdeficit [2].

$$\dot{m}_{spec} = \frac{\Delta m}{\bar{m}_{pr} \cdot \Delta p \cdot \Delta t} \qquad (1)$$

Het dampdrukdeficit is het verschil tussen de dampdruk in de intercellulaire ruimte van het tuinbouwprodukt en in de omgevingslucht. Aangenomen wordt dat de dampdruk in de intercellulaire ruimte de verzadigde dampdruk ($p_s$) dicht benadert. De relatieve vochtigheid in deze ruimten is ongeveer 99,7% $\approx$ 100% [3], zodat deze aanname voor de meeste praktijksituaties geldt (zie figuur 1). Met het initiële vriespunt van een produkt [7] kan de evenwichtsrelatieve vochtigheid geschat worden, per graad verandert de rv met ca. 1% [14].




Figuur 1:

## 2. *DE SPECIFIEKE VOCHTAFGIFTE VAN TUINBOUWPRODUKTEN*

Uit theoretische overwegingen blijkt dat niet de specifieke vochtafgifte, = vochtafgifte per massa-eenheid, maar de specifieke dampstroomdichtheid, dus vochtafgifte per oppervlakte-eenheid, beter aansluit bij het fysisch gebeuren. Beide zijn met het specifiek oppervlak in elkaar om te rekenen:

$$\frac{\text{Specifieke vochtafgifte}}{\text{Specifiek oppervlak}} = \text{specifieke dampstroomdichtheid}$$

$$\dot{m}_{spec} / a_{spec} = \dot{v}_{spec} \qquad (2)$$

Toch is gekozen voor specifieke vochtafgifte omdat niet voor ieder tuinbouwprodukt het specifiek oppervlak bekend is.
We denken dan aan bloemkool, boerenkool, prei, bladgroenten.
In hoofdstuk 5 wordt de specifieke dampstroomdichtheid gegeven voor die produkten waarvoor dat mogelijk is.

De specifieke vochtafgifte van tuinbouwprodukten is afhankelijk van [4][5])

1. soort, ras
2. toestand van de huid
3. massa individueel produkt
4. dampdrukdeficit
5. luchtsnelheid rondom het produkt
6. lichtintensiteit.

In tabel 1 is de gemiddelde specifieke vochtafgifte gegeven, gemeten bij de luchtsnelheden v=o m/s en v>o m/s, en wel tussen 0,05 en 0,15 m/s. De meting bij v=o komt overeen met de toestand bij langsstroombewaring, terwijl de meting bij v= 0,05... 0,15 m/s aansluit bij de doorstroombewaring [6]). Alle andere variabelen zijn in deze tabel niet opgenomen, maar wel in de tabellen van hoofdstuk 7 en de figuren van hoofdstuk 8. Tevens wordt in hoofdstuk 5 getracht de waarnemingen naar produktsoort te rangschikken.
Voordat de metingen besproken worden, geven we enige toepassingsvoorbeelden van de specifieke vochtafgifte.

Tabel 1. De specifieke vochtafgifte van enkele tuinbouwprodukten in kg/(kg.Pa.s)

| Naam produkt | type bewaring | |
|---|---|---|
| | Tangsstroom v=o m/s | doorstroom v= 0,05 ... 0,15 m/s |
| Aardappel | $0,33 \times 10^{-10}$ | $0,48 \times 10^{-10}$ |
| Aardbei | 8,8 | 11 |
| Ananas | 1,7 | 2,5 |
| Andijvie | 7,5 | 13 |
| Appel | 0,73 | 0,68 |
| Avocado | 1,1 | 1,5 |
| Banaan | 1,2 | 2,2 |
| Bes (rood) | 2,2 | 2,9 |
| Bloemkool | 3,4 | 6,2 |
| Boerenkool | - | 22 |
| Braam | 4,3 | 4,5 |
| Champignon | 24 | 57 |
| Chinese kool | 3,9 | 6,6 |
| Chrysant (stek) | 6,5 | 13 |
| Citroen | 1,5 | 1,9 |
| Druif | 1,5 | 2,2 |
| Framboos | 8,7 | 9,0 |
| Gladiool (knol) | 0,24 | 0,49 |
| Grapefruit | 0,80 | 0,84 |
| Groene kool | 2,1 | 11 |
| Hyacint (bol) | - | 5,7 |
| Knolselderij | 1,0 | 7,4 |
| Komkommer | 2,5 | 8,7 |
| Koolraap | 2,5 | 6,6 |
| Koolrabi | 2,7 | 4,6 |
| Mandarijn | 1,4 | 2,5 |
| Mango | 0,57 | 0,63 |
| Meloen | 0,33 | 0,27 |
| Paprika | 2,5 | 2,4 |
| Peer | 0,69 | 0,88 |

vervolg tabel 1.

| Naam produkt | type bewaring | |
|---|---|---|
| | langsstroom v=o m/s | doorstroom v= 0,05 ... 0,15 m/s |
| Perzik | 9,6 | 10,2 |
| Peterselie | 19 | 51 |
| Postelein | 18 | 29 |
| Prei | 5,0 | 6,2 |
| Pruim | 2,1 | 2,7 |
| Raapsteel | 14 | 52 |
| Rabarber | 6,0 | 7,8 |
| Radijs (met blad) | 18 | 67 |
| Radijs (knol) | 12 | 52 |
| Rode biet | 3 | 8 |
| Rode kool | 0,95 | 1,8 |
| Savooie kool | 1,7 | 15 |
| Schorseneer | - | 9,2 |
| Selderij (-blad) | 11 | 38 |
| Sinaasappel | 1,3 | 1,4 |
| Sla (kas) | 13 | 17 |
| Snijboon | 6,2 | 6,7 |
| Sperzieboon | - | 11 |
| Spinazie | 31 | 52 |
| Spitskool | 7,3 | 12 |
| Spruiten | 1,3+) | 24 |
| Tomaat | 0,30 | - |
| Tuinkers | 24 | 49 |
| Waspeen | 7,5 | 42 |
| Winterwortel | 1,0 | 9,6 |
| Witlof | 1,8 | 7,1 |
| Witlofwortel | 1,2 | 18 |
| Witte kool | 1,4 | 3,1 |

+) Waarschijnlijk een meetfout.

## 3. *TOEPASSINGEN*

### 3.1. Massaverlies = geldverlies.

Stel dat druiven verkocht worden op gewicht. Na de oogst en afkoeling, liggen de druiven bij de detaillist gedurende 3 dagen in een klimaat van 8°C en 60% rv. De verzadigde dampspanning bij T = 8°C is $p_s$ = 1072 Pa, zodat het dampdrukdeficit $\Delta p$ = 1072 x 0,4 = 429 Pa is.

Het vochtverlies is volgens vergelijking 1:

$$\frac{\Delta m}{\bar{m}_{pr}} = \dot{m}_{spec} \cdot \Delta t \cdot \Delta p \qquad (3)$$

met de onderstaande gegevens

$\dot{m}_{spec} = 2{,}2 \cdot 10^{-10}$ kg/(kg.Pa.s) (uit tabel 1)

$\Delta t = 3 \times 24 \times 3600 = 2{,}6 \cdot 10^5$ s.

$\Delta p$ = 429 Pa.

bedraagt het vochtverlies

$$\frac{\Delta m}{\bar{m}_{pr}} = 0{,}025 \frac{kg}{kg} = 2{,}5\%$$

Als de waarde van de druiven 5 $\frac{f}{kg}$ is,

dan wordt een waardeverlies geleden van

$$\frac{\Delta f}{\bar{m}} = 0{,}025 \cdot 5 = 0{,}13 \frac{f}{kg}.$$

### 3.2.a Massaverlies = kwaliteitsverlies

Uitspraak: Het verschil tussen 98 en 96% is niet 2% maar 100%

Uit experimenten is gebleken dat een komkommer na 4% vochtverlies een duidelijke verandering van uiterlijke kwaliteitskenmerken doormaakt (zie tabel 2): een komkommer wordt zacht, buigzaam en de huid rimpelt. Hoe lang mag een komkommer bij 15°C en 50% rv bewaard worden voordat bovenbeschreven verschijnselen optreden?

$$\Delta t = \frac{\Delta m}{\bar{m}_{pr} \cdot \dot{m}_{spec} \cdot \Delta p} \qquad (4)$$

Met de gegevens

$\Delta p = 1705 \cdot 0{,}5 = 852$ Pa.

$\dot{m}_{spec} = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ kg/kg.Pa.s) (zie tabel 1)

$\frac{\Delta m}{\overline{m}_{pr}} = 0{,}04$ (= 4% vochtverlies; zie tabel 2)

volgt voor de bewaarduur:

$\Delta t = 0{,}04/(2{,}5 \cdot 10^{-10} \cdot 852) = 52$ uur

De komkommer is na 2 dagen nog net verkoopbaar.
Een langere bewaartijd is mogelijk als de komkommers in polyetheen krimpfolie (0,015 - 0,02 mm) worden kleinverpakt [7]).

Tabel 2. Toelaatbaar vochtverlies van enkele produkten.

| Produkt | toelaatbaar vochtverlies in % |
|---|---|
| Sla | 11 |
| Andijvie | 12 |
| Komkommer | 4 |
| Witlof | 6 |
| Prei | 4 |

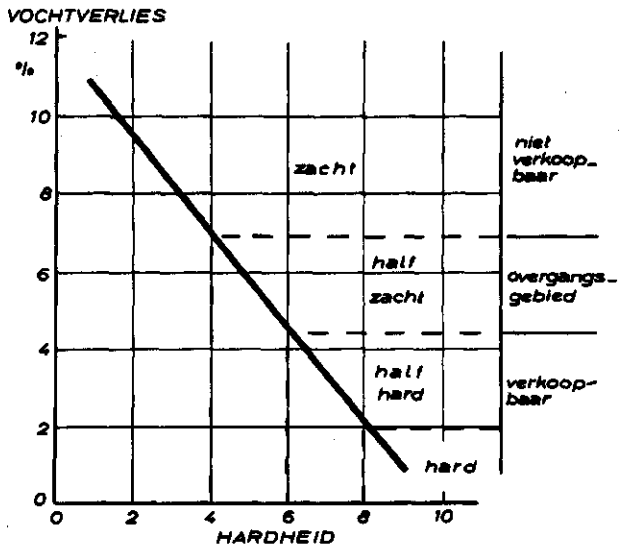
3.2.b Massaverlies = kwaliteitsverlies

De verkoopbaarheid van paprika hangt samen met de hardheid van het produkt. De subjectieve beoordelingsmaatstaf is in onderstaand overzicht gegeven.

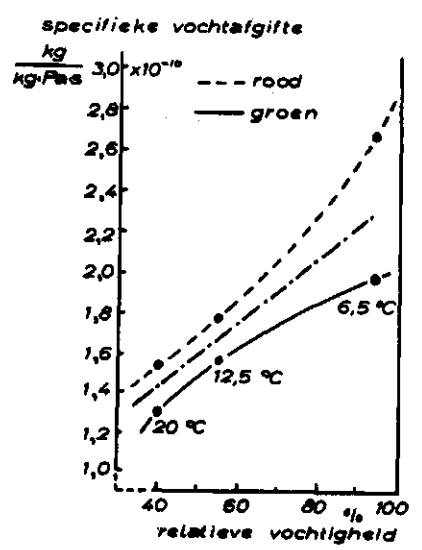
| cijfer | waardering hardheid/verkoopbaarheid |
|---|---|
| 9 | hard, vers |
| 6 | half hard, nog net verkoopbaar |
| 5 | half zacht, niet meer verkoopbaar |
| 3 | zacht |
| 1 | zeer zacht |

Uit metingen volgde het in figuur 2 getekende verband tussen hardheid en vochtverlies.
Tijdens dit experiment werd de specifieke vochtafgifte van rode en groene paprika bepaald. Het blijkt dat rode paprika meer vocht afgeeft dan groene (zie figuur 3), maar ...

Figuur 2:



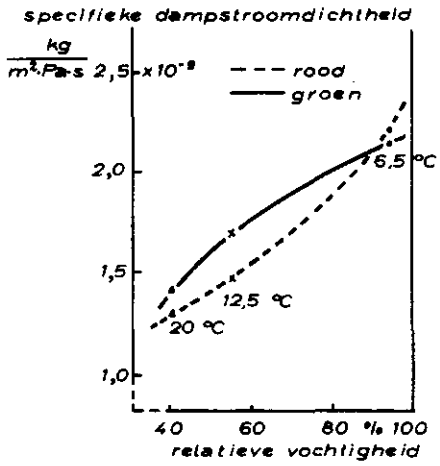

Figuur 3:




opgemerkt werd dat rode paprika's aanzienlijk groter waren dan de groene. Omdat de vochtafgifte in principe evenredig is met het huidoppervlak werd uit de specifieke vochtafgifte de specifieke dampstroomdichtheid berekend. Dit was mogelijk omdat het specifiek oppervlak van de paprika's gemeten werd.

| PAPRIKA | SPECIFIEK OPPERVLAK IN $m^2$ / kg. |
|---|---|
| Rood | 0,121 |
| Groen | 0,0919 |

Dus volgens vergelijking 2 is:
specifieke dampstroomdichtheid x specifiek oppervlak = specifieke vochtafgifte.
Uit figuur 4 blijkt dat de specifieke dampstroomdichtheid van rode en groene paprika gelijk is, zodat bovenstaande uitspraak niet juist is.




Figuur 4:

## 3.3. Relatieve vochtigheid in gekoelde ruimten.

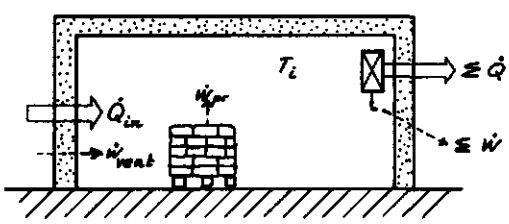
We gebruiken de volgende aannamen voor de koelcel in figuur 5.

1. de luchttemperatuur van de ruimte is Ti;
2. de oppervlakte van de verdamper is vochtig en de temperatuur ervan bedraagt $T_{verd}$.

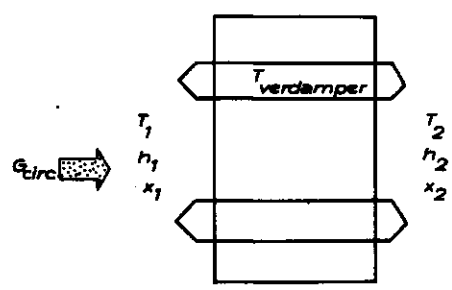
Omdat in de stationaire toestand de toestand van de cellucht niet verandert, betekent dit dat de warmte en de vochthoeveelheid die de lucht inkomen, door de luchtkoeler weer worden afgevoerd. De enthalpiestroom de cellucht in bestaat voornamelijk uit : instraling + ventilatorarbeid + verwarmingsbronnen + warmteproduktie van de produkten + ventilatie = $\Sigma\dot{Q}$

De 'vochtstroom' de cellucht 'in' wordt gevormd door: vochtafgifte produkt + vochtstroom door ventilatie + bevochtigers + vochtdiffusie = $\Sigma\dot{W}$

Figuur 5:




Figuur 6:




Na deze constateringen beschrijven we de toestandsverandering van de lucht die door de luchtkoeler stroomt (zie figuur 6). De hoeveelheid warmte en vocht die de luchtkoeler opneemt, zijn bekend. De enthalpie van de lucht tijdens het doorstromen van de koeler verandert volgens :

$$h_1 - h_2 = \frac{\Sigma\dot{Q}}{G_{verd}} \qquad (5)$$

De absolute vochtigheid van de lucht verandert volgens de vergelijking :

$$x_1 - x_2 = \frac{\Sigma\dot{W}}{G_{verd}} \qquad (6)$$

Een toestandsverandering wordt in het h,x-diagram door de randschaal $\Delta h/\Delta x$ gekenmerkt. De toestandsverandering in de luchtkoeler is dus :

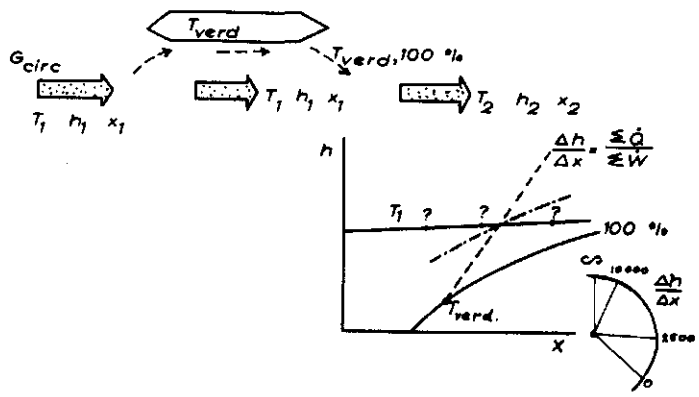
$$\frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{\dfrac{\Sigma \dot{Q}}{G_{verd}}}{\dfrac{\Sigma \dot{W}}{G_{verd}}} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Sigma \dot{W}} \qquad (7)$$

We nemen verder aan dat de luchtkoeler op de volgende wijze werkt (zie figuur 7):

Een groot gedeelte van de luchtstroom stroomt onveranderd door de koeler. De temperatuur van deze luchtstroom is bekend $T = T_i$. De toestand van deze lucht ligt dus op de isotherm $T_i$: punt 1. Het overblijvende gedeelte stroomt langs de lamellen van de koeler en neemt daarbij de oppervlaktetemperatuur van de koeler aan. Tevens wordt de relatieve vochtigheid 100% omdat de oppervlaktetemperatuur beneden het dauwpunt van de lucht ligt: punt 2 in het h,x-diagram van figuur 7.

Na de luchtkoeler mengen beide luchtstromen weer.

In het h,x-diagram moet dan een rechte getrokken worden door de punten 1 en 2. Het mengpunt ligt ergens op deze rechte. Punt 2 ligt vast terwijl punt 1 op de isotherm ligt. Omdat de richting van de toestandsverandering berekend is, kan door punt 2 een rechte met deze richting getrokken worden. Het snijpunt van deze rechte met de isotherm geeft de toestand van de cellucht weer, zodat de relatieve vochtigheid eenvoudig wordt afgelezen in het h,x-diagram. Helaas treedt er een complicatie op.




Figuur 7:

De vochtafgifte is afhankelijk van de massa van de produkten en het gemiddelde dampdrukdeficit:

$$\dot{W}_{pr} = \dot{m}_{spec} \cdot \bar{m}_{pr} \cdot (p_s - p) \qquad (8)$$

Normaal worden produkten in dozen, kisten of zakken bewaard. Afhankelijk van het aantal openingen in de wanden van de verpakking, de specifieke vochtafgifte en de effectieve diffusiecoëfficiënt van waterdamp, zal de gemiddelde dampdruk rondom de produkten (dus in het microklimaat) hoger zijn dan de dampdruk in het macroklimaat. Het verband is vrij ingewikkeld maar de volgende vuistregel is goed toepasbaar 1):

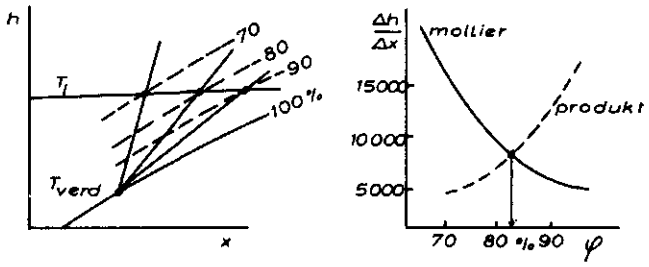
$$(p_s - p)_{micro} = \tfrac{1}{2} \; (p_s - p)_{macro} \qquad (9)$$

Het volgende probleem is moeilijker: we kunnen de vochtafgifte van de produkten alleen berekenen als de dampdruk van het microklimaat bekend is. Dat wil zeggen dat dan de relatieve vochtigheid bekend is, en die willen we juist berekenen!

Dit probleem lossen we als volgt op. We maken een grafiek (rechter deel van figuur 8) van $\Delta h/\Delta x$ als functie van aangenomen rv-waarden in het macroklimaat van de gekoelde ruimte, waarbij de oppervlaktetemperatuur van de verdamper op Tverd gesteld wordt. (zie h,x-diagram van figuur 8)
Vervolgens wordt berekend wat de vochtafgifte van de produkten is bij de verschillende waarden voor de rv in de cel.
Bij toenemende relatieve vochtigheid neemt $\Delta p$ en $\dot{W}_{pr}$ af, zodat $\Sigma\dot{Q}/\Sigma\dot{W} = \Delta h/\Delta x$ toeneemt. Voor iedere rv kunnen we dus uit de produktgegevens $\Delta h/\Delta x$ berekenen en dit verband wordt door de onderbroken lijn weergegeven.

Het snijpunt van de berekende krommen levert de relatieve vochtigheid op. (zie rechter deel van figuur 8)

Figuur 8:




Voorbeeld: <u>Berekening van de relatieve vochtigheid in een gekoelde ruimte.</u> (gegevens in figuur 9)

Werkwijze:

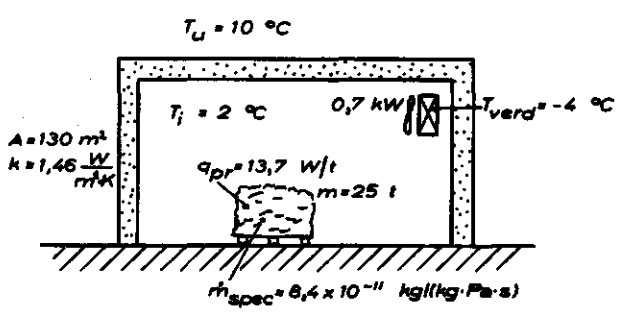
1. Bepaal de gemiddelde oppervlakte-temperatuur van de verdamper en de gemiddelde temperatuur van de lucht in de gekoelde ruimte.
2. Bepaal grafisch $\Delta h/\Delta x$ voor deze temperatuurcombinatie voor enkele relatieve vochtigheden in de ruimte. (bijvoorbeeld 90, 80 en 70%)
3. Bereken bij de genomen relatieve vochtigheden $\Delta h/\Delta x = \Sigma\dot{Q}/\Sigma\dot{W}$ rekening houdend met de relatie tussen micro- en macroklimaat.
4. Bepaal grafisch het snijpunt van de verkregen lijnen uit punt 2 en 3. Zie ook FICEK [8]).

Uit het h,x-diagram volgt:

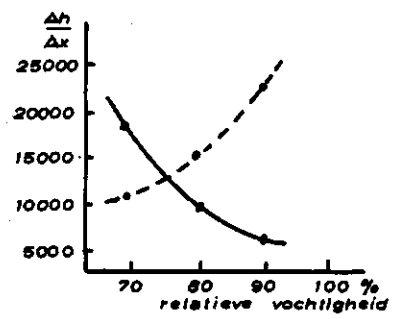
| | $\varphi$(macro) | % | 70 | 80 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|
| Punt 2. | $\Delta h/\Delta x$ | kJ/kg | 18000 | 10000 | 7000 |
| Punt 3. | instraling | kW | 1,41 | 1,41 | 1,41 |
| | warmteprod. | kW | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| | ventilator | kW | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| | $\Sigma\dot{Q}$ | kW | 2,45 | 2,45 | 2,45 |
| | deficit macro | Pa | 210 | 140 | 70 |
| | deficit macro | Pa | 105 | 70 | 35 |
| | $\Sigma\dot{W}$ | kg/s | $2{,}21.10^{-4}$ | $1{,}48.10^{-4}$ | $0{,}74.10^{-4}$ |
| | $\Delta h/\Delta x = \frac{\Sigma\dot{Q}}{\Sigma\dot{W}}$ | | 11100 | 16540 | 23148 |

De relatieve vochtigheid in het macroklimaat is 75%, zoals in figuur 10 eenvoudig is af te lezen.

Figuur 9:




Figuur 10:



## 3.4. Vochtverlies ≠ massaverlies.

Stel de warmteproduktie van een tuinbouwprodukt is $q_{pr}$ W/kg.
Het bijbehorende koolstofverlies volgt uit de ademhalingsreactie:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 2824 \text{ kJ}$$

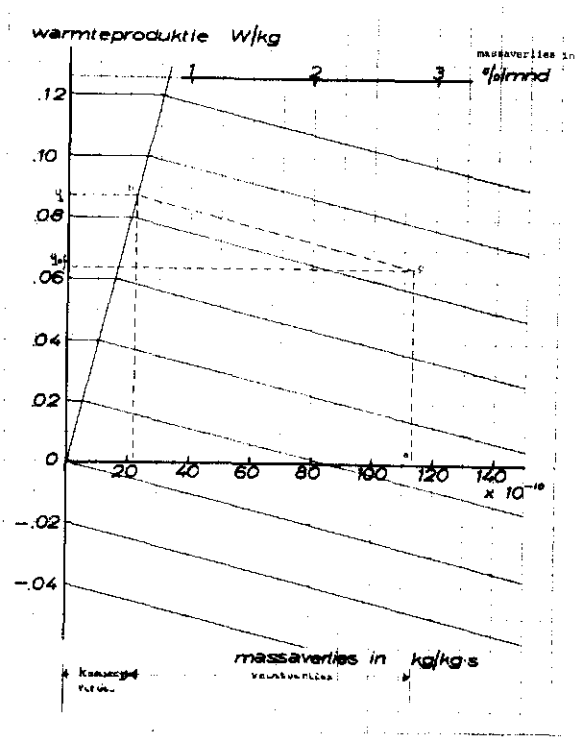
glucose zuurstof water koolzuur warmte

Pas op: Het zuurstofverbruik, de koolzuurgas<u>produktie</u> en de warmte<u>produktie</u> volgen uit deze reactievergelijking.
De vochtafgifte heeft <u>niets</u> met deze vergelijking te maken, alhoewel er water wordt gevormd.
Uit de vergelijking blijkt dat C-atomen het produkt verlaten, waardoor een massaverlies optreedt dat we koolstofverlies noemen.
We vinden dus:

| massaverlies = vochtverlies + koolstofverlies |
|---|

Hoe vinden we met behulp van figuur 11 het koolstofverlies [9].
Stel dat het gemeten massaverlies is $113 \times 10^{-10}$ kg/(kg.s) (punt a) en de warmteproduktie is 0,088 W/kg (punt q).
Ga vanuit punt q horizontaal naar punt b. Deze afstand is het koolstofverlies = $22 \times 10^{-10}$ kg/(kg.s).
Het vochtverlies is dus $(113 - 22).10^{-10}$ kg/(kg.s).

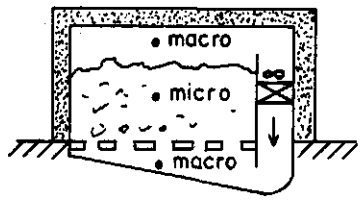
In het voorbeeld is het koolstofverlies 19,5% van het massaverlies. Indien de vochtafgifte groot is, mag het koolstofverlies verwaarloosd worden. Toch altijd met figuur 11 controleren.



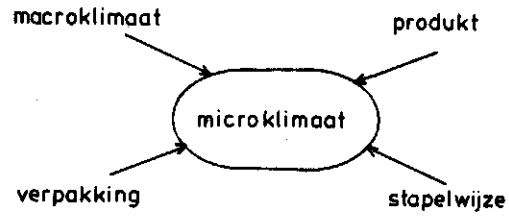

Figuur 11:

## 3.5. Veilige straal.

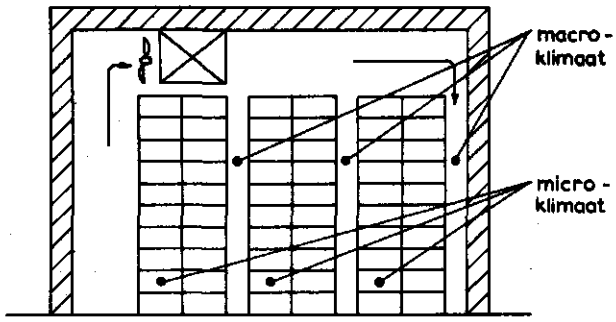
Onder het microklimaat wordt verstaan het klimaat - temperatuur, dampdrukdeficit enz. - direct rondom ieder produkt. Het microklimaat heeft invloed op de inwendige en uitwendige kenmerken van het tuinbouwprodukt: relaties tussen microklimaat en produktkenmerken worden regelmatig gemeten.
Het doel van bewaring is om door een juiste keuze van het microklimaat tot de gewenste bewaarduur of kwaliteitsnorm te komen.
Onder het macroklimaat wordt verstaan het klimaat van de lucht rondom de stapeleenheden in de bewaarruimte. Het macroklimaat wordt binnen bepaalde grenzen geregeld door de luchtbehandelingsinstallatie. (zie figuur 12)




Figuur 12: ↕




↑ Figuur 13:




Het microklimaat kan niet geregeld worden.

Het microklimaat ontstaat door een samenspel van produkt, verpakking, stapelwijze en macroklimaat. We zullen proberen na te gaan hoe dit spel gespeeld wordt en tot welke praktische aanbevelingen dit aanleiding geeft (zie figuur 13).

Als uit laboratoriumexperimenten bekend is dat de optimale bewaartemperatuur voor een tuinbouwprodukt $5^{o}C$ is, dan plaatst men een stapel van deze produkten in een gekoelde ruimte, waarvan het macroklimaat $5^{o}C$ is. Na verloop van tijd stelt zich een microklimaat in, dat afwijkt van het macroklimaat. De verklaring daarvoor kent iedereen. Geoogste tuinbouwprodukten produceren warmte en warmte stroomt van hoge naar lage temperatuur. In het centrum van de stapel moet dus de hoogste temperatuur optreden opdat de daar geproduceerde warmte naar het macroklimaat kan wegstromen. In de stapel heerst als gevolg van dit verschijnsel een temperatuurspreiding.

## Temperatuurspreiding.

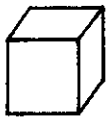
De temperatuurspreiding wordt beschreven met de volgende vergelijking:

$$Tc - Ta = \frac{qX^2}{n\,\lambda}\left(1 + \frac{2\,\lambda}{\alpha.X}\right) \qquad (10)$$

Met behulp van houdbaarheidsgrafieken of andere relaties tussen temperatuur en produktkenmerken vindt men meestal een waarde van circa 1 K als maximaal toelaatbare temperatuurspreiding.

## Veilige straal.

Met behulp van de vergelijking die het temperatuurprofiel beschrijft, kan dan de afstand tussen centrum en oppervlak berekend worden. Deze afstand wordt de veilige straal van de stapel genoemd. Kiest men tijdens de bewaring voor een grotere stapel dan zal de temperatuurspreiding meer dan 1 K bedragen en leiden tot ontoelaatbaar kwaliteitsverlies.
In de tabel is voor roos en bewaarappel de veilige straal berekend voor een kubusvormige stapel ($\eta = 4$) en voor een lange en hoge stapel ($\eta = 2$) voor langsstroombewaring bij $2^{o}C$.

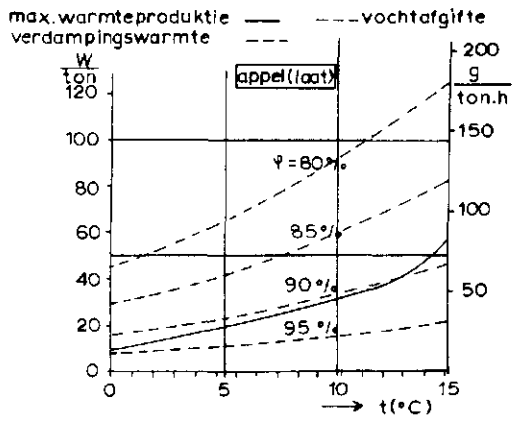


| | | roos | appel |
|---|---|---|---|
| $\eta$ | | 4 | 4 |
| $\lambda$ | (W/ m.K) | 0,24 | 0,3 |
| q | ($W/m^3$) | 11,2 | 5,5 |
| Tc-To | (K) | 1 | 1 |
| X | (m) | 0,29 | 0,47 |

| | | roos | appel |
|---|---|---|---|
| $\eta$ | | 2 | 2 |
| $\lambda$ | (W/ m.K) | 0,24 | 0,3 |
| q | ($W/m^3$) | 11,2 | 5,5 |
| Tc-To | (K) | 1 | 1 |
| X | (m) | 0,21 | 0,33 |

Uit de tabel blijkt dat de veilige straal voor een rijstapeling van bewaarappels slechts 33 cm is. In de praktijk wordt maximaal met 60 cm gewerkt, waarbij de gemeten temperatuurspreiding in de stapel toch niet boven 1 K komt, alhoewel dit in tegenstrijd is met de theoretische verwachting.
Een voor de hand liggende verklaring is de volgende:
tuinbouwprodukten geven vocht af, afhankelijk van het dampdrukdeficit - de drijvende kracht voor vochtafgifte - tussen produkt en microklimaat. De benodigde verdampingswarmte is te beschouwen als een negatieve warmteproduktie. De effectieve warmteproduktie is dus altijd kleiner dan de in tabellen opgegeven warmteproduktie van tuinbouwprodukten, want die warmteprodukties gelden voor het geval dat geen vocht wordt afgegeven. Voor een bewaarappel kan de effectieve warmteproduktie bijvoorbeeld 5,5 - 3,5 = 2,0 $W/m^3$ zijn.

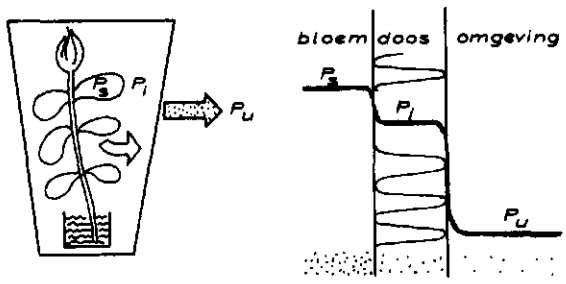
De veilige straal is dan, in plaats van 0,33 m, 0,55 m [10]).
In figuur 14 is het verband gegeven tussen warmteproduktie, verdampingswarmte en vochtafgifte met de temperatuur en de relatieve vochtigheid voor de appel.




Figuur 14:

## 3.6. Watergift voor sierteeltgewassen in gesloten verpakkingen.

Een groothandelsbedrijf wil 3 rozetakken in een kartonnen doos op de markt brengen. Maximaal blijven de rozen 5 dagen verpakt in de verpakking. De stelen van de rozen zijn in kunstmos gestoken en de vraag is nu hoeveel water aan het kunstmos moet worden toegevoegd!




Figuur 15:

We gaan uit van een vochtbalans over de lucht in de doos (zie figuur 15). De doos staat in een omgeving van $T_u = 20^oC$ en $\varphi_u = 60\%$. De vochtstroom "uit" volgt uit de vochtdoorlatendheid van het karton, de dikte ervan en de dampspanning in de doos:

$$\dot{W}_{uit} = \Pi_m \cdot (p_i - p_u) \cdot \frac{A}{d_k} \qquad (11)$$

De vochtstroom "in" is afhankelijk van de specifieke vochtafgifte van rozen die op water staan.

$$\dot{W}_{in} = \dot{m}_{spec} \cdot m_{pr} \cdot (p_s - p_i) \qquad (12)$$

Stel $\Pi_m = 180.10^{-15} \frac{kg}{m.s.Pa}$ [11])

Met de volgende gegevens rekenen we de balans uit:

$d_k = 0{,}001$ m

$p_u = 1402$ Pa

$A = 2\ \{ (0{,}2x0{,}05) + (0{,}2x0{,}05) + (0{,}05x0{,}05) \} = 0{,}045\ m^2$

$\dot{m}_{spec} = 15 \cdot 10^{-10}$ kg/(kg.Pa.s)

$m_{pr} = 0{,}12$ kg

$p_s = 2337$ Pa

De balans is:

$$\dot{W}_{uit} = \dot{W}_{in}$$

$$\Pi_m \cdot d_k \cdot (p_i - p_u) \cdot F = \dot{m}_{spec} \cdot m_{pr} \cdot (p_s - p_i)$$

$$\frac{p_i - p_u}{p_s - p_i} = \frac{\dot{m}_{spec} \cdot m_{pr} \cdot d_k}{\Pi_m \cdot A} \qquad (13)$$

$$\frac{Pi - Pu}{Ps - pi} = \frac{15 \cdot 10^{-10} \cdot 0{,}12.0{,}001}{180 \cdot 10^{-15} \cdot 0{,}045} = 22$$

zodat $Pi = 2296$ Pa.

De vochtafgifte van de bloemen is volgens vergelijking 12 :

$$\dot{W}_{bloemen} = \dot{m}_{spec} \cdot m_{pr} \cdot (p_s - p_i) =$$

$$= 15 \cdot 10^{-10} \cdot 0{,}12 \cdot (2337 - 2296)$$

$$= 7{,}4 \cdot 10^{-9} \text{ kg/s}$$

$$= 7{,}4 \cdot 10^{-9} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 5 = 3{,}2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/}_{5dag}$$

Het blijkt dat de 3 bloemen in 5 dagen 3,2 gram water kunnen verdampen. Deze hoeveelheid wordt opgezogen uit het kunstmos zodat minimaal 3,2 gram water toegevoegd moet worden aan het kunstmos.

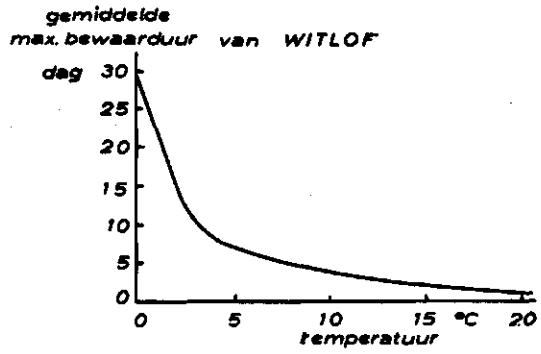
## 3.7. Relatieve vochtigheid en houdbaarheid.

De gemiddelde bewaarduur van witlof is in de eerste plaats afhankelijk van de temperatuur (zie figuur 16). Wordt een bepaalde bewaartemperatuur gekozen, bijvoorbeeld T = 2°C, dan zal de volgende klimaatfactor bepalend zijn voor de bewaarduur. Bedoeld wordt het dampdrukdeficit, de drijvende kracht voor vochtafgifte. Helaas is de specifieke vochtafgifte geen constante evenredigheidsfactor. Bij kleine dampdrukdeficits is de weerstand van de huid gering, zodat de specifieke vochtafgifte toeneemt bij afnemende deficits. In figuur 17 zijn door twee meetpunten twee lijnen getekend die het bedoelde verband kunnen voorstellen. De vochtafgifte hangt af van het produkt $\Delta p \cdot \dot{m}_{spec}$ ; dus volgens:

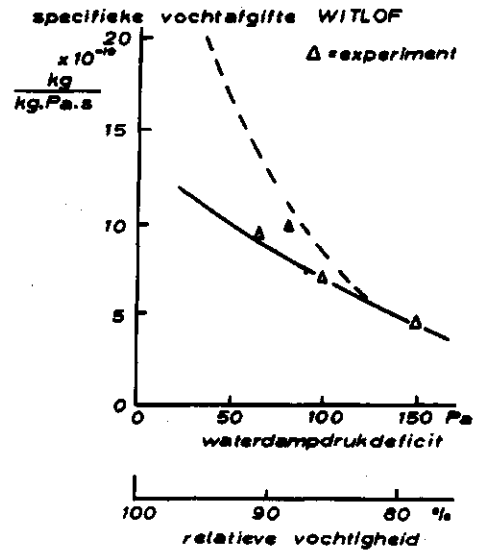
$$\frac{\Delta m}{\bar{m}_{pr} \cdot \Delta t} = \dot{m}_{spec} \cdot \Delta p \qquad (14)$$

Theoretisch is het mogelijk dat het produkt van specifieke vochtafgifte en dampdrukdeficit kleiner wordt bij groter wordende dampdrukdeficits.

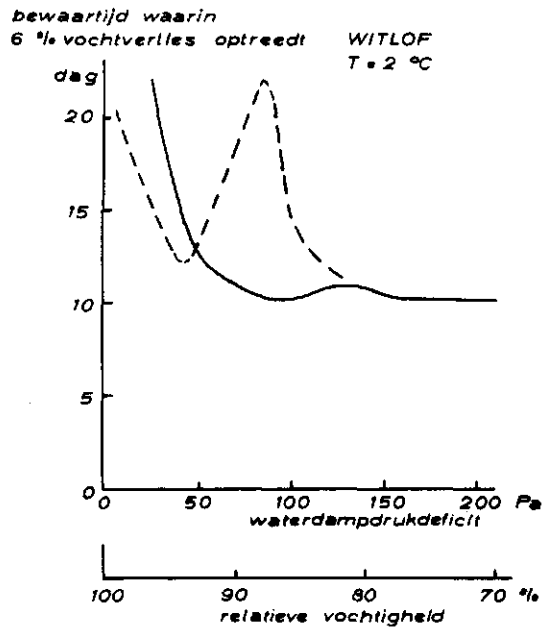
Dat wil zeggen dat de vochtafgifte afneemt bij lagere relatieve vochtigheid cq. grotere dampdrukdeficits.
De onderbroken lijn in figuur 17 vertegenwoordigt een dergelijke uitzonderlijke toestand. De houdbaarheid van witlof hangt af van het toegestane massaverlies: volgens tabel 2 ca. 6%.
De maximale bewaartijd voor witlof is in figuur 18 gegeven voor de uitzonderlijke (---) en gebruikelijke (——) toestand.
De conclusie is dat de optimale relatieve vochtigheid ten aanzien van de vochtafgifte mogelijk niet 96%, maar bijvoorbeeld 88% is.




Figuur 16:




Figuur 17:




Figuur 18:

Indien uit voortgaande studie blijkt dat dit onverwachte verschijnsel bij enkele tuinbouwprodukten optreedt, dan betekent dit een waarschuwing bij het toepassen van bewaarsystemen met een hoge relatieve vochtigheid.
In filacell- of humicoldsystemen mogen dan slechts produkten bewaard worden die een vlak verloop van de lijn vertonen in de figuur waarin de specifieke vochtafgifte en het dampdrukdeficit voorkomen.

## 3.8. De berekening van de circulatiehoeveelheid door een bed van agrarische produkten met behulp van het h,x-diagram.

Van fysiologisch onderzoek aan verse produkten is bekend welk microklimaat het bewaarde produkt een optimale houdbaarheid garandeert. Omdat het technisch niet mogelijk is overal in de gekoelde ruimte hetzelfde microklimaat te maken, zal in het h,x-diagram het optimale klimaat een gebiedje beslaan met het door de fysiologen gevonden optimale bewaarpunt als centrum.
Her circulatievoud wordt berekend door na te gaan wanneer de luchttoestand niet meer in het genoemde gebiedje van het h,x-diagram valt.

De richting van de toestandsverandering van vochtige lucht tijdens het doorstromen van een laag warmteproducerende en vochtafgevende produkten wordt gevonden met de enthalpie- en waterdampbalans. Voor de stationaire toestand is de enthalpiebalans betrokken op 1 kg produkt (als $T>T_f$):

$$\Delta h = \frac{q_p}{g} + c_w.T_p.\frac{w_p}{g} \qquad (15)$$

De waterdampbalans levert op : $\longrightarrow$ g (1 kg pr)

$$\Delta x = \frac{w_p}{g} \qquad (16)$$

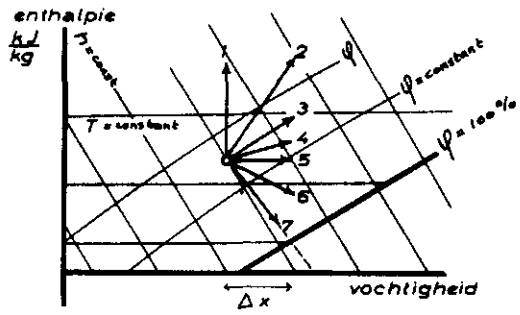
De richtingsverandering is de verhouding tussen $\Delta h$ en $\Delta x$, dus

$$\frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{q_p}{w_p} + c_w.T_p \qquad (17)$$

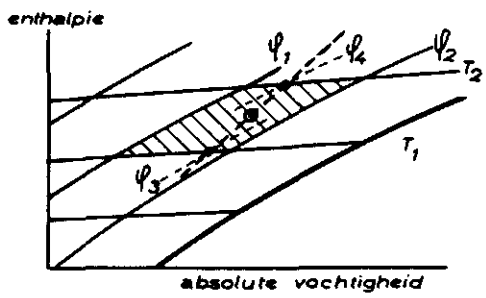
De toestandsverandering van de lucht tijdens het doorstromen van een stapel agrarische produkten is voornamelijk afhankelijk van de verhouding $q_p/w_p$. In het h,x-diagram (figuur 19) zijn er nu 7 verschillende mogelijkheden.

De warmteproduktie van agrarische produkten is vooral een functie van de temperatuur. De vochtafgifte is evenredig met het dampdrukverschil tussen het produkt en de lucht; dit verschil wordt dampdrukdeficit genoemd. Omdat de produkten voor een groot deel uit water bestaan, mag de dampdruk in het produkt gelijk genomen worden aan de verzadigde waterdampspanning bij de temperatuur van het produkt. Indien deze aanname niet gemaakt mag worden, moet de wateractiviteit van het produkt gemeten worden of kan het vriespunt van het produkt gebruikt worden om de evenwichtsdampdruk van het produkt te berekenen. De specifieke vochtafgifte is de onvermijdelijke constante waarin de eigenschappen van de huid van het produkt en de stofoverdrachtscoëfficiënt verwerkt zijn. De vochtafgifte volgt dus uit :

Figuur 19:




Figuur 20:




$$w_p = \dot{m}_{spec} \cdot (p_s - p) \qquad (18)$$

In het h,x-diagram van figuur 20 kan de volgens relatie 17 berekende toestandsverandering getekend worden door het optimale punt voor de bewaring. Het gearceerde gebied geeft aan welke klimaatcondities weliswaar niet optimaal, maar wel toelaatbaar zijn, in de tekening $T_1 \leqslant T \leqslant T_2$ en $\varphi 1 \leqslant \varphi \leqslant \varphi 2$.

De toestand van de lucht die de lading produkt instroomt is dus $T = T_1$ en $\varphi = \varphi_3$, terwijl het wenselijk is dat de toestand van de uitstromende lucht $T = T_2$ en $\varphi = \varphi_4$ is.

De berekening van de circulatiehoeveelheid g volgt uit de relatie 1 of 2, al naar gelang de grootste nauwkeurigheid bij het aflezen in het h,x-diagram. Na hergroeperen van relatie 15 volgt voor g:

$$g = \frac{q_p + c_w \cdot T_p \cdot w_p}{\Delta h} \qquad (19)$$

en uit relatie 16 volgt:

$$g = \frac{w_p}{\Delta x} \qquad (20)$$

Het berekenen van g is, als de fysiologische gegevens van het produkt bekend zijn, gemakkelijk omdat $\Delta h$ en $\Delta x$ in het h,x-diagram worden afgelezen.

<u>Voorbeeld</u> Het optimale klimaat voor het bewaren van winterpeen is $2^oC \pm 0{,}5$ K en 90 % $\pm$ 5 %. De benodigde fysische en fysiologische gegevens van winterpeen zijn :

$q_p (T = 2^oC) = 0{,}034$ W/kg

$\dot{m}_{spec} = 7{,}1 \times 10^{-10}$ kg/(kg.Pa.s)

$\rho_{bulk} = 600$ kg/m$^3$

Bereken de benodigde hoeveelheid circulatielucht in m$^3$/(m$^3$.uur) en de gemiddelde vochtafgifte in %/mnd.

<u>Oplossing</u> $p_s = 705$ Pa; $p = 0{,}9.p_s = 635$ Pa;

$w_p = 7{,}1\times10^{-10}.70 = 4{,}97\times10^{-8}$ kg/(kg.s) = 12,8 %/mnd.

Uit deze grote waarde voor het vochtverlies volgt dat uitdrogingsverschijnselen spoedig zichtbaar worden, waardoor de bewaarduur niet langer dan 1 maand mag zijn.

$dh/dx = 0{,}034/4{,}97\times10^{-8} + 4217.2 = 693$ kJ/kg; de temperatuur daalt van 2,3 tot 1,7$^o$C. Voor de berekening van g is relatie 6 geschikter dan 5: $g = 4{,}97\times10^{-8}/(4{,}07 - 3{,}75)10^{-3} = 1{,}55\times10^{-4}$ kg/(kg.s);

De totale hoeveelheid produkt in de opstelling is

$m = \rho_{bulk} \cdot V = 1200$ kg

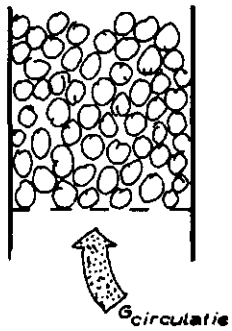
dus

$G_{circ} = 1200 \times 1{,}55E\text{-}4 = 0{,}186$ kg/(s.2m$^3$)

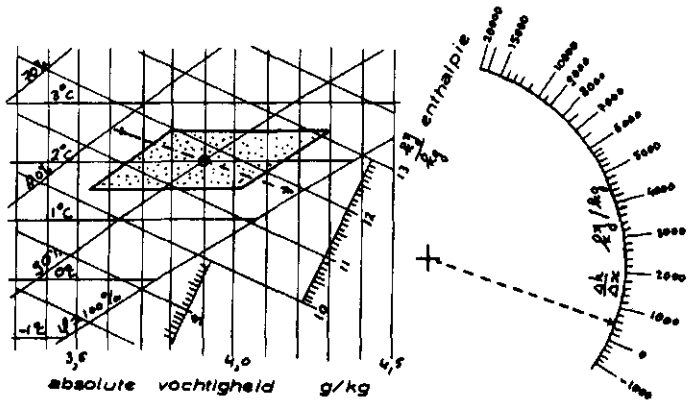
of uitgedrukt in termen die de praktijk gebruikt;

$$G_{circ} = \frac{0{,}186 \times 3600}{1{,}28 \times 2} = 261 \quad m3/(m3.uur)$$

Figuur 21:




Figuur 22:



## 3.9. Afkoel- en opwarmsnelheid.

In figuur 23 is de opwarming en de afkoeling van dezelfde tomaat weergegeven. Op de verticale as staat de dimensieloze temperatuur. Uit herhaalde metingen is gebleken dat de opwarming, vooral bij lage luchtsnelheden, langzamer verloopt dan de afkoeling [6]. Bij dode materie bestaat dit verschil niet!

Het verschil is verklaarbaar door rekening te houden met de vochtafgifte van de produkten. In figuur 24 is de opwarming en de afkoeling getekend in een h,x-diagram. Het blijkt dat tijdens de afkoeling het dampdrukdeficit altijd positief is, wat voor de opwarming niet het geval is zoals figuur 25 toont.

Omdat voor verdamping warmte nodig is en deze warmte onttrokken wordt aan de tomaat, gaat vochtafgifte gepaard aan een bepaalde hoeveelheid warmte nodig voor het verdampen. De vochtafgiftesnelheid van de tomaat is evenredig met het waterdampdrukdeficit volgens:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{v}_{spec} \cdot \Delta p \cdot A \qquad (21)$$

De warmte nodig voor het verdampen is:

$$\dot{Q}_v = r \cdot \frac{dm}{dt} = r \cdot \dot{v}_{spec} \cdot \Delta p \cdot A \qquad (22)$$

De verdampte hoeveelheid water is met de verdampingswarmte van water vermenigvuldigd waardoor de warmtehoeveelheid wordt gevonden die nodig is om deze hoeveelheid water te kunnen verdampen. Met behulp van de volgende gegevens: $\dot{v}_{spec}$ = het vochtverlies van de tomaat per oppervlakte per dampdrukdeficit = $1.10^{-9}$ kg/$m^{+2}$.Pa.s, A = de oppervlakte van de tomaat = $1,2.10^{-2}$ $m^2$, r = de verdampingswarmte van water = $2,25.10^6$ J/kg is het verband tussen waterdampdrukdeficit $\Delta p$ en "verdampingswarmte" $\dot{Q}_v$ van de tomaat te berekenen.

De grootte van de warmtestroom die de tomaat als gevolg van het temperatuurverschil verlaat of binnengaat wordt gegeven door de volgende vergelijking:

$$\dot{Q}_t = \alpha \cdot \Delta T \cdot A \qquad (23)$$

waarin $\dot{Q}_t$ = transmissiewarmtestroom
$\alpha$ = warmte-overdrachtscoëfficiënt
$\Delta T$ = temperatuurverschil tussen tomaat en lucht
$A$ = oppervlakte van de tomaat

Omdat $\alpha \cdot A$ een constante is, neemt de transmissiewarmtestroom toe als het temperatuursverschil tussen tomaat en lucht groter wordt. De warmte-overdrachtscoëfficiënt is echter wel een functie van de snelheid van de lucht.

Nog een andere warmtebron is belangrijk: de ademhalingswarmte $\dot{Q}_a$ [7]). Dat de ademhalingswarmte een kleine rol speelt laten tabel 3 en 4 zien. In tabel 3 staat de totale warmtestroom $\dot{Q}_w$ als functie van het temperatuurverschil bij afkoeling en opwarming bij luchtsnelheid v = 0 m/s. In tabel 4 staan dezelfde gegevens, maar nu bij 0,4 m/s. Bij een afkoeling blijkt de warmtestroom altijd groter te zijn dan bij een opwarming, onder voorwaarde dat het temperatuurverschil gelijk is.

Tabel 3. Berekening van de warmtestroom bij afkoeling en opwarming van de tomaat.
Luchtsnelheid v = 0 m/s
Afkoeling $\dot{Q}_w = \dot{Q}_v + \dot{Q}_t - \dot{Q}_a$

| $\Delta T$ (K) | $\dot{Q}_v$ | $\dot{Q}_t$ (W/tomaat) | $\dot{Q}_a$ | $\dot{Q}_w$ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,038 | 0,660 | 0,006 | 0,692 |
| 8 | 0,032 | 0,533 | 0,005 | 0,580 |
| 6 | 0,025 | 0,397 | 0,004 | 0,418 |
| 4 | 0,020 | 0,270 | 0,004 | 0,286 |
| 2 | 0,016 | 0,138 | 0,003 | 0,151 |
| 0 | 0,012 | 0 | 0,002 | 0,010 |

Opwarming $\dot{Q}_w = - \dot{Q}_v + \dot{Q}_t + \dot{Q}_a$

| ΔT (K) | $\dot{Q}_v$ | $\dot{Q}_t$ (W/tomaat) | $\dot{Q}_a$ | $\dot{Q}_v$ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 0 | 0,660 | 0,003 | 0,663 |
| 8 | 0 | 0,533 | 0,003 | 0,536 |
| 6 | 0,005 | 0,397 | 0,004 | 0,396 |
| 4 | 0,010 | 0,270 | 0,005 | 0,265 |
| 2 | 0,017 | 0,138 | 0,006 | 0,127 |
| 0 | 0,025 | 0,0 | 0,006 | -0,019 |

Tabel 4. Berekening van de warmtestroom bij afkoeling en opwarming van de tomaat.
Luchtsnelheid v = 0,4 m/s
Afkoeling $\dot{Q}_w = \dot{Q}_v + \dot{Q}_t - \dot{Q}_a$

| ΔT (K) | $\dot{Q}_v$ | $\dot{Q}_t$ (W/tomaat) | $\dot{Q}_a$ | $\dot{Q}_w$ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,038 | 1,30 | 0,006 | 1,332 |
| 8 | 0,032 | 1,05 | 0,005 | 1,077 |
| 6 | 0,025 | 0,78 | 0,004 | 0,801 |
| 4 | 0,020 | 0,53 | 0,004 | 0,546 |
| 2 | 0,016 | 0,26 | 0,003 | 0,273 |
| 0 | 0,012 | 0 | 0,002 | 0,010 |

Opwarming $\dot{Q}_w = - \dot{Q}_v + \dot{Q}_t + \dot{Q}_a$

| ΔT (K) | $\dot{Q}_v$ | $\dot{Q}_t$ (W/tomaat) | $\dot{Q}_a$ | $\dot{Q}_w$ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 0 | 1,300 | 0,003 | 1,303 |
| 8 | 0 | 1,05 | 0,003 | 1,053 |
| 6 | 0,005 | 0,78 | 0,004 | 0,779 |
| 4 | 0,010 | 0,53 | 0,005 | 0,525 |
| 2 | 0,020 | 0,26 | 0,006 | 0,246 |
| 0 | 0,030 | 0 | 0,006 | -0,024 |

In deze tabellen zijn de werkelijke warmtestromen $\dot{Q}_w$ als functie van het temperatuurverschil tussen lucht en tomaat voor de opwarming en afkoeling berekend uit de verdampingswarmte $\dot{Q}_v$, de ademhalingswarmte $\dot{Q}_a$ en de transmissiewarmte $\dot{Q}_t$.
Bij de opwarming geldt dat de warmtestroom volgt uit:

$$\dot{Q}_w = \dot{Q}_t + \dot{Q}_a - \dot{Q}_v \qquad (24)$$

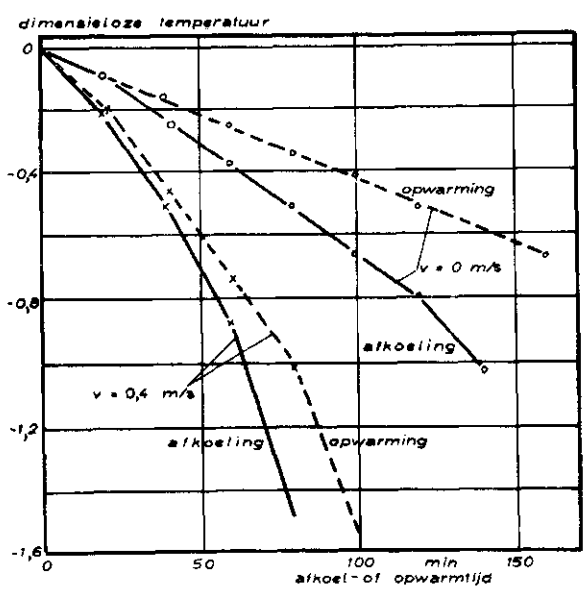
Immers de transmissiewarmte $\dot{Q}_t$ en de ademhalingswarmte $\dot{Q}_a$ bespoedigen de opwarming terwijl de verdamping de opwarming vertraagt.
Bij de afkoeling van de tomaat geldt:

$$\dot{Q}_w = \dot{Q}_t + \dot{Q}_v - \dot{Q}_a \qquad (25)$$

Nu werkt alleen de ademhalingswarmte $\dot{Q}_a$ de afkoeling tegen.
Het is duidelijk dat de werkelijke warmtestroom bij afkoeling altijd groter is dan die bij opwarming.

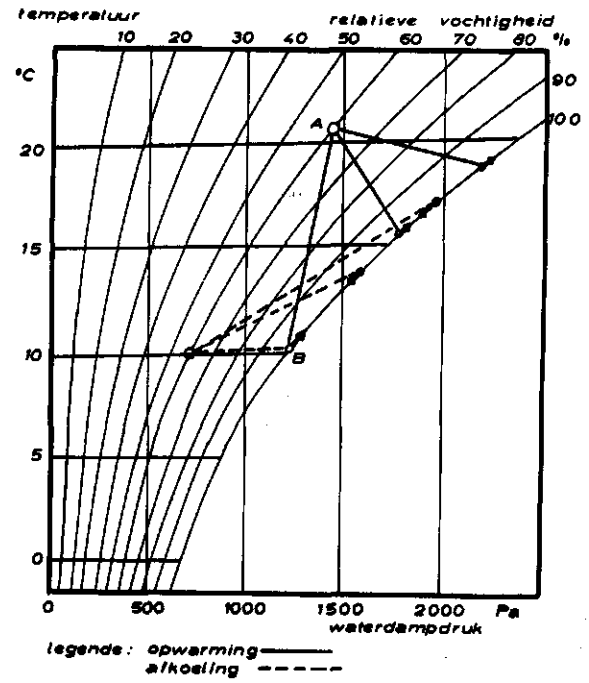
Dit heeft tot gevolg dat een afkoeling van een tomaat sneller gaat dan een opwarming. Met behulp van de berekende warmtestroom $\dot{Q}_w$ kan berekend worden, hoe de afkoeling en opwarming van een tomaat in de tijd verloopt.

We mogen concluderen dat het ervaringsfeit dat een lichaam met een nat oppervlak sneller afkoelt dan één met een droog oppervlak, eveneens geldt voor een tomaat.

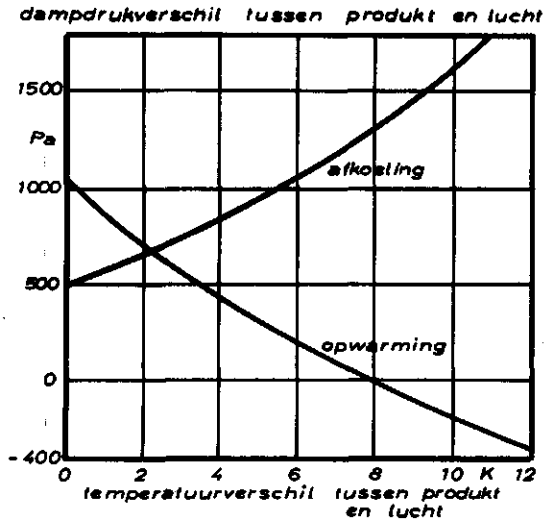



Figuur 23:

Figuur 24:




Figuur 25:



# 4. *BEPALING SPECIFIEKE VOCHTAFGIFTE*

## 4.1. Methoden

### Meetmethode 1

De tuinbouwprodukten werden zodanig op een rooster gelegd dat de lucht ongehinderd om ieder produkt stroomde. De luchtsnelheid varieerde enigszins en bedroeg gemiddeld 10 cm/s.
De toestand van de vochtige lucht was constant binnen nauwe grenzen. De temperatuuramplitude was ca. 0,1 K en de amplitude van de relatieve vochtigheid ca. 0,5%. De metingen vonden plaats in het donker.

### Meetmethode 2

De tuinbouwprodukten werden op een rooster gelegd in een zinken bak. De bak stond in de klimaatkast. De bovenzijde van de bak was afgesloten met een geperforeerde plastic folie. De luchtsnelheid in de bak was 0 cm/s. De relatieve vochtigheid werd met een haarhygrometer bepaald. De nauwkeurigheid van een geijkte haarhygrometer is 2% r.v. Er was geen verlichting in de klimaatkast.

## 4.2. Voorbereiding tot de meting

De produkten werd enkele uren de gelegenheid gegeven om de temperatuur van de klimaatkast aan te nemen.
Hierdoor worden de door Fockens beschreven overgangsverschijnselen geneutraliseerd [12]).

## 4.3. Berekeningsmethode

Onder de specifieke vochtafgifte van tuinbouwprodukten wordt verstaan de vochtafgifte per tijd, per massa en per dampdrukdeficit.

$$\dot{m}_{spec} = \frac{\Delta m}{\bar{m} \cdot \Delta t \cdot \Delta p} \qquad (26)$$

Meting vochtverlies en gemiddelde massa

Het massaverlies tijdens de meting wordt veroorzaakt door vochtverlies en droge stofverlies.
Indien de warmteproduktie van het produkt bij de meettemperatuur bekend is, kan met een nomogram [9]) de verhouding tussen vochtverlies en massaverlies bepaald worden. Het massaverlies wordt door een gewichtsmeting met een analytische balans, bij geringe massa, of bij een grote massa op een bovenweger bepaald. De nauwkeurigheid is 0,05 g respectievelijk 0,5 g. De massaverliezen zijn niet gecorrigeerd voor de droge stofverliezen.

Meting dampdrukdeficit

Alhoewel biofysische metingen uitwijzen dat de relatieve vochtigheid in de intercellulaire ruimten van een waterig tuinbouwprodukt niet 100% is, maar 99,7%, gaan we er van uit dat de relatieve vochtigheid in het produkt 100% is. De bijbehorende verzadigde dampdruk $p_s$ wordt berekend met de Magnusformule (T in $^oC$):

$$p_s = 10^{\left(2,7857 + \frac{7,5 \cdot T}{237,3 + T}\right)} \qquad (27)$$

De dampdruk van de lucht in de klimaatkast volgt uit de definitie van de relatieve vochtigheid:

$$p = p_s \cdot \frac{\varphi}{100} \qquad \text{(bij constante T)} \qquad (28)$$

Het dampdrukdeficit, de drijvende kracht voor de vochtafgifte, is dus:

$$\Delta p = p_s - p = p_s \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \qquad (29)$$

# 5. *RESULTATEN*

## 5.1. Tendensen

De meetresultaten zijn in de tabellen van hoofdstuk 7 weergegeven. Meetmethode 1 heeft betrekking op de meting in de kast, dus bij geringe luchtsnelheden. Meetmethode 2 heeft betrekking op de meting in de bak, dus bij een luchtsnelheid v = 0 m/s.
De spreiding van één meting, met 5 stuks of 5 partijen produkt, is in de figuren van hoofdstuk 8 aangegeven.

Tendensen die uit de metingen volgen:

1. Hogere luchtsnelheden veroorzaken, zoals te verwachten is, bij gelijkblijvend dampdrukdeficit een grotere specifieke vochtafgifte. Zie Chinese kool, komkommer, peer, rode kool.
2. De massa per produkt is van belang. Een grotere massa levert een lagere specifieke vochtafgifte. Zie andijvie, komkommer.
   Helaas is voor veel produkten verzuimd de individuele produktmassa te meten zodat bij bijvoorbeeld spruitjes de resultaten niet te verklaren zijn.
3. De specifieke vochtafgifte neemt toe bij een dalend dampdrukdeficit. Zie andijvie, sperziebonen. Een verklaring voor dit verschijnsel wordt door Fockens gegeven[13].
4. Bij v = 0 m/s is de specifieke vochtafgifte onafhankelijk van het dampdrukdeficit. Zie waspeen, pruim, peer, komkommer, Chinese kool.

## 5.2 Specifieke dampstroomdichtheid

Hoewel tot nu toe de nadruk heeft gelegen op de specifieke vochtafgifte is het voor de verklaring van de resultaten noodzakelijk om, met behulp van het specifiek oppervlak, de specifieke dampstroomdichtheid te berekenen.
Omdat de mate van vochtafgifte voornamelijk bepaald wordt door de toestand en het oppervlak van de huid, geeft de vochtafgifte per oppervlakte-eenheid directe informatie over de huidweerstand en de weerstand van de grensluchtlaag.

De dampstroomdichtheid volgt uit het quotiënt van vochtafgifte en oppervlak:

$$\dot{v}_{spec} = \frac{\dot{m}_{spec}}{a_{spec}} \qquad (30)$$

Het specifiek oppervlak wordt bij benadering gevonden door een produkt in te delen in één van de volgende groepen:

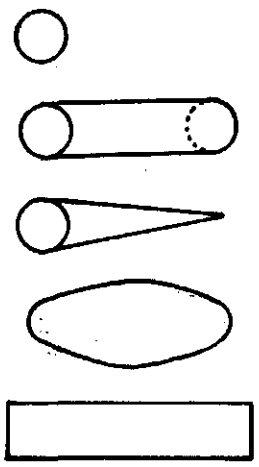
1° bol

2° cilinder

3° kegel

4° ellips

5° vlakke plaat



Uit de gemeten gemiddelde afmetingen van het produkt wordt het oppervlak en het volume berekend. Het specifiek oppervlak volgt dan uit:

$$a_{spec} = \frac{A}{\rho_{pr} \cdot V} \qquad (31)$$

indien de gemiddelde massa van het produkt niet bekend is.
De produktdichtheid wordt gevonden in de Produktgegevens Groente en Fruit, mededeling 30 van het Sprenger Instituut. Is echter de gemiddelde massa van het individuele produkt wel bekend dan wordt het specifieke oppervlak berekend met:

$$a_{spec} = \frac{A}{m_{pr}} \qquad (32)$$

In tabel 5 is opgenomen - voor ieder produkt - oppervlak, volume, produktdichtheid, massa, specifiek oppervlak en geometrie.
De berekende specifieke dampstroomdichtheden zijn in tabel 6 opgenomen, voor de situatie van de langsstroombewaring. De gegevens voor de doorstroombewaring, opgenomen in dezelfde tabel, zijn van groot belang om een indruk te krijgen van de weerstand van de huid tegen vochtafgifte.

Dit komt omdat bij hogere luchtsnelheden de relatieve weerstand van de luchtgrenslaag gering is, zodat de waarde van de specifieke dampstroomdichtheid bij v = 0,1 m/s een goede maat is voor de vochtdoorlatendheid van de huid.

In tabel 7 is de rangvolgorde opgenomen.
Hieronder volgen enige constateringen:

a. de aardappel heeft een verkurkte huid, dus bovenaan de tabel, 4.
b. bladgroenten hebben in de huid veel openingen. De doorlatendheid van groene kool is 249.
c. hard fruit, peer, appel, heeft een geringe doorlatendheid, resp. 8 en 6.
d. van de vruchten heeft de perzik inderdaad een zacht huidje: 110.
e. zacht fruit, framboos, aardbei, liggen bij elkaar: 33 en 40.
f. ook zuidvruchten ontlopen elkaar niet veel, gemiddeld 15.
g. knollen en wortelen hebben een goed doorlatende huid, radijs 210 en afdalend tot 89 voor rode biet.
h. tussen groene kool en witte kool is een groot verschil: 249 en 66.

Tabel 5.

| Produkt | $\rho_{pr}$ kg/m$^3$ | A m$^2$ | Massa g | V m$^3$ | $a_{spec}$ m$^2$/kg | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aardappel | 1082 | | 53 | 0,000049 | | |
| Aardbei | 891 | 0,00196 | 7,2 | 0,0000082 | 0,2727 | 25 |
| Ananas | 958 | 0,0877 | 1854,7 | 0,00195 | 0,0473 | r= 59,8 h=173,7 |
| Appel | | 0,00950 | | 0,000087 | | 55 |
| Asperge | 954 | 0,0078 | 22 | 0,000023 | 0,3545 | r= 6 h=200 |
| Aubergine | 586 | 0,0502 | 398 | 0,000734 | 0,1261 | r= 34,5 h=197 |
| Augurk | 954 | | | | | |
| Avocado | 990 | 0,0179 | 231 | 0,00028 | 0,0777 | R= 34,1 r= 27,5 h= 92,6 |
| Banaan | 983,5 | 0,02634 | 218,8 | 0,00026 | 0,12039 | r= 19,5 h=215 |
| Bloemkool | 959,5 | 0,0460 | 894,3 | 0,00093 | 0,0514 | 121 |
| Citroen | 929,5 | 0,0134 | 95 | 0,00012 | 0,1411 | r= 24,7 h= 61,6 |

vervolg tabel 5.

| Produkt | $\rho_{pr}$ kg/m$^3$ | A m$^2$ | Massa g | V m$^3$ | $a_{spec}$ m$^2$/kg | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Druif | 1067 | 0,00166 | 7 | 0,0000064 | 0,2371 | 23 |
| Framboos | 991,7 | 0,00116 | 4,2 | 0,000005 | 0,2762 | R= 9<br>r= 7<br>h= 23 |
| Gladiool | 1051,7 | 0,0032 | 18,9 | 0,000013 | 0,1693 | r= 9,6<br>h= 44 |
| Grapefruit | 738 | 0,0415 | 590 | 0,00080 | 0,0694 | 115 |
| Groene kool | 940 | 0,0661 | 1494 | 0,00159 | 0,0442 | 145 |
| Hyacint | | | | | | |
| Kers | 1070 | 0,00128 | 5 | 0,0000043 | 0,2560 | 20,2 |
| Knolselderij | 826 | 0,0483 | 841 | 0,0010 | 0,0574 | 124 |
| Komkommer | 984 | 0,0564 | 669 | 0,00068 | 0,0848 | r= 26<br>h=321 |
| Mandarijn | 949 | 0,0094 | 81,8 | 0,000086 | 0,1149 | 54,8 |
| Mango | 1002,9 | 0,0275 | 481,7 | 0,00052 | 0,05709 | r= 38<br>h=115 |
| Meloen | 900,5 | 0,0468 | 867,25 | 0,00095 | 0,0534 | 122 |
| Paprika | 480 | 0,0154 | 86,4 | 0,00018 | 0,1782 | 70 |
| Peer | 986 | | 170 | 0,00017 | | |
| Perzik | 983 | 0,0135 | 146 | 0,00015 | 0,0929 | 65,5 |
| Pruim | 1041 | | | | | |
| Radijs | 926 | 0,0021 | 8,5 | 0,0000092 | 0,2471 | 26 |
| Rammenas | 852 | 0,0109 | 92 | 0,000108 | 0,1185 | 59 |
| Rode biet | 1018 | 0,0135 | 150,5 | 0,00015 | 0,0896 | 65,5 |
| Rode kool | 924 | 0,0633 | 1380,6 | 0,00149 | 0,0459 | 142 |
| Schorseneer | 995,5 | 0,0116 | 47,8 | 0,000048 | 0,2427 | r= 13,1<br>h=269 |
| Sinaasappel | 882 | 0,0129 | 123,5 | 0,00014 | 0,1045 | 64 |
| Spitskool | 855 | 0,0736 | 659 | 0,00212 | 0,1117 | R= 60,9<br>r= 54,5<br>h=203 |
| Spruiten | 855 | 0,0024 | 9,4 | 0,000011 | 0,2553 | 27,5 |
| Tomaat | 1016 | 0,0048 | 30,5 | 0,000031 | 0,1574 | 39 |
| Ui | 882 | 0,0045 | 24,7 | 0,000028 | 0,1822 | 37,7 |

vervolg tabel 5.

| Produkt | $\rho_{pr}$ kg/m$^3$ | A m$^2$ | Massa g | V m$^3$ | $a_{spec}$ m$^2$/kg | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Waspeen | 1018,5 | 0,0032 | 8,3 | 0,0000083 | 0,3855 | r= 8,5 h=110 |
| Winterwortel | 1022 | 0,0178 | 130 | 0,000127 | 0,1369 | r= 24 h=211 |
| Witlof | 843 | 0,0079 | 32 | 0,000038 | 0,2469 | r= 16,1 h=138,9 |
| Witlofwortel | 937 | 0,0175 | 119 | 0,000127 | 0,1471 | r= 24,5 h=202 |
| Witte kool | 940 | 0,0564 | 1185 | 0,00126 | 0,0476 | 134 |

Tabel 6. De specifieke dampstroomdichtheid.

| Produkt | type bewaring | |
|---|---|---|
| | langsstroom | doorstroom |
| Aardappel | $2,87 \times 10^{-10}$ | $4,0 \times 10^{-10}$ |
| Aardbei | 32,2 | 40,3 |
| Ananas | 48,3 | 71 |
| Appel | 6,35 | 5,9 |
| Banaan | 10 | 18,3 |
| Framboos | 31,5 | 32,6 |
| Grapefruit | 11,5 | 12,1 |
| Groene kool | 49,8 | 249 |
| Knolselderij | 17,4 | 129 |
| Komkommer | 29,5 | 103 |
| Mandarijn | 12,2 | 21,7 |
| Mango | 9,98 | 11 |
| Meloen | 6,18 | 5 |
| Paprika | 14 | 13,4 |
| Peer | 6 | 7,65 |
| Perzik | 103 | 110 |
| Radijs | 48,5 | 210 |
| Rode biet | 33,5 | 89,3 |
| Rode kool | 20,7 | 39,2 |
| Sinaasappel | 12,4 | 13,3 |
| Spruiten | 5,10 | 94,1 |
| Tomaat | 1,91 | - |
| Waspeen | 19,4 | 109 |
| Winterwortel | $14,4 \times 10^{-10}$ | $138 \times 10^{-10}$ |
| Witlof | 7,29 | 28,7 |
| Witlofwortel | 13,5 | 203 |
| Witte kool | 29,9 | 66,1 |

Figuur 7. De specifieke dampstroomdichtheid (bij doorstroombewaring is een maat voor de vochtdoorlatendheid van de huid.

| Produkt | kg/($m^2$.Pa.s) | opmerkingen |
|---|---|---|
| Aardappel | $4 \times 10^{-10}$ | |
| Meloen | 5 | |
| Appel | 6 | hard fruit |
| Peer | 8 | |
| Mango | 11 | |
| Grapefruit | 12 | zuidvruchten |
| Sinaasappel | 13 | |
| Paprika | 13 | |
| Banaan | 18 | |
| Mandarijn | 22 | |
| Witlof | 29 | |
| Framboos | 33 | zacht fruit |
| Schorseneer | 38 | |
| Rode kool | 39 | |
| Aardbei | 40 | |
| Witte kool | 66 | |
| Ananas | 71 | |
| Rode biet | 89 | wortelen en knollen |
| Spruiten | 94 | |
| Komkommer | 103 | |
| Waspeen | 109 | |
| Perzik | 110 | |
| Knolselderij | 129 | |
| Winterwortel | 138 | |
| Witlofwortel | 203 | |
| Radijs | 210 | |
| Groene kool | 249 | |

## 5.3. De verhouding van de vochtafgifte gegevens bij v = 0,05 ... 0,15 m/s en v ≃ 0 m/s.

Uit tabel 1 blijkt dat de verhouding

$$\frac{\dot{m}_{spec}\ (v = 0{,}05\ \ldots\ 0{,}15)}{\dot{m}_{spec}\ (v \simeq 0)} \qquad (33)$$

meestal groter is dan 1. Soms wordt een getal kleiner dan 1 gevonden, wat verklaard wordt door de invloed van het dampdrukdeficit. De meting van de specifieke vochtafgifte met v = 0 m/s vond meestal plaats bij een klein dampdrukdeficit terwijl de meting met een hoge luchtsnelheid plaatsvond bij een groot dampdrukdeficit. Omdat de algemene tendens is dat de specifieke vochtafgifte toeneemt met een afnemend dampdrukdeficit betekent dit, dat de verhouding kleiner dan 1 wordt, indien er geen invloed is van de luchtsnelheid op de vochtafgifte.

| v m/s | Δp Pa | $\dot{m}_{spec}$ kg/(kg.Pa.s) |
|---|---|---|
| 0,1 | 241 | $0{,}52 \cdot 10^{-10}$ |
| 0 | 96 | $0{,}57 \cdot 10^{-10}$ |

Tabel: 8. Verklaring van de afwijking voor een appel.

De volgende produkten geven, indien deze voorgaande toelichting juist is, een hoeveelheid vocht af - min of meer - onafhankelijk van de luchtsnelheid:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Appel}\\ \text{Meloen}\\ \text{Paprika}\end{array}\right\}\ \dot{m}_{spec} \neq f\ (v)$$

Een sluitende verklaring voor dit verschijnsel kan niet worden opgesteld omdat andere produkten met een zelfde huidopbouw, zoals peer, tomaat, pruim dit verschijnsel niet vertonen.

Tabel 9 vermeldt het gemiddelde van de verhouding voor enkele groepen van tuinbouwprodukten.

Tabel 9.

| Groep | Geometrie | Verhouding | opmerking |
|---|---|---|---|
| vruchten | klein | 1,2 | |
| | middel | 1,3 | |
| | groot | 1,3 | |
| gesloten bladprodukt | klein | 18 | spruiten |
| | groot | 3,1 | |
| bladprodukt | | 2,4 | |
| knollen | | 1,8 | |
| wortels | | 4,9 | |

Het blijkt dat wortels, dus produkten zonder een beschermende huid, het gevoeligst zijn voor een verandering van de luchtsnelheid.
Vruchten zijn niet gevoelig voor een verandering van de luchtsnelheid. Uit deze gegevens is het mogelijk de weerstand van de huid te berekenen. Deze berekening past echter niet in het kader van dit verslag[1]).

## 6. *CONCLUSIE*

De specifieke vochtafgifte is een elementaire produkteigenschap. De eigenschap is beslist niet constant maar hangt af van de factoren, dampdrukdeficit, luchtsnelheid, produktmassa, produktvariabiliteit, en waarschijnlijk ook van de belichting, het vochtverlies, het stadium, enz..

Met behulp van het gegeven dat een tuinbouwprodukt vocht afgeeft, kunnen vele verschijnselen - die vaak niet logisch te verklaren zijn - verklaard worden.

Indien de specifieke vochtafgifte bekend is, kan de gevonden verklaring met een berekening ondersteund worden.

Een klein aantal toepassingsvoorbeelden toont aan dat de specifieke vochtafgifte van praktisch belang is om een optimaal werkende gekoelde ruimte te construeren, of om een bepaalde afzetketen te verkiezen boven een andere.

De invloed van de verpakking op de vochtafgifte - c.q. de beschermingsgraad tegen vochtafgifte - moet met voorrang worden onderzocht.

## 7. *PRIMAIRE MEETRESULTATEN - TABELLEN.*

De tabellen zijn alfabetisch gerangschikt naar soortnaam.
De eerste kolom bevat gegevens over ras, cultivar, enz.
De tweede kolom de datum waarop met de meting begonnen is.
De produkten zijn vers, pas geoogst, zodat de invloed van het jaargetijde beoordeeld kan worden (uitgezonderd tropische prod.).
De derde kolom geeft het nummer van de meetmethode.

1 = luchtsnelheid ca. 10 cm/s.
2 = luchtsnelheid 0 cm/s.

De vierde kolom geeft de massa per produkt.
De voorlaatste 3 kolommen bevatten gemiddelde, maximum en minimum van de specifieke vochtafgifte.
In de laatste kolom is het dampdrukdeficit opgenomen.

Specifieke vochtafgifte van aardappel

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eigenheimer | 7-9-'76 | 1 | 60/11 | | $0{,}62 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}79 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}46 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| " | " | 2 | 67/11 | | $0{,}35 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}41 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}30 \cdot 10^{-10}$ | 432 |
| Bintje | 25-10-'78 | 1 | 72/10,6 | 52 | $0{,}34 \cdot 10^{-10}$ | | | 357 |
| " | " | 2 | 75/10,6 | 52 | $0{,}30 \cdot 10^{-10}$ | | | 319 |

Specifieke vochtafgifte van aardbei

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4-5-'76 | 1 | 60/10 | | $9{,}5 \cdot 10^{-10}$ | $9{,}9 \cdot 10^{-10}$ | $9{,}1 \cdot 10^{-10}$ | 491 |
| | " | 2 | 75/10 | | $7{,}7 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}7 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}7 \cdot 10^{-10}$ | 307 |
| | 18-5-'76 | 1 | 65/10 | ? | $15 \cdot 10^{-10}$ | $24 \cdot 10^{-10}$ | $6 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | | $11 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | $11 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | 24-9-'76 | 1 | 60/11 | | $13 \cdot 10^{-10}$ | | | 525 |
| | " | 2 | 70/11 | | $7{,}8 \cdot 10^{-10}$ | | | 394 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van ananas

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30-3-76 | 1 | 64/10,4 | 1254 | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| | " | 2 | 75/10,4 | 1340 | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | $0,9 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| | 24-9-76 | 1 | 60/11 | 795 | $3,3 \cdot 10^{-10}$ | $3,4 \cdot 10^{-10}$ | $3,3 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 70/11 | 771 | $2,1 \cdot 10^{-10}$ | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | 393 |

Specifieke vochtafgifte van Andijvie

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31-7-74 | 1 | 84/11,4 | 1373,4 | $3,6 \cdot 10^{-10}$ | | | 215 |
| | " | 1 | 90/10,5 | 1416,2 | $7,0 \cdot 10^{-10}$ | | | 126 |
| | " | 1 | 95/11 | 667,5 | $2,3 \cdot 10^{-9}$ | | | 65 |
| | 6-8-74 | 1 | 85/11 | 590,6 | $1,0 \cdot 10^{-9}$ | | | 196 |
| | " | 1 | 92/10,5 | 641,3 | $1,6 \cdot 10^{-9}$ | | | 101 |
| | 12-5-76 | 1 | 65/10 | 617,6 | $1,6 \cdot 10^{-9}$ | $1,8 \cdot 10^{-9}$ | $1,3 \cdot 10^{-9}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | 443,8 | $6,5 \cdot 10^{-10}$ | $7,0 \cdot 10^{-10}$ | $6,0 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | 25-5-76 | 1 | 60/10 | 362,0 | $1,8 \cdot 10^{-9}$ | $2,1 \cdot 10^{-9}$ | $1,5 \cdot 10^{-9}$ | 490 |
| | " | 2 | 78/10 | 339,6 | $1,0 \cdot 10^{-9}$ | $1,0 \cdot 10^{-9}$ | $1,0 \cdot 10^{-9}$ | 270 |
| | 5-7-76 | 1 | 60/11 | 533,6 | $7,8 \cdot 10^{-10}$ | | | 524 |
| | " | 2 | 72/11 | 732,6 | $6,0 \cdot 10^{-10}$ | | | 367 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van appel

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Golden Del. | 10-2-'76 | 1 | 75/6,5 | 163 | $0,52 \cdot 10^{-10}$ | $0,63 \cdot 10^{-10}$ | $0,41 \cdot 10^{-10}$ | 241 |
| " | " | 2 | 90/6,5 | 168 | $0,57 \cdot 10^{-10}$ | $0,78 \cdot 10^{-10}$ | $0,45 \cdot 10^{-10}$ | 96 |
| Red. Del | 18-5-'76 | 1 | 65/10 | | $0,31 \cdot 10^{-10}$ | $0,34 \cdot 10^{-10}$ | $0,28 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| " | " | 2 | 77/10 | | $0,33 \cdot 10^{-10}$ | $0,4 \cdot 10^{-10}$ | $0,32 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| Mantet | 31-8-'76 | 1 | 65/11 | | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 459 |
| " | " | 2 | 77/11 | | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | | | 301 |

Specifieke vochtafgifte van avocado

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20-4-'76 | 1 | 60/9,6 | 262 | $1,1 \cdot 10^{-10}$ | $1,1 \cdot 10^{-10}$ | $1,0 \cdot 10^{-10}$ | 477 |
| | " | 2 | 65/9,6 | 249 | $0,66 \cdot 10^{-10}$ | $0,76 \cdot 10^{-10}$ | $0,57 \cdot 10^{-10}$ | 418 |
| | 24-9-'76 | 1 | 60/11 | | $1,8 \cdot 10^{-10}$ | $1,9 \cdot 10^{-10}$ | $1,7 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | | 2 | 70/11 | | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,7 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | 393 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van banaan

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13-4-76 | 1 | 64/10,4 | | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 453 |
| | " | 2 | 76/10,4 | | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van bes - rood

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-7-76 | 1 | 60/11 | | $3 \cdot 10^{-10}$ | $3,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,8 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 74/11 | | $2,8 \cdot 10^{-10}$ | $3,1 \cdot 10^{-10}$ | $2,6 \cdot 10^{-10}$ | 341 |
| | 20-7-76 | 1 | 60/11 | | $2,7 \cdot 10^{-10}$ | | | 524 |
| | " | 2 | 77/11 | | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | | | 301 |

Specifieke vochtafgifte van Bloemkool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| italiaanse | 2-5-'74 | | 90/11 | | $11 \cdot 10^{-10}$ | | | 131 |
| " | " | | 90/10 | | $3,0 \cdot 10^{-10}$ | | | 122 |
| hollandse | 11-6-'74 | $v = 0,012 \frac{m}{s}$ | 83/11 | | $5,9 \cdot 10^{-10}$ | | | 223 |
| " | " | $v = 0,016 \frac{m}{s}$ | 90/10,6 | | $8,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 127 |
| " | 1-7-'74 | $v = 0,012 \frac{m}{s}$ | 90/10,4 | | $7,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 126 |
| " | " | $v = 0,016 \frac{m}{s}$ | 85/10 | | $4,9 \cdot 10^{-10}$ | | | 184 |
| | 15-3-'76 | 1 | 75/6,4 | 1706 | $6,6 \cdot 10^{-10}$ | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | $6,4 \cdot 10^{-10}$ | 240 |
| | " | 2 = v = 0 | 86/6,4 | 1997 | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | 134 |
| | 25-5-'76 | 1 | 60/10 | 887 | $7,3 \cdot 10^{-10}$ | $7,8 \cdot 10^{-10}$ | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| | " | 2 | 78/10 | 756 | $4,5 \cdot 10^{-10}$ | $4,8 \cdot 10^{-10}$ | $4,2 \cdot 10^{-10}$ | 270 |

Specifieke vochtafgifte van boerenkool .

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta\varphi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | 1204 | $18 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | 8-12-77 | 1 | 92/6 | 2205 | $23 \cdot 10^{-10}$ | $27 \cdot 10^{-10}$ | $19 \cdot 10^{-10}$ | 75 |
| | 16-12-77 | 1 | 90/6,4 | 1776 | $25 \cdot 10^{-10}$ | $29 \cdot 10^{-10}$ | $22 \cdot 10^{-10}$ | 96 |

Specifieke vochtafgifte van braam

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31-8-'76 | 1 | 65/11 | | $4,5 \cdot 10^{-10}$ | | | 459 |
| | " | 2 | 77/11 | | $4,3 \cdot 10^{-10}$ | | | 301 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van champignon

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | Δp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15-3-76 | 1 | 75/6,4 | | $37 \cdot 10^{-10}$ | $40 \cdot 10^{-10}$ | $35 \cdot 10^{-10}$ | 240 |
| | " | 2 | 86/6,4 | | $16 \cdot 10^{-10}$ | $17 \cdot 10^{-10}$ | $15 \cdot 10^{-10}$ | 134 |
| | 18-5-76 | 1 | 65/10 | | $76 \cdot 10^{-10}$ | $82 \cdot 10^{-10}$ | $71 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | | $31 \cdot 10^{-10}$ | $39 \cdot 10^{-10}$ | $24 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van chinese kool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15-3-'76 | 1 | 75/6,4 | | $8,6 \cdot 10^{-10}$ | $8,8 \cdot 10^{-10}$ | $8,4 \cdot 10^{-10}$ | 240 |
| | " | 2 | 86/6,4 | | $3,1 \cdot 10^{-10}$ | $3,9 \cdot 10^{-10}$ | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | 134 |
| | 23-3-'76 | 1 | 60/11 | 604 | $5,3 \cdot 10^{-10}$ | $5,5 \cdot 10^{-10}$ | $5,1 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 76/11 | 730 | $3,8 \cdot 10^{-10}$ | $4,2 \cdot 10^{-10}$ | $3,5 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| | 14-9-'76 | 1 | 60/11 | | $5,8 \cdot 10^{-10}$ | $5,9 \cdot 10^{-10}$ | $5,7 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 73/11 | | $4,7 \cdot 10^{-10}$ | $5,0 \cdot 10^{-10}$ | $4,5 \cdot 10^{-10}$ | 354. |

Specifieke vochtafgifte van chrysant (stek)

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bonny Jean | 7-9-'76 | 1 | 60/11 | | $17 \cdot 10^{-10}$ | $20 \cdot 10^{-10}$ | $14 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| " | " | 2 | 67/11 | | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | $7,2 \cdot 10^{-10}$ | $6,6 \cdot 10^{-10}$ | 432 |
| Blue marble | " | 1 | 60/11 | | $13 \cdot 10^{-10}$ | $14 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| " | " | 2 | 67/11 | | $7,6 \cdot 10^{-10}$ | $9,9 \cdot 10^{-10}$ | $5,3 \cdot 10^{-10}$ | 432 |
| Super White | " | 1 | 60/11 | | $9,1 \cdot 10^{-10}$ | $9,8 \cdot 10^{-10}$ | $8,4 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| " | " | 2 | 67/11 | | $5,0 \cdot 10^{-10}$ | $5,3 \cdot 10^{-10}$ | $4,7 \cdot 10^{-10}$ | 432 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van Citroen

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6-4-'76 | 1 | 64/10,4 | 174 | $1,9 \cdot 10^{-10}$ | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | $1,8 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| | " | 2 | 73/10,4 | 189 | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | 340 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van druif

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | Δp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| blauw | 24-8-76 | 1 | 65/11 | 268 | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,1 \cdot 10^{-10}$ | 459 |
| (intros) " | " | 2 | 75/11 | 355 | $1,0 \cdot 10^{-10}$ | $1,1 \cdot 10^{-10}$ | $0,9 \cdot 10^{-10}$ | 328 |
| grieks | 7-9-76 | 1 | 60/11 | 486 | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,1 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| (alb tros) " | " | 2 | 67/11 | 379 | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | $2,2 \cdot 10^{-10}$ | $1,8 \cdot 10^{-10}$ | 432 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van framboos

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5-7-76 | 1 | 60/11 | | $9{,}0 \cdot 10^{-10}$ | $10{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}6 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 72/11 | | $8{,}7 \cdot 10^{-10}$ | $10{,}3 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}1 \cdot 10^{-10}$ | 367 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van gladiool (knol)

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23-2-76 | 1 | 73/6,4 | 100 | $0{,}49 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}6 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}3 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 98 | $0{,}24 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $0{,}14 \cdot 10^{-10}$ | 38 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 97 | $0{,}04 \cdot 10^{-10}$ | niet vocht opname | | 38 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van grapefruit

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20-4-76 | 1 | 60/9,6 | 295 | $0,9 \cdot 10^{-10}$ | $0,93 \cdot 10^{-10}$ | $0,88 \cdot 10^{-10}$ | 477 |
| | " | 2 | 65/9,6 | 320 | $0,88 \cdot 10^{-10}$ | $0,89 \cdot 10^{-10}$ | $0,86 \cdot 10^{-10}$ | 418 |
| | 18-5-76 | 1 | 65/10 | 321 | $0,77 \cdot 10^{-10}$ | $0,84 \cdot 10^{-10}$ | $0,70 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | 272 | $0,73 \cdot 10^{-10}$ | $0,79 \cdot 10^{-10}$ | $0,67 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van groene kool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-1-76 | 1 | 80/6,5 | 535 | $14 \cdot 10^{-10}$ | | | 193 |
| | " | 2 | 90/6,5 | 876,5 | $0,85 \cdot 10^{-10}$ | ? | | 96 |
| | 24-8-76 | 1 | 65/11 | 1586 | $8,5 \cdot 10^{-10}$ | $9,6 \cdot 10^{-10}$ | $7,5 \cdot 10^{-10}$ | 459 |
| | " | 2 | 75/11 | 1494 | $3,3 \cdot 10^{-10}$ | $4,0 \cdot 10^{-10}$ | $2,6 \cdot 10^{-10}$ | 328 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van hyacint (bol)

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rood | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $4,9 \cdot 10^{-11}$ | | | 142 |
| wit | " | 1 | 88/9,5 | | $6,4 \cdot 10^{-11}$ | | | 142 |

Specifieke vochtafgifte van knolselderij

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16/12-75 | 1 | 88/9,5 | 1510 | $7{,}4 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | " | 2 | 92/6,5 | 717 | $1 \cdot 10^{-10}$ | | | 77 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van kombkommer

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 21-7-75 | 2 | 95/10 | 466 | $2,1 \cdot 10^{-10}$ | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $1,9 \cdot 10^{-10}$ | 61 |
| | 26-8-75 | 2 | 65/10 | 678 | $2,8 \cdot 10^{-10}$ | $3,1 \cdot 10^{-10}$ | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | 16-1-76 | 1 | 80/6,5 | 310 | $11 \cdot 10^{-10}$ | | | 193 |
| | " | 2 | 90/6,5 | 658 | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 97 |
| | 16-2-76 | 1 | 73/6,4 | 353 | $6,4 \cdot 10^{-10}$ | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | $5,8 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 350 | $3,7 \cdot 10^{-10}$ | $4,5 \cdot 10^{-10}$ | $3,0 \cdot 10^{-10}$ | 38 |

Specifieke vochtafgifte van koolraap

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15-3-76 | 1 | 75/6,4 | | $6,6 \cdot 10^{-10}$ | $6,8 \cdot 10^{-10}$ | $6,4 \cdot 10^{-10}$ | 240 |
| | " | 2 | 86/6,4 | | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $2,8 \cdot 10^{-10}$ | $2,1 \cdot 10^{-10}$ | 134 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van koolrabi

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 24-8-76 | 1 | 65/11 | | $4,6 \cdot 10^{-10}$ | $5,1 \cdot 10^{-10}$ | $4,1 \cdot 10^{-10}$ | 459 |
| | " | 2 | 75/11 | | $2,7 \cdot 10^{-10}$ | $3,0 \cdot 10^{-10}$ | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | 328 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van mandarijn

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $2,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 144 |
| | 16-2-76 | 1 | 73/6,4 | 92 | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $3,0 \cdot 10^{-10}$ | $0,8 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 90 | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | 38 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van mango

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6-4-76 | 1 | 64/10,4 | 430 | $0,63 \cdot 10^{-10}$ | $0,64 \cdot 10^{-10}$ | $0,61 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| | " | 2 | 73/10,4 | 340 | $0,57 \cdot 10^{-10}$ | $0,61 \cdot 10^{-10}$ | $0,54 \cdot 10^{-10}$ | 340 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van meloen

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20-4-'76 | 1 | 60/9,6 | 876 | $0,14 \cdot 10^{-10}$ | $0,14 \cdot 10^{-10}$ | $0,14 \cdot 10^{-10}$ | 477 |
| | " | 2 | 65/9,6 | 921 | $0,24 \cdot 10^{-10}$ | $0,25 \cdot 10^{-10}$ | $0,23 \cdot 10^{-10}$ | 418 |
| | 16-7-'76 | 1 | 60/11 | 809 | $0,39 \cdot 10^{-10}$ | $0,40 \cdot 10^{-10}$ | $0,38 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 74/11 | 850 | $0,41 \cdot 10^{-10}$ | $0,43 \cdot 10^{-10}$ | $0,39 \cdot 10^{-10}$ | 341 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van paprika.

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| groen | 15-3-76 | 1 | 75/6,4 | | $2,4 \cdot 10^{-10}$ | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $2,4 \cdot 10^{-10}$ | |
| " | " | 2 | 86/6,4 | | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $3,1 \cdot 10^{-10}$ | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | 134 |
| rood | 30-3-76 | 1 | 64/10,4 | | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| " | " | 2 | 75/10,4 | | $2,4 \cdot 10^{-10}$ | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | $2,4 \cdot 10^{-10}$ | 315 |

Specifieke vochtafgifte van peer

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | Δp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | 16-2-76 | 1 | 73/6,4 | 235 | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 257 | $0,64 \cdot 10^{-10}$ | $0,96 \cdot 10^{-10}$ | $0,41 \cdot 10^{-10}$ | 38 |
| Conference | 27-4-76 | 1 | 60/10 | | $0,77 \cdot 10^{-10}$ | $0,8 \cdot 10^{-10}$ | $0,74 \cdot 10^{-10}$ | 491 |
| " | " | 2 | 72/10 | | $0,9 \cdot 10^{-10}$ | $0,91 \cdot 10^{-10}$ | $0,89 \cdot 10^{-10}$ | 344 |
| Klaps | 14-9-76 | 1 | 60/11 | | $0,54 \cdot 10^{-10}$ | $0,55 \cdot 10^{-10}$ | $0,54 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| " | " | 2 | 73/11 | | $0,59 \cdot 10^{-10}$ | $0,6 \cdot 10^{-10}$ | $0,59 \cdot 10^{-10}$ | 354 |
| Triumph | 7-9-76 | 1 | 60/11 | | $0,59 \cdot 10^{-10}$ | $0,61 \cdot 10^{-10}$ | $0,57 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| " | " | 2 | 67/11 | | $0,63 \cdot 10^{-11}$ | $0,64 \cdot 10^{-11}$ | $0,62 \cdot 10^{-11}$ | 433 |

Specifieke vochtafgifte van perzik

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-7-76 | 1 | 60/11 | | $10{,}2 \cdot 10^{-10}$ | $11 \cdot 10^{-10}$ | $9{,}4 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 74/11 | | $9{,}6 \cdot 10^{-10}$ | $10{,}2 \cdot 10^{-10}$ | $9{,}0 \cdot 10^{-10}$ | 341 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van peterselie

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30-3-76 | 1 | 64/20,4 | | $51 \cdot 10^{-10}$ | $63 \cdot 10^{-10}$ | $39 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| | " | 2 | 75/20,4 | | $19 \cdot 10^{-10}$ | $20 \cdot 10^{-10}$ | $17 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van postelein

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 27-4-76 | 1 | 60/10 | | $29 \cdot 10^{-10}$ | $37 \cdot 10^{-10}$ | $22 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| | " | 2 | 72/10 | | $18 \cdot 10^{-10}$ | $19 \cdot 10^{-10}$ | $18 \cdot 10^{-10}$ | 343 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van prei

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | Δp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23-3-76 | 1 | 60/11 | 377 | $6,2 \cdot 10^{-10}$ | $6,9 \cdot 10^{-10}$ | $5,5 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 76/11 | 351 | $5,0 \cdot 10^{-10}$ | $5,1 \cdot 10^{-10}$ | $5,0 \cdot 10^{-10}$ | 314 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van pruim

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reine Victoria | 31-8-'76 | 1 | 65/11 | | $3{,}2 \cdot 10^{-10}$ | | | 459 |
| " | " | 2 | 77/11 | | $1{,}7 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |
| Wejn- | 7-9-'76 | 1 | 60/11 | | $3{,}1 \cdot 10^{-10}$ | $3{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}9 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 67/11 | | $2{,}8 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}9 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}7 \cdot 10^{-10}$ | 433 |
| Anna Spätl | 24-9-'76 | 1 | 60/11 | | $1{,}9 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}0 \cdot 10^{-10}$ | $1{,}9 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| " | " | 2 | 70/11 | | $1{,}7 \cdot 10^{-10}$ | $1{,}8 \cdot 10^{-10}$ | $1{,}7 \cdot 10^{-10}$ | 394 |

Specifieke vochtafgifte van raapsteel

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13-4-76 | 1 | 64/10,4 | | $58 \cdot 10^{-10}$ | | | 453 |
| | " | 2 | 76/10,4 | | $16 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |
| Namenia | 27-4-76 | 1 | 60/10 | | $46 \cdot 10^{-10}$ | $56 \cdot 10^{-10}$ | $36 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| | " | 2 | 72/10 | | $11 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | $11 \cdot 10^{-10}$ | 343 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van rabarber

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13-4-'76 | 1 | 64/10,4 | | $23 \cdot 10^{-10}$ | | | 454 |
| | " | 2 | 76/10,4 | | $8 \cdot 10^{-10}$ | | | 303 |
| | 4-5-'76 | 1 | 60/10 | | $9 \cdot 10^{-10}$ | $10 \cdot 10^{-10}$ | $9 \cdot 10^{-10}$ | 491 |
| | " | 2 | 75/10 | | $7,2 \cdot 10^{-10}$ | $7,5 \cdot 10^{-10}$ | $7,0 \cdot 10^{-10}$ | 308 |
| | 16-7-76 | 1 | 60/11 | | $6,5 \cdot 10^{-10}$ | $6,6 \cdot 10^{-10}$ | $6,3 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 74/11 | | $4,8 \cdot 10^{-10}$ | $5 \cdot 10^{-10}$ | $4,6 \cdot 10^{-10}$ | 341 |

Specifieke vochtafgifte van radijs

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| met blad | 30-3-'76 | 1 | 64/10,4 | | $65 \cdot 10^{-10}$ | $68 \cdot 10^{-10}$ | $63 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| " | " | 2 | 75/10,4 | | $20 \cdot 10^{-10}$ | $24 \cdot 10^{-10}$ | $16 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| knolletjes | " | 1 | 64/10,4 | | $52 \cdot 10^{-10}$ | $60 \cdot 10^{-10}$ | $45 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| " | " | 2 | 75/10,4 | | $12 \cdot 10^{-10}$ | $13 \cdot 10^{-10}$ | $10 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| blad | " | 1 | 64/10,4 | | $88 \cdot 10^{-10}$ | $105 \cdot 10^{-10}$ | $66 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| " | " | 2 | 75/10,4 | | $26 \cdot 10^{-10}$ | $28 \cdot 10^{-10}$ | $23 \cdot 10^{-10}$ | 315 |
| met blad | 4-5-'76 | 1 | 60/10 | | $69 \cdot 10^{-10}$ | $71 \cdot 10^{-10}$ | $68 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| " | " | 2 | 75/10 | | $15 \cdot 10^{-10}$ | $17 \cdot 10^{-10}$ | $13 \cdot 10^{-10}$ | 306 |
| blad | " | 1 | 60/10 | | $52 \cdot 10^{-10}$ | $56 \cdot 10^{-10}$ | $48 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| " | " | 2 | 75/10 | | $26 \cdot 10^{-10}$ | $28 \cdot 10^{-10}$ | $24 \cdot 10^{-10}$ | 306 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van rode biet

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 24-8-76 | 1 | 65/11 | | $8{,}0 \cdot 10^{-10}$ | $8{,}3 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}7 \cdot 10^{-10}$ | 459 |
| | " | 2 | 75/11 | | $3{,}0 \cdot 10^{-10}$ | $3{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}6 \cdot 10^{-10}$ | 328 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van rode kool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-1-76 | 1 | 80/6,5 | 142 g | $2,6 \cdot 10^{-10}$ | | | 194 |
| | " | 2 | 90/6,5 | 133 g | $0,45 \cdot 10^{-10}$ | | | 97 |
| | 6-4-76 | 1 | 64/10,4 | 100 g | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | 453 |
| | " | 2 | 73/10,4 | 99 g | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | 340 |
| | 14-9-76 | 1 | 60/11 | 91 g | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 73/11 | 93 g | $1,0 \cdot 10^{-10}$ | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | $0,84 \cdot 10^{-10}$ | 354 |

Specifieke vochtafgifte van Savoye kool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | 1004 | $15 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | " | 2 | 92/6,5 | 997 | $1,7 \cdot 10^{-10}$ | | | 77 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van schorseneer

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7-2-78 | 1 | 85/5,8 | | $8 \cdot 10^{-10}$ | | | 138 |
| | 10-2-78 | 1 | 60/20 | | $14,3 \cdot 10^{-10}$ | | | 934 |
| | 14-2-78 | 1 | 88/6,2 | | $5,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 113 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van selderij - blad

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13-4-76 | 1 | 64/10,4 | | $38 \cdot 10^{-10}$ | | | 453 |
| | " | 2 | 76/10,4 | | $11 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van Sinaasappel

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| met waslaag | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $1,1 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | 16-2-76 | 1 | 73/6,4 | 163 | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $1,9 \cdot 10^{-10}$ | $1,0 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 162 | $1,1 \cdot 10^{-10}$ | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | $0,6 \cdot 10^{-10}$ | 38 |
| | 20-4-76 | 1 | 60/9,6 | | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 478 |
| | " | 2 | 65/9,6 | | $1,4 \cdot 10^{-10}$ | | | 418 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van sla

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23-3-76 | 1 | 60/11 | 253 | $12 \cdot 10^{-10}$ | $16 \cdot 10^{-10}$ | $8 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 76/11 | 250 | $8{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $9{,}5 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}2 \cdot 10^{-10}$ | 314 |
| | 12-5-76 | 1 | 65/10 | 243 | $17 \cdot 10^{-10}$ | $22 \cdot 10^{-10}$ | $13 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | 267 | $7{,}1 \cdot 10^{-10}$ | $8{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $5{,}8 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | 20-7-76 | 1 | 60/11 | 300 | $23 \cdot 10^{-10}$ | | | 524 |
| | " | 2 | 77/11 | 240 | $25 \cdot 10^{-10}$ | | | 301 |

Specifieke vochtafgifte van Snijboon

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/°C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31-7-74 | 1 | 90/10,5 | | $6{,}8 \cdot 10^{-10}$ | | | 127 |
| | " | 1 | 84/11,4 | | $3{,}6 \cdot 10^{-10}$ | | | 216 |
| | 6-8-74 | 1 | 85/11 | | $4{,}4 \cdot 10^{-10}$ | | | 197 |
| | " | 1 | 92/10,5 | | $11 \cdot 10^{-10}$ | | | 102 |
| | 4-5-76 | 1 | 60/10 | | $7{,}6 \cdot 10^{-10}$ | $8{,}0 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}3 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| | " | 2 | 75/10 | | $6{,}2 \cdot 10^{-10}$ | $6{,}2 \cdot 10^{-10}$ | $6{,}2 \cdot 10^{-10}$ | 307 |

Specifieke vochtafgifte van Sperrieboon

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $P_a$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31-7-74 | 1 | 90/10,5 | | $16 \cdot 10^{-10}$ | | | 127 |
| | " | 1 | 84/11,4 | | $6 \cdot 10^{-10}$ | | | 216 |
| | 6-8-74 | 1 | 85/11 | | $8 \cdot 10^{-10}$ | | | 197 |
| | " | 1 | 92/10,5 | | $16 \cdot 10^{-10}$ | | | 102 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van Spinazie

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6-4-76 | 1 | 64/10,4 | | $67 \cdot 10^{-10}$ | $72 \cdot 10^{-10}$ | $63 \cdot 10^{-10}$ | 454 |
| | " | 2 | 73/10,4 | | $49 \cdot 10^{-10}$ | $54 \cdot 10^{-10}$ | $45 \cdot 10^{-10}$ | 340 |
| | 12-5-76 | 1 | 65/10 | | $50 \cdot 10^{-10}$ | $52 \cdot 10^{-10}$ | $48 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 77/10 | | $26 \cdot 10^{-10}$ | $28 \cdot 10^{-10}$ | $24 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| | 20-7-76 | 1 | 60/11 | | $42 \cdot 10^{-10}$ | | | 523 |
| | " | 2 | 77/11 | | $14 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |
| | 5-7-76 | 1 | 60/11 | | $48 \cdot 10^{-10}$ | $50 \cdot 10^{-10}$ | $47 \cdot 10^{-10}$ | 525 |
| | " | 2 | 72/11 | | $36 \cdot 10^{-10}$ | $42 \cdot 10^{-10}$ | $29 \cdot 10^{-10}$ | 367 |

Specifieke vochtafgifte van spitskool

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23-3-76 | 1 | 60/11 | 568 | $12 \cdot 10^{-10}$ | $13 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 76/11 | 458 | $7{,}3 \cdot 10^{-10}$ | $8{,}6 \cdot 10^{-10}$ | $6{,}1 \cdot 10^{-10}$ | 314 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van spruiten.

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $26 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | " | 2 | 92/6,5 | | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | deze waarde lijkt erg klein | | 77 |
| | " | 1 | 75/6,5 | | $33 \cdot 10^{-10}$ | | | 242 |
| | " | 1 | 75/6,5 | | $19 \cdot 10^{-10}$ | | | 242 |
| | " | 1 | 92/6 | | $21 \cdot 10^{-10}$ | $21 \cdot 10^{-10}$ | $21 \cdot 10^{-10}$ | 75 |
| | " | 1 | 90/6,4 | | $19 \cdot 10^{-10}$ | $20 \cdot 10^{-10}$ | $17 \cdot 10^{-10}$ | 96 |

Specifieke vochtafgifte van tomaat

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 21-7-75 | 2 | 95/10 | 93,5 | $0,26 \cdot 10^{-10}$ | $0,95 \cdot 10^{-10}$ | $0,01 \cdot 10^{-10}$ | 61 |
| | 26-8-75 | 2 | 65/10 | 99,5 | $0,34 \cdot 10^{-10}$ | $0,9 \cdot 10^{-10}$ | $0,11 \cdot 10^{-10}$ | 429 |

Specifieke vochtafgifte van tuinkers

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in balje | 12-5-'76 | 1 | 65/10 | | $51 \cdot 10^{-10}$ | $67 \cdot 10^{-10}$ | $44 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| " | " | 2 | 77/10 | | $24 \cdot 10^{-10}$ | $25 \cdot 10^{-10}$ | $23 \cdot 10^{-10}$ | 282 |
| " | 27-4-'76 | 1 | 60/10 | | $46 \cdot 10^{-10}$ | $55 \cdot 10^{-10}$ | $38 \cdot 10^{-10}$ | 490 |
| " | " | 2 | 72/10 | | $23 \cdot 10^{-10}$ | $25 \cdot 10^{-10}$ | $21 \cdot 10^{-10}$ | 343 |

Specifieke vochtafgifte van waspeen

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26-8-75 | 2 | 65/10 | | $8 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | $7{,}1 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $33 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | " | 2 | 92/9,5 | | $3 \cdot 10^{-10}$ | | | 95 |
| | " | 1 | 75/6,5 | | $62 \cdot 10^{-10}$ | | | 242 |
| | " | 1 | 75/6,5 | | $57 \cdot 10^{-10}$ | | | 242 |
| | 25-5-76 | 1 | 60/10 | | $31 \cdot 10^{-10}$ | $31 \cdot 10^{-10}$ | $31 \cdot 10^{-10}$ | 429 |
| | " | 2 | 78/10 | | $12 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | $12 \cdot 10^{-10}$ | 270 |
| | 20-7-76 | 1 | 60/11 | | $25 \cdot 10^{-10}$ | | | 525 |
| | " | 2 | 77/11 | | $7 \cdot 10^{-10}$ | | | 302 |

Specifieke vochtafgifte van winterwortel.

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-12-75 | 1 | 88/9,5 | | $9{,}6 \cdot 10^{-10}$ | | | 142 |
| | " | 2 | 92/9,5 | | $1 \cdot 10^{-10}$ | | | 94 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van witlof

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-1-76 | 2 | 90/6,5 | 365 | $0,82 \cdot 10^{-10}$ | | | 96 |
| | " | 1 | 73/6,4 | 153 | $7,1 \cdot 10^{-10}$ | $9,5 \cdot 10^{-10}$ | $5,1 \cdot 10^{-10}$ | 259 |
| | " | 2 | 96/6,4 | 150 | $2,7 \cdot 10^{-10}$ | $3,8 \cdot 10^{-10}$ | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | 38 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Specifieke vochtafgifte van witlofwortel

| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | $\Delta p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16-1-'76 | 1 | 80/6,5 | | $18 \cdot 10^{-10}$ | | | 193 |
| | " | 2 | 90/6,5 | | $1,2 \cdot 10^{-10}$ | | | 96 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

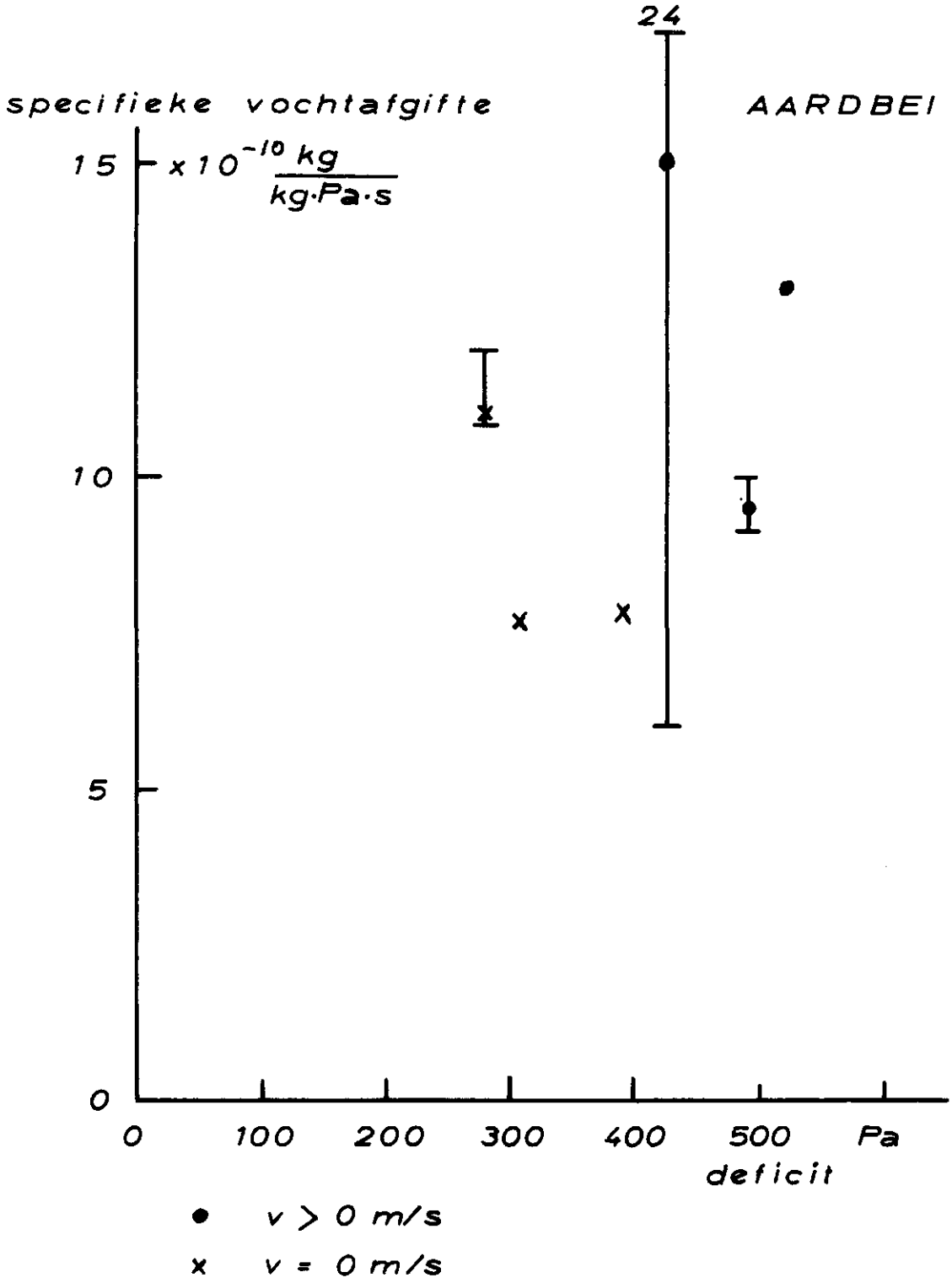
Specifieke vochtafgifte van witte kool

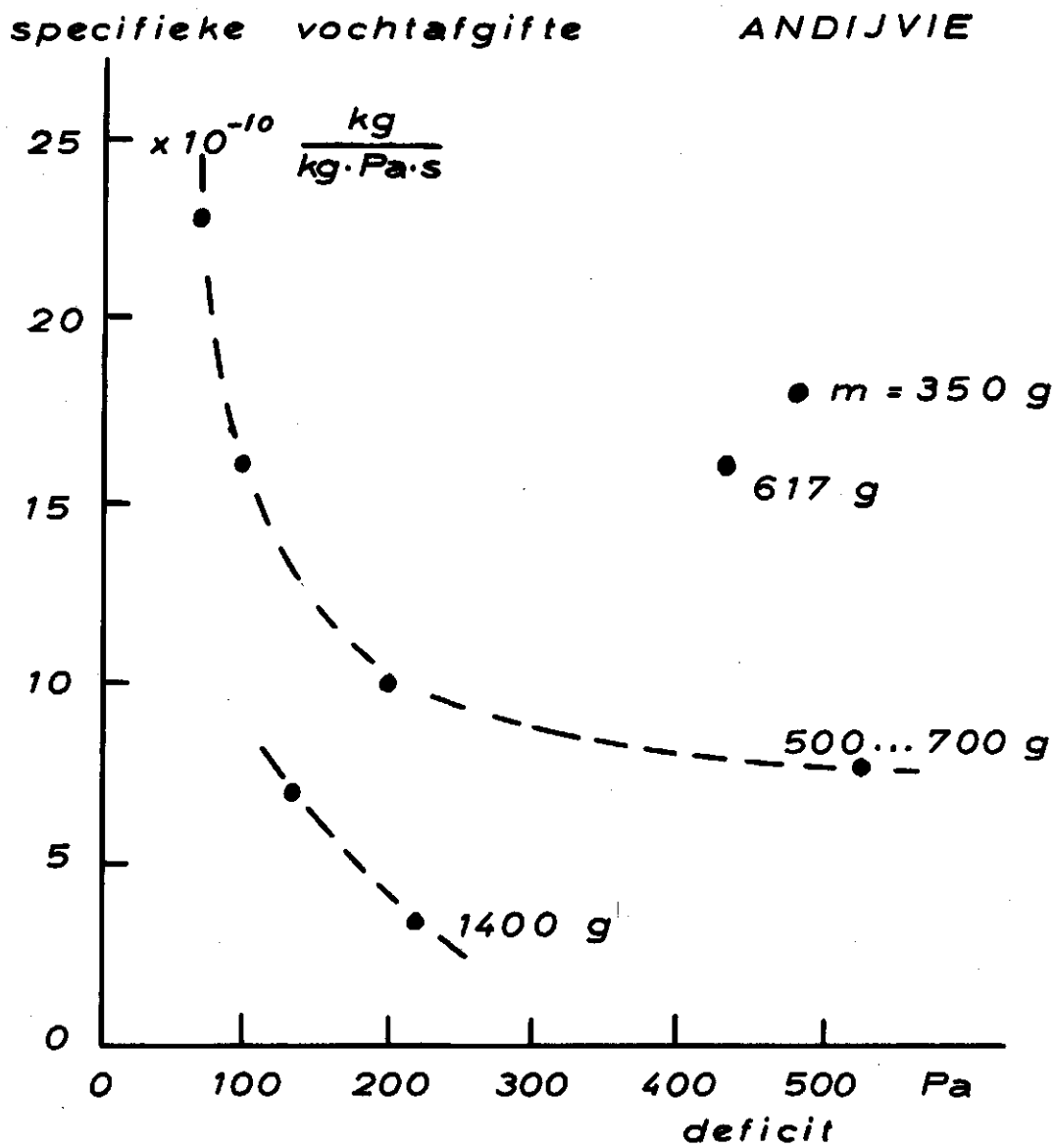
| ras,enz | datum | meet-methode | rv/t %/'C | massa per produkt g | specifieke vochtafgifte kg/kg.Pa.s gemiddelde | maximum | minimum | ΔP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14-9-76 | 1 | 60/11 | 1000 | $3{,}1 \cdot 10^{-10}$ | $3{,}5 \cdot 10^{-10}$ | $2{,}7 \cdot 10^{-10}$ | 524 |
| | " | 2 | 73/11 | 1203 | $1{,}4 \cdot 10^{-10}$ | $1{,}6 \cdot 10^{-10}$ | $1{,}2 \cdot 10^{-10}$ | 354 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

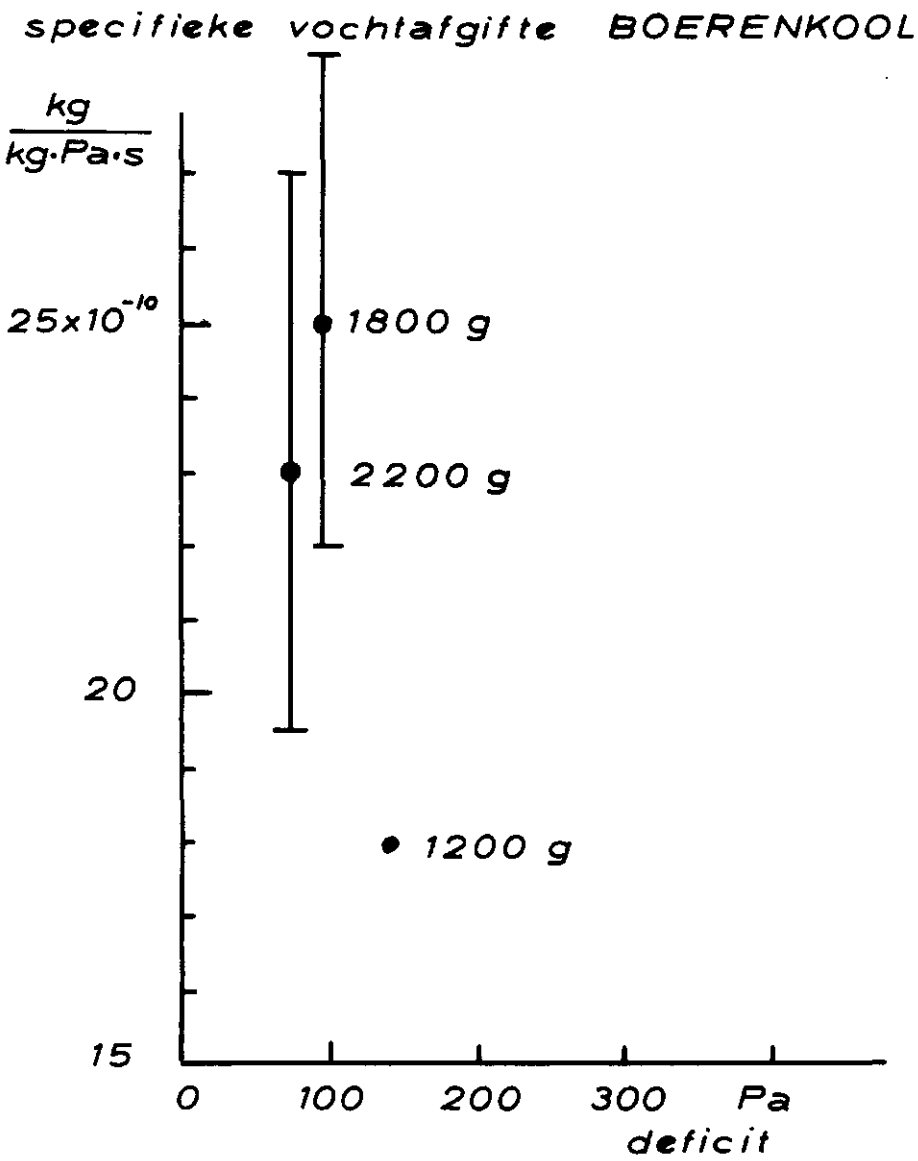
## 8. *PRIMAIRE MEETRESULTATEN - FIGUREN.*

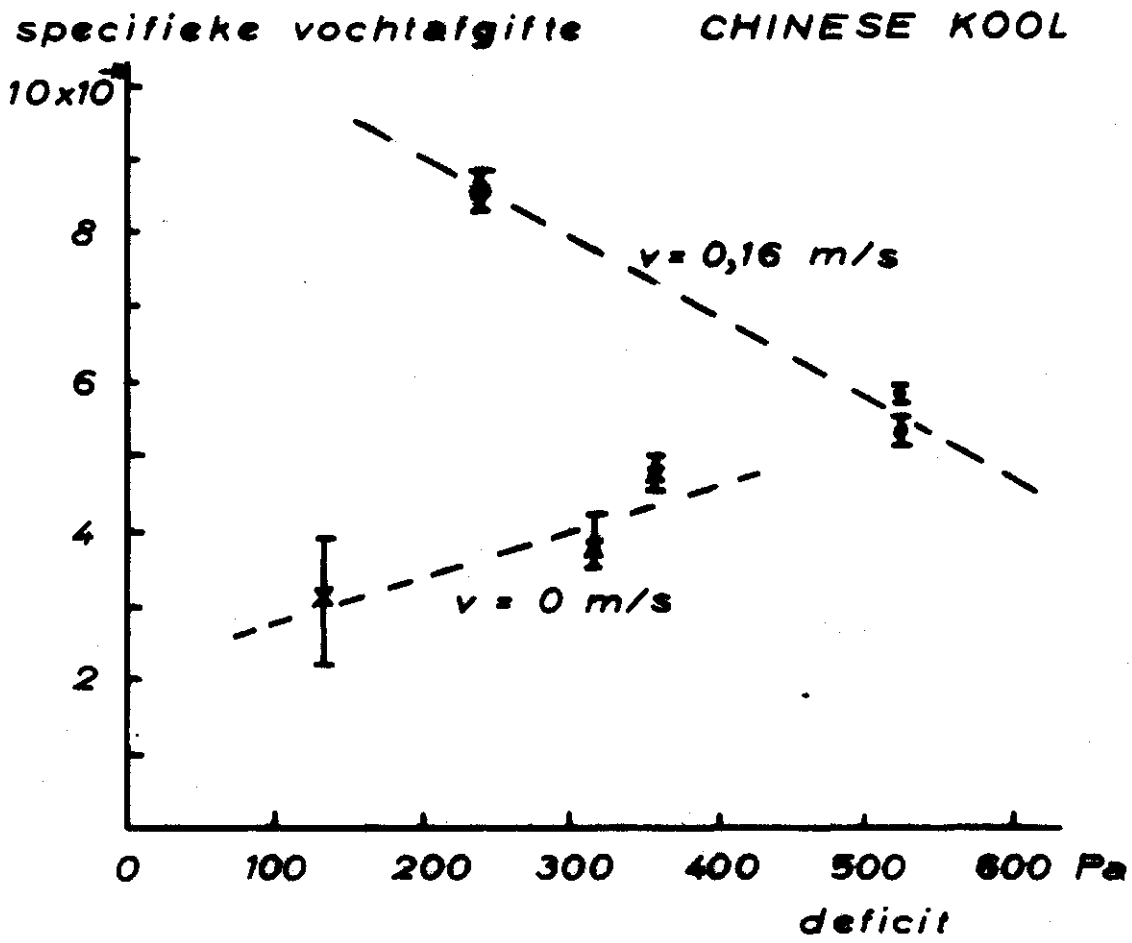
Van een aantal produkten zijn zoveel metingen uitgevoerd, dat de specifieke vochtafgifte tegen het dampdrukdeficit kan worden uitgezet. Met een verticale streep, afgesloten met horizontale balkjes, wordt de spreidingsbreedte van één meetpunt weergegeven. De volgende produkten zijn opgenomen:

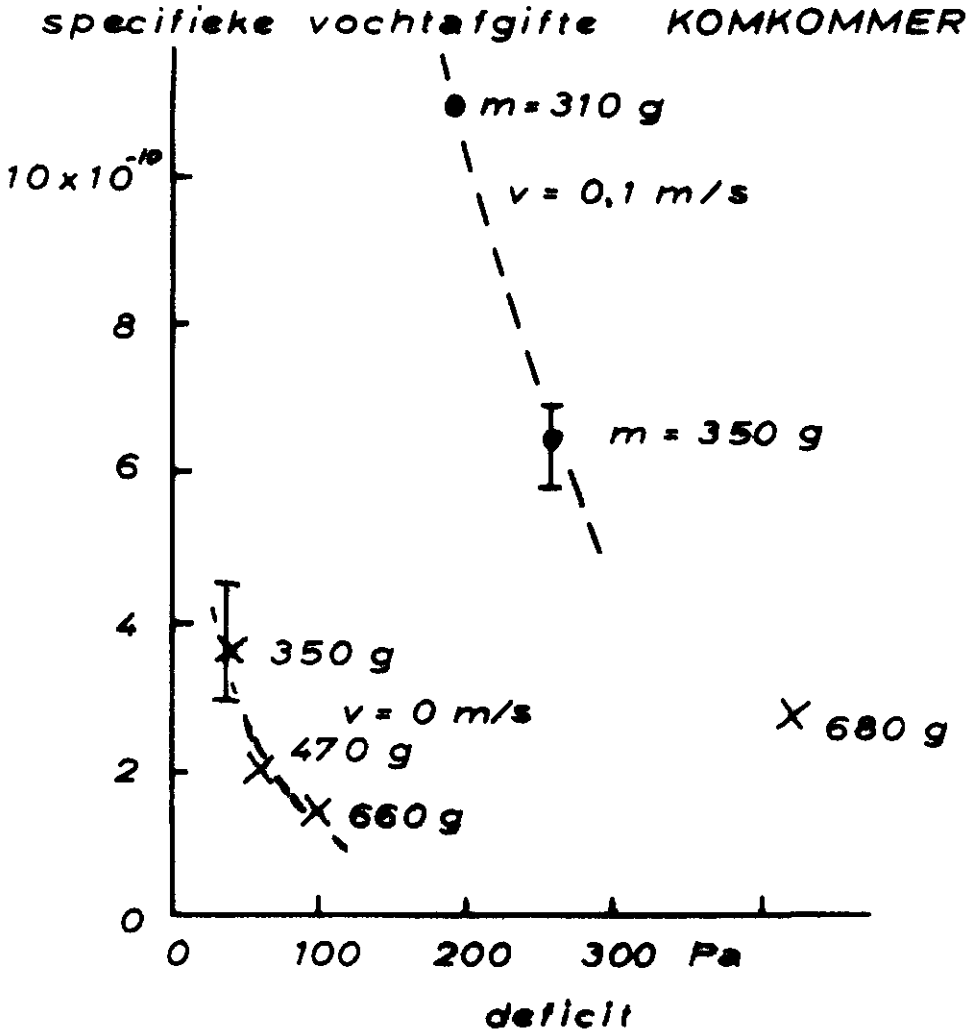
Aardbei
Andijvie
Boerenkool
Chinese kool
Komkommer
Peer
Pruim
Rabarber
Rode kool
Snijboon
Sperzieboon
Spinazie
Spruiten
Waspeen.

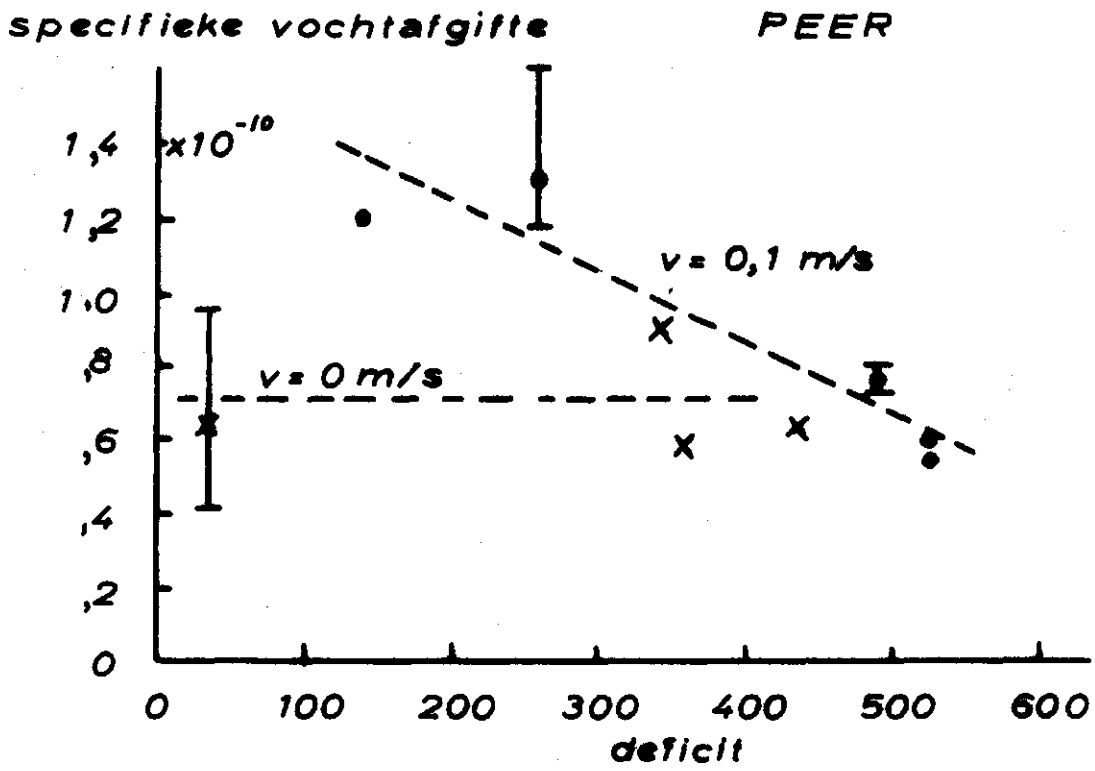

24
specifieke vochtafgifte
AARDBEI
15
x 10^-10 kg / kg·Pa·s
10
5
0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit
v > 0 m/s
v = 0 m/s

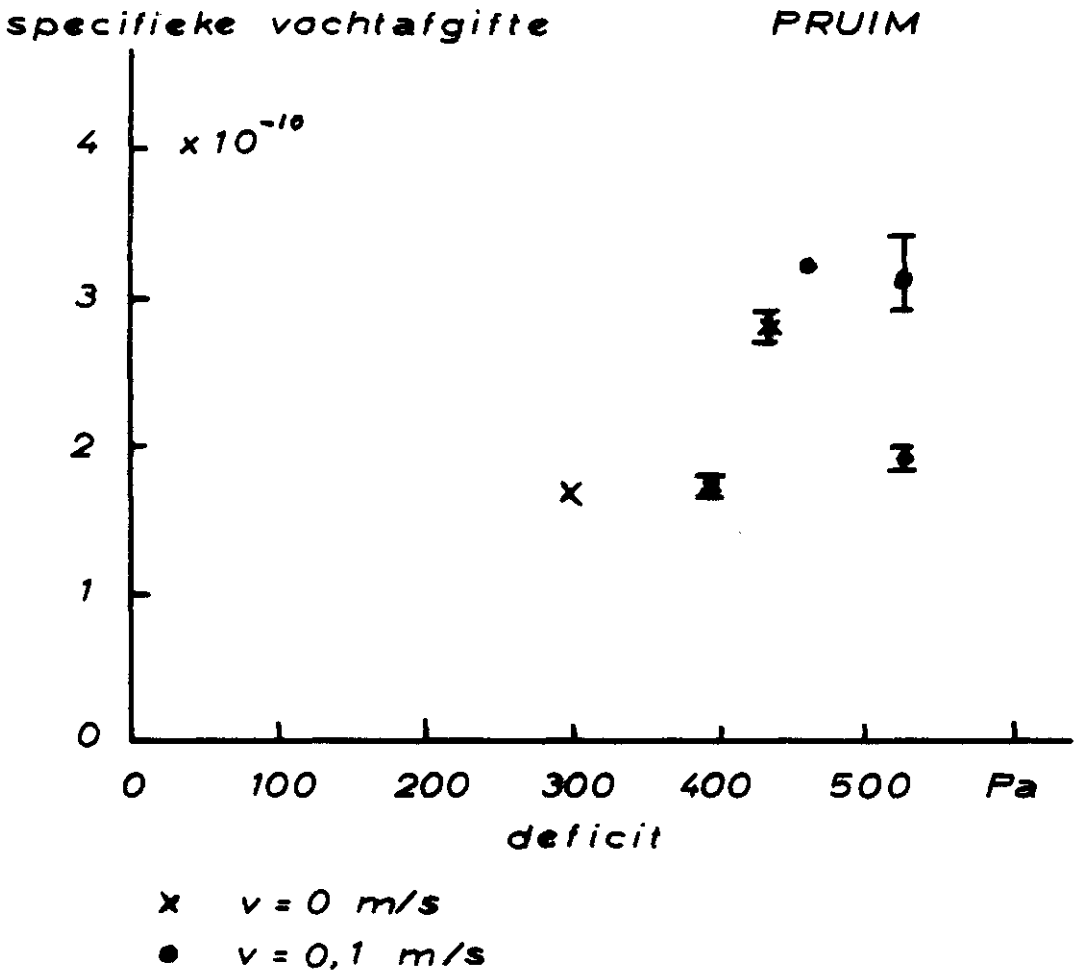

specifieke vochtafgifte
ANDIJVIE
x 10^-10 kg / kg·Pa·s
25
20
15
10
5
0
m = 350 g
617 g
500...700 g
1400 g
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit

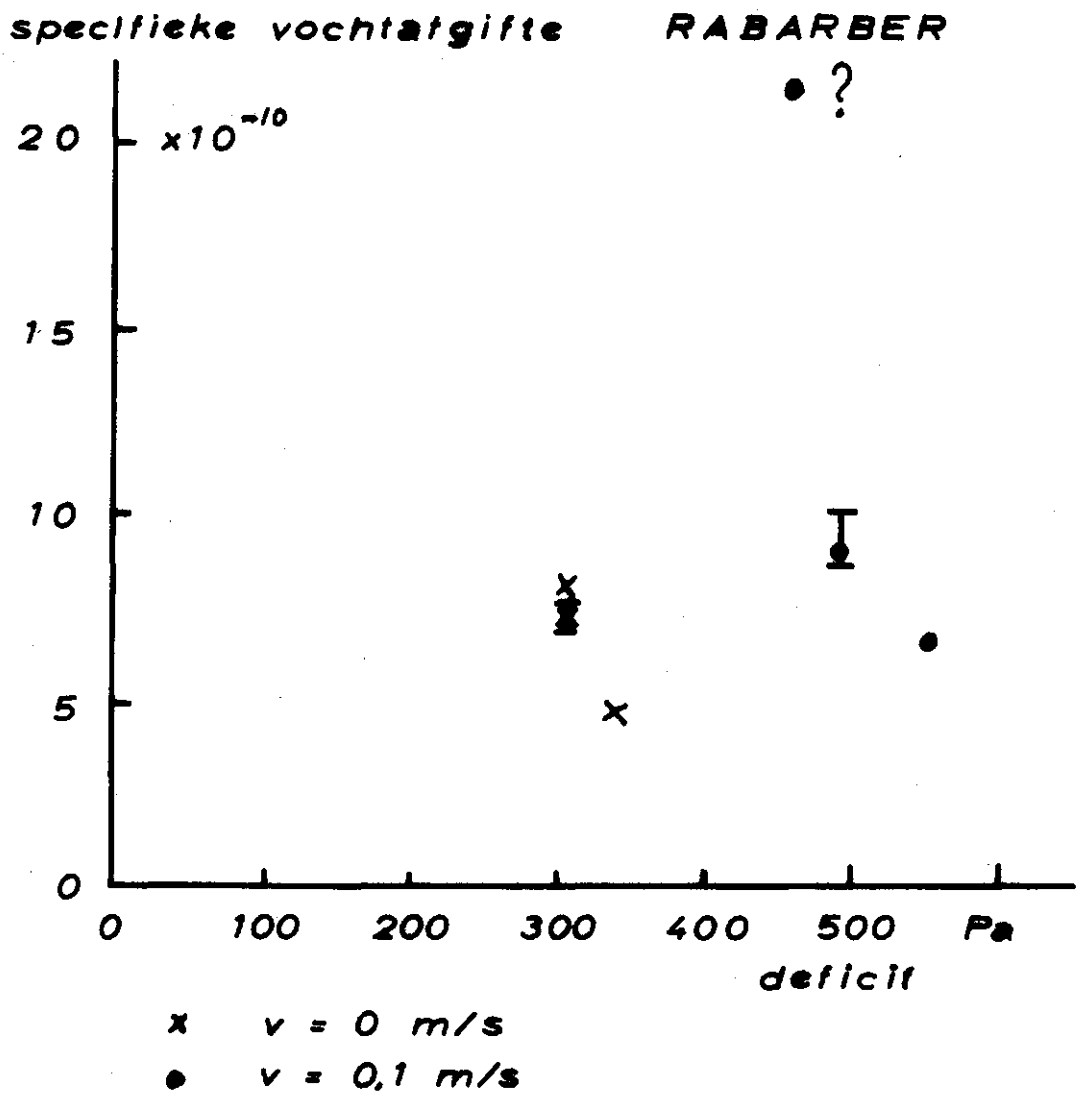

specifieke vochtafgifte BOERENKOOL
kg / kg·Pa·s
25x10^-10
20
15
1800 g
2200 g
1200 g
0
100
200
300
Pa
deficit

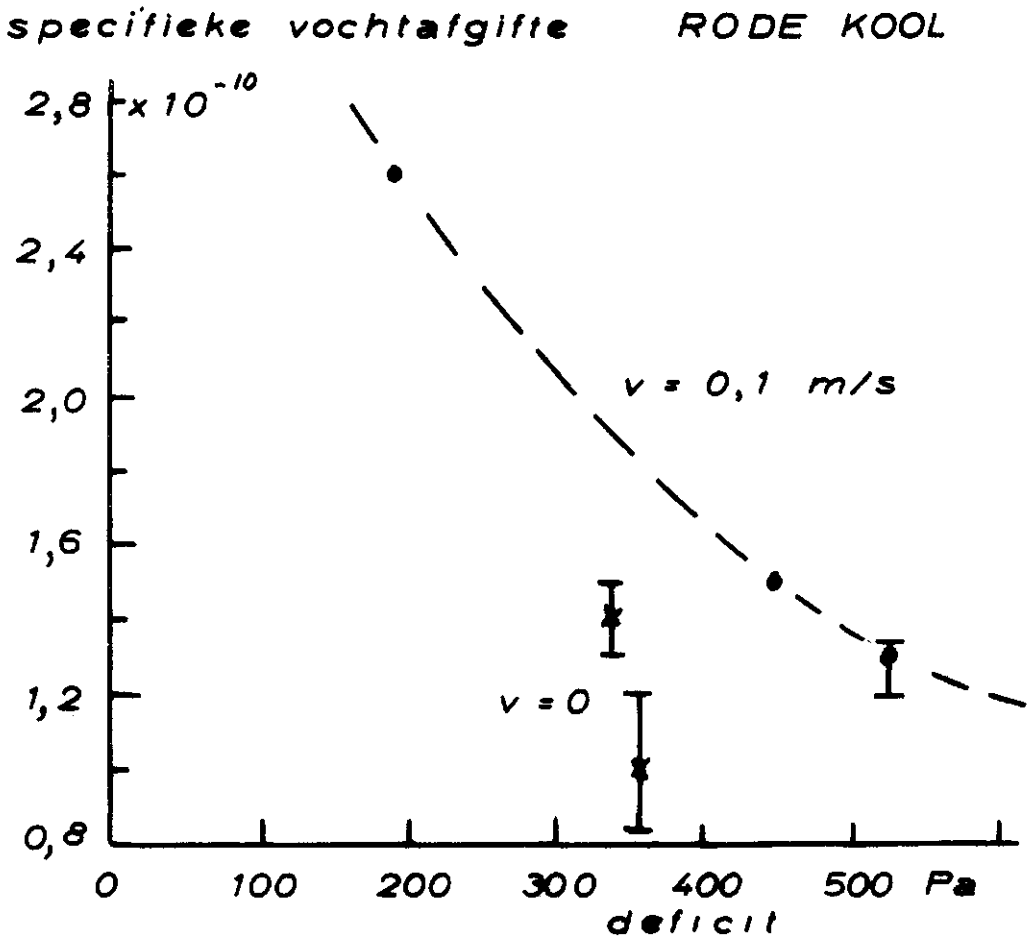

specifieke vochtafgifte
CHINESE KOOL
10x10
8
6
4
2
v = 0,16 m/s
v = 0 m/s
0
100
200
300
400
500
600 Pa
deficit

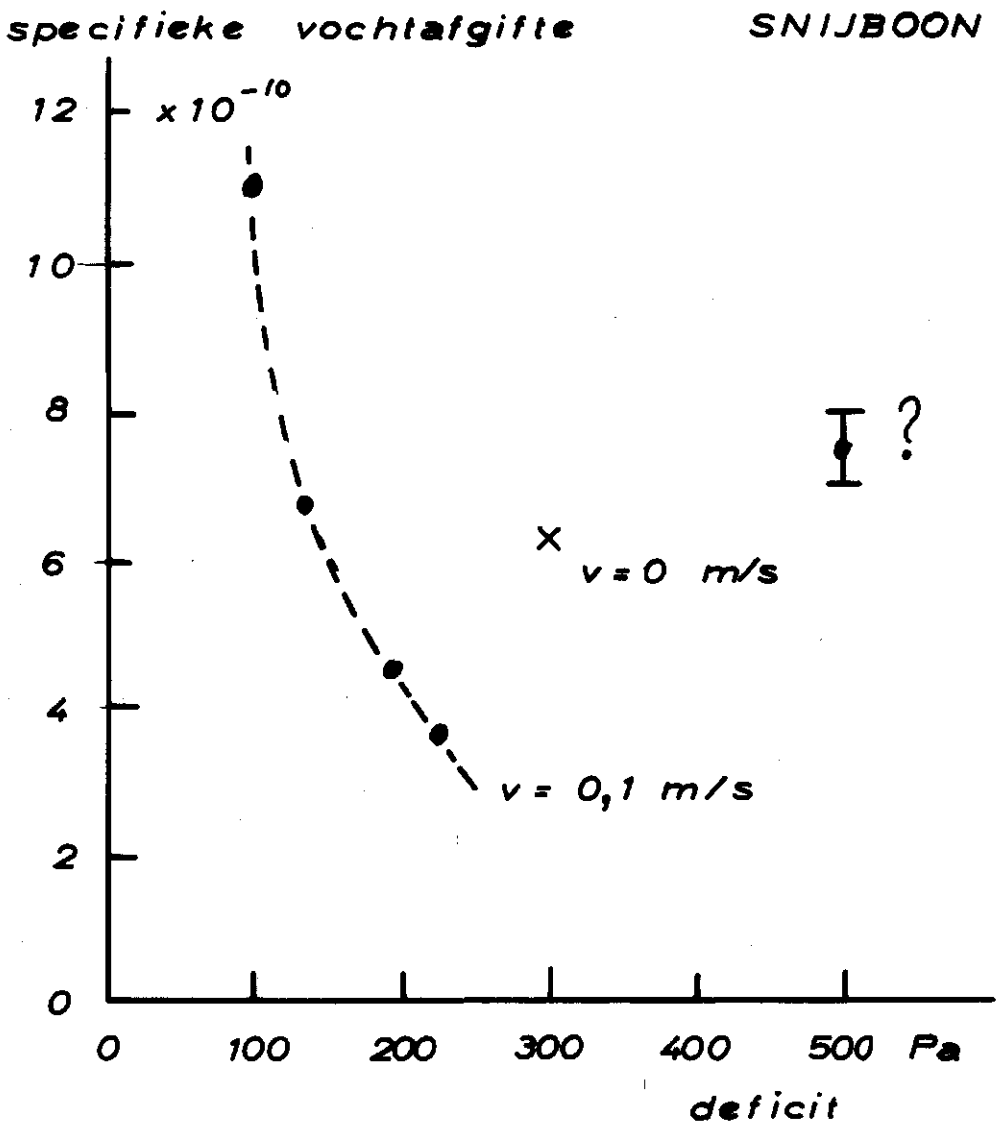

specifieke vochtafgifte KOMKOMMER
m = 310 g
v = 0,1 m/s
m = 350 g
350 g
v = 0 m/s
470 g
660 g
680 g
10 x 10^-10
8
6
4
2
0
0
100
200
300
Pa
deficit

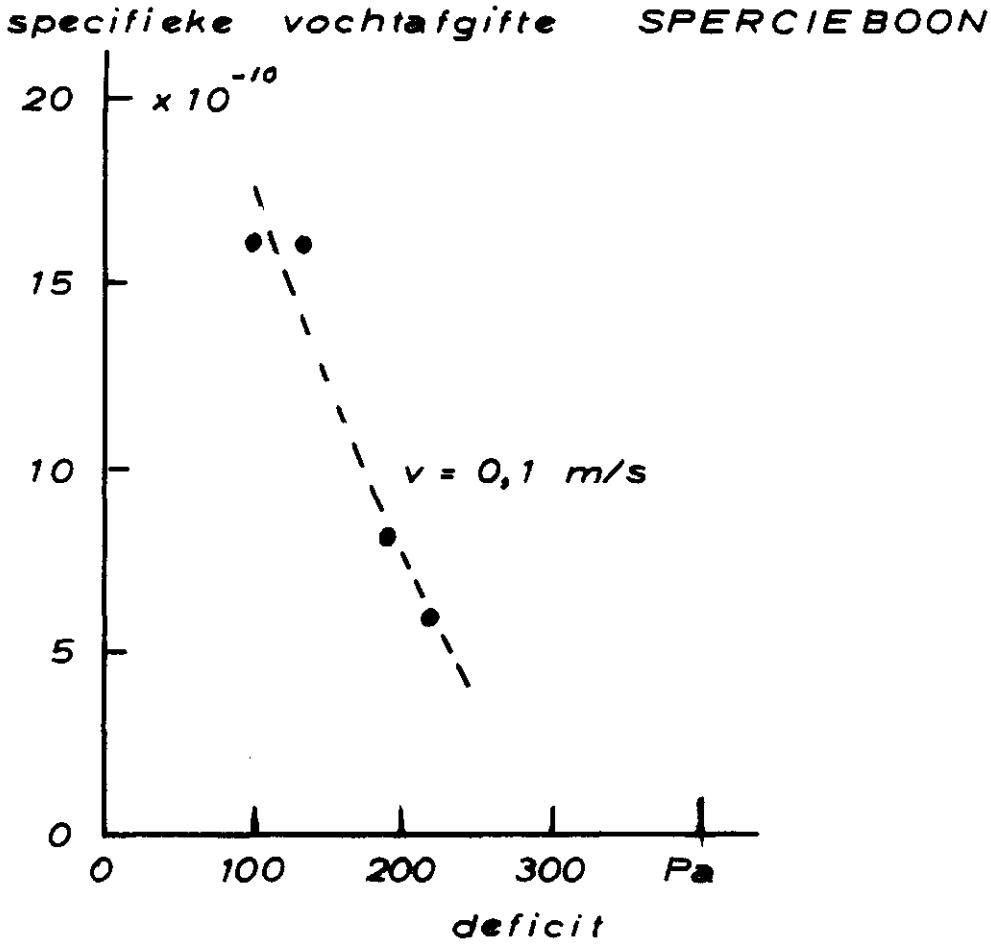

specifieke vochtafgifte
PEER
1,4
x10^-10
1,2
1,0
,8
,6
,4
,2
0
v = 0,1 m/s
v = 0 m/s
0
100
200
300
400
500
600
deficit

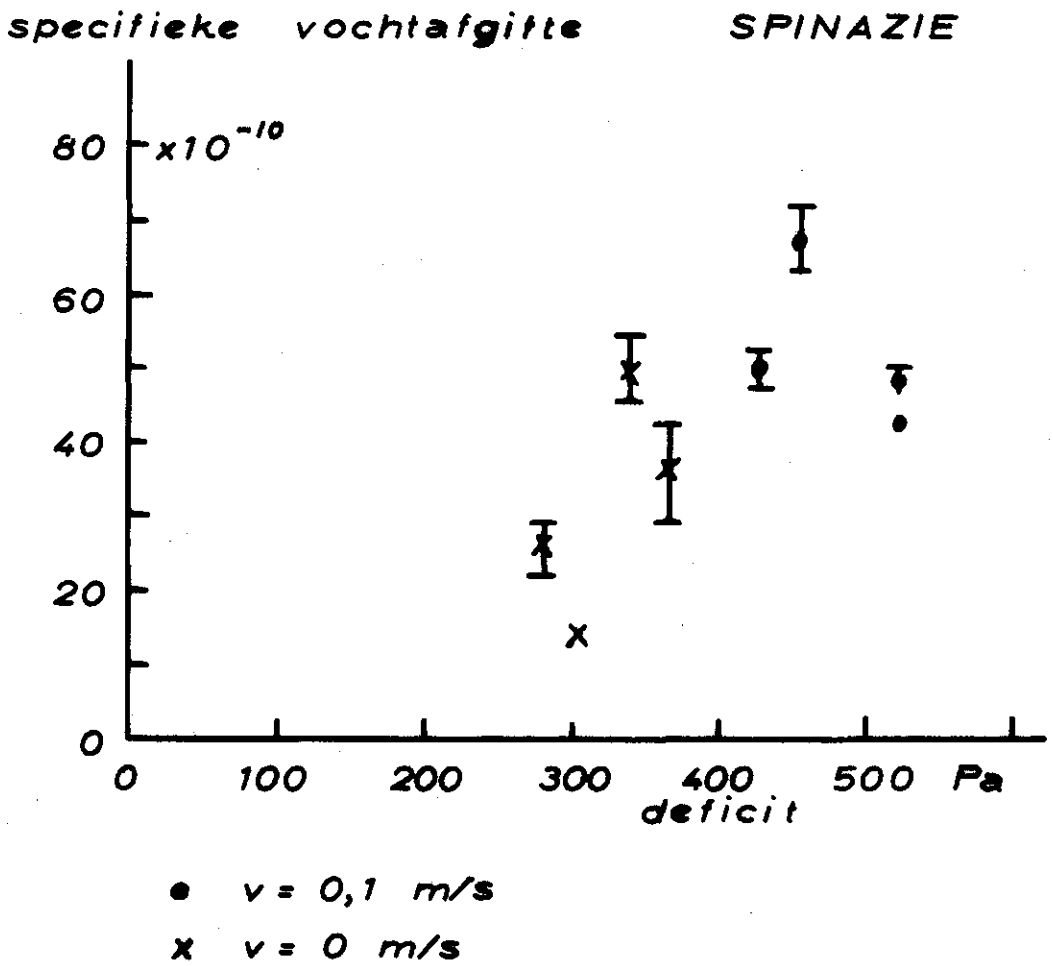

specifieke vochtafgifte
PRUIM
x 10^-10
4
3
2
1
0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit
x v = 0 m/s
● v = 0,1 m/s

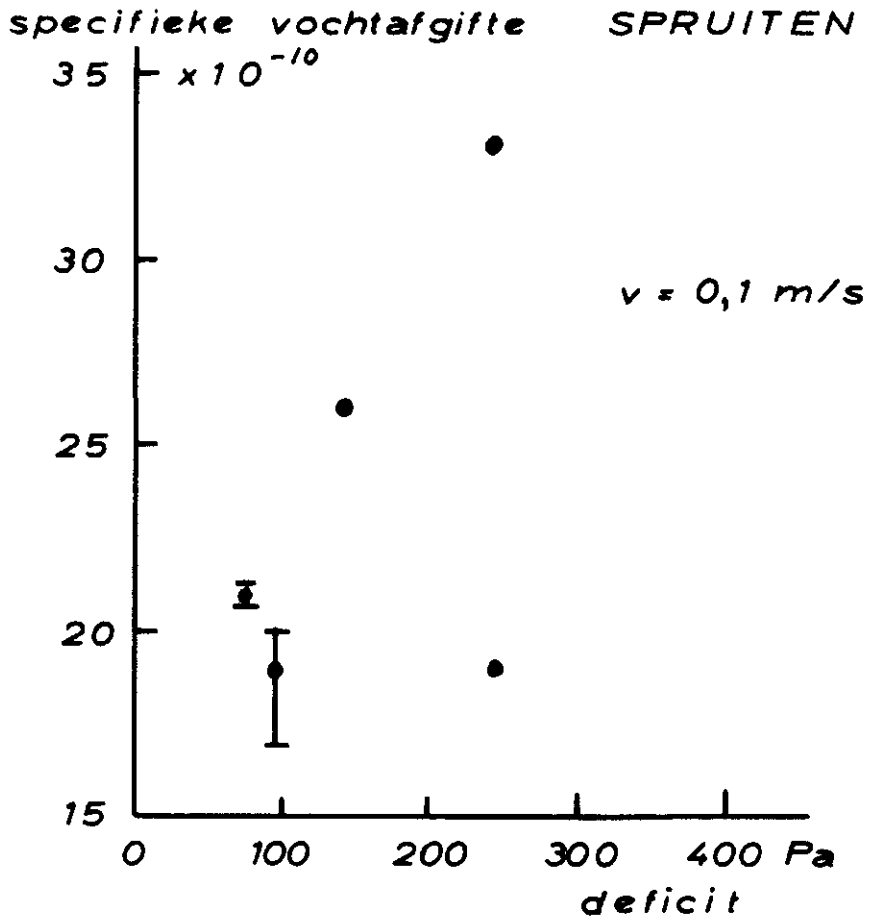

specifieke vochtafgifte
RABARBER
?
20
x10^-10
15
10
5
0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit
x v = 0 m/s
• v = 0,1 m/s

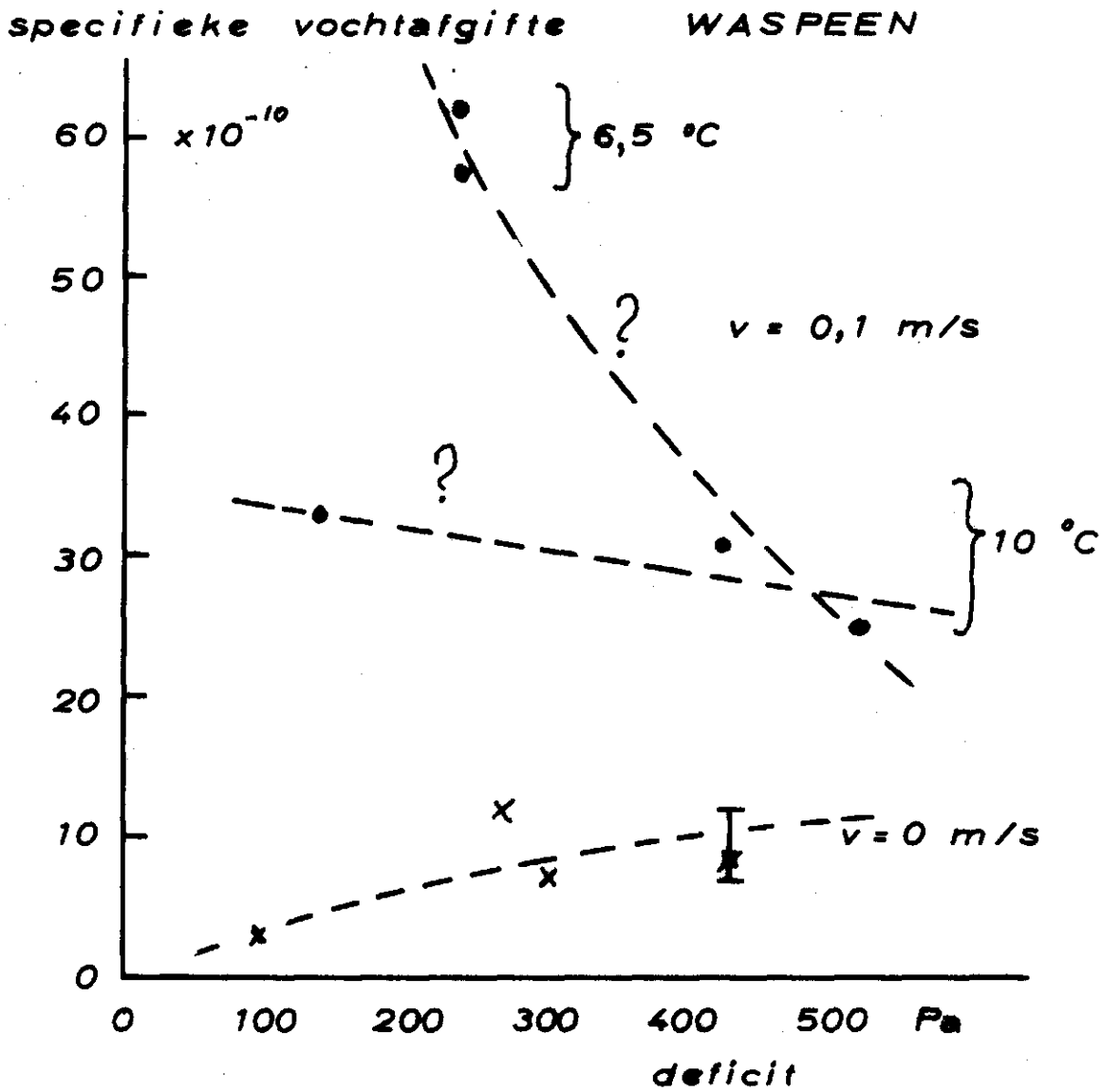

specifieke vochtafgifte
RODE KOOL
2,8
x 10^-10
2,4
2,0
1,6
1,2
0,8
v = 0,1 m/s
v = 0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit


specifieke vochtafgifte
SNIJBOON
x 10^-10
12
10
8
6
4
2
0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit
v = 0 m/s
v = 0,1 m/s
?


specifieke vochtafgifte SPERCIEBOON
x 10^-10
20
15
10
5
0
v = 0,1 m/s
0
100
200
300
Pa
deficit


specifieke vochtafgifte
SPINAZIE
80
x10^-10
60
40
20
0
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit
● v = 0,1 m/s
x v = 0 m/s


specifieke vochtafgifte
SPRUITEN
x 10^-10
35
30
25
20
15
v = 0,1 m/s
0
100
200
300
400 Pa
deficit


specifieke vochtafgifte
WASPEEN
x10^-10
60
50
40
30
20
10
0
6,5 °C
?
v = 0,1 m/s
?
10 °C
v = 0 m/s
0
100
200
300
400
500
Pa
deficit

## 9. *SYMBOLEN EN EENHEDEN.*

| | | |
|---|---|---|
| $a_{spec}$ | $m^2/kg$ | specifiek oppervlak |
| A | $m^2$ | oppervlak |
| c | J/(kg.K) | soortelijke warmte |
| d | m | dikte |
| f | ƒ | geld |
| g | kg/(s.kg) | luchtdebiet per massa |
| G | kg/s | circulatiedebiet |
| h | kJ/kg | enthalpie |
| $\Delta m$ | kg | massaverschil |
| $\bar{m}_p$ | kg | gemiddelde produktmassa |
| $\dot{m}_{spec}$ | kg/(kg.Pa.s) | specifieke vochtafgifte |
| p | Pa | waterdampdruk |
| $p_s$ | Pa | verzadigde waterdampdruk |
| $\Delta p$ | Pa | dampdrukdeficit |
| $q_p$ | W/kg | warmteproduktie van produkt |
| $\dot{Q}$ | W | warmtestroom |
| $\dot{Q}_v$ | W | latente warmtestroom |
| $\dot{Q}_t$ | W | transmissiewarmtestroom |
| $\dot{Q}_a$ | W | ademhalingswarmtestroom |
| $\dot{Q}_w$ | W | totale warmtestroom |
| r | J/kg | verdampingswarmte |
| $\Delta t$ | s | tijd |
| T | $^oC$ of K | temperatuur |
| v | m/s | luchtsnelheid |
| $\dot{v}_{spec}$ | $kg/(m^2.Pa.s)$ | specifieke dampstroomdichtheid |
| V | $m^3$ | volume |
| $w_p$ | kg/(kg.s) | vochtafgifte per massa |
| $\dot{W}$ | kg/s | vochtstroom |
| x | kg/kg | absolute vochtafgifte |
| $\alpha$ | $W/m^2$ | warmte-overdrachtscoëfficiënt |
| $\Pi_m$ | kg/(m.s.Pa) | permeabiliteit |
| $\rho$ | $kg/m^3$ | dichtheid |
| $\varphi$ | - | relatieve vochtigheid |

## 10. *LITERATUUR*


1. J. Lamers, G. van Beek, De vochtafgifte van in folie verpakte snijbloemen, Sprenger Instituut, rapport 2069, 1979.
2. F.H. Fockens, Fysische transportverschijnselen tijdens het afkoelen van tuinbouwprodukten, Sprenger Instituut, mededeling 27, 1967, blz. 50.
3. P.S. Nobel, Biophysical plant physiology, Freeman and company, San Fransisco, blz. 84 en 320.
4. S.K. Sastry. C.D. Bavid, D.E. Buffington, Transpiration rates of certain fruits and vegetables, ASHRAE - transactions, volume 84, part 1, 1978, blz. 237 - 255.
5. K. Kopec, The applicability of Dalton's formula for forecasting wilting in stored fruit and vegetables, Zahradnictor (1974) 1 (4), blz. 3 - 13.
6. Als 2, blz. 42.
7. P. Greidanus, Produktgegevens Groente en Fruit, Sprenger Instituut, mededeling nr. 30, deel 2.
8. L. Ficek, The relative humidity in an empty container with water-vapour production, ventilation and heating. Theory and experiments during continuous temperature control, Sprenger Instituut, rapport 2051.
9. G. van Beek, Nomogram voor warmteproduktie, effectieve warmteproduktie, massaverliessnelheid, koolstofverliessnelheid, en vochtverliessnelheid, Sprenger Instituut, rapport no. 1918.
10. H.F.Th. Meffert, G. van Beek, Safe radius is an important thermal physical property, Annexe 1976-1, IIF, Melbourne.
11. Vademecum Koeltechniek - klimaatregeling, Noordervliet, Zeist, blad 3.8.4.
12. Als 2, blz. 84.
13. Als 2, blz. 91.
14. S. Glasstone, D. Lewis, Elements of Physical Chemistry, MacMillan, London, 2$^{e}$ druk, 1968, blz. 240.


Wageningen, 21-8-1979
GvB/JL/SEP