

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. 2295

E.P. Sterling, E.J. Woltering en  
H.W. Stork

HET EFFECT VAN ETHYLEEN EN DE INTERACTIE  
MET BLOOTSTELLINGSDUUR EN -TEMPERATUUR OP  
DE VERGELING VAN KOMKOMMERS

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 441  
(April 1985)

## I N H O U D

	blz.
SAMENVATTING	2
SUMMARY	2
1. Inleiding	4
2. Proefopzet en uitvoering	4
3. Resultaten	5
3.1. Algemeen	5
3.2. Het bewaareffect	5
3.3. Het ethyleeneffect	6
3.4. Een passend model	7
3.5. De drempelwaarde	7
4. Conclusie	8
Literatuur	8
BIJLAGEN	

### SAMENVATTING

Om de gevoeligheid van komkommers voor ethyleen te kwantificeren zijn een tweetal proeven uitgevoerd. Komkommers werden begast met verschillende concentraties ethyleen in het traject van 0 tot 1000 ppm, bij drie verschillende blootstellingsduren en vier verschillende blootstellingstemperaturen. Na de begassing werd het uitstalleven bepaald.

De gevoeligheid van komkommer voor ethyleen is sterk afhankelijk van de blootstellingsduur en blootstellingstemperatuur.

Gezocht is naar een model dat de gevoeligheid kan beschrijven.

Het onderstaande model blijkt het best te passen:

$$E = \frac{C \cdot P_1 \cdot (T - P_2) \cdot (t - P_3)}{1 + P_4 \cdot C}$$

waarbij geldt:

E=ethyleeneffect (% uitstallevenverkorting)

C=concentratie ethyleen (ppm)

T=blootstellingstemperatuur ( $^{\circ}$ C)

t=blootstellingsduur (uur)

P1=.03398      P2=-7.14

P3=5.85837     P4=.42155

Het model verklaart voor 78 % de gevonden waarden.

### SUMMARY

In order to quantify the susceptibility of cucumber to ethylene, two experiments were carried out. Cucumbers were exposed to various concentrations of ethylene in the range of 0 to 1000 ppm at three different exposure times and four different exposure temperatures. After ethylene fumigation the shelflife was determined.

The susceptibility to ethylene is strongly dependend on time and temperature. We searched for a model that would fit the values found.

The best fitted model appeared to be the following:

$$E = \frac{C \cdot P_1 \cdot (T - P_2) \cdot (t - P_3)}{1 + P_4 \cdot C}$$

with the operatives:

E=Effect of ethylene (% shelflive reduction)

C=concentration of ethylene (ppm)

T=exposure temperature ( $^{\circ}$ C)

t=exposure time (hours)

P1=.03398      P2=-7.14

P3=5.85837      P4=.42155

This model fitted for 78 %.

## 1. Inleiding

In het voorjaar van 1984 is op het Sprenger Instituut onderzoek uitgevoerd naar het effect van ethyleen op het uitstalleven van komkommer. Het onderzoek moest inzicht geven in de rol die blootstellingsduur, blootstellings-temperatuur en ethyleenconcentratie spelen bij de houdbaarheid van komkommer.

De aanwezigheid van ethyleen kan de houdbaarheid van komkommers in negatieve zin beïnvloeden (3,4). Daar het ethyleengevoeligheidsonderzoek een tijdrovende zaak is, is het van belang om tot een wiskundig model te komen waardoor inter- en extrapolaties mogelijk gemaakt kunnen worden. Het tot dusver uitgevoerde onderzoek bestreek een te nauwe band aan ethyleenconcentraties om inzicht te kunnen verkrijgen in het totaalbeeld. Het in dit rapport bestreken ethyleentraject is daarom ruim genomen, tot ver boven de in de praktijk voorkomende waarden. Het onderzoek bleef beperkt tot een ras Loesinde van een herkomst.

De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden als ondersteuning bij verder onderzoek en bij het bepalen van toegestane ethyleenconcentraties bij een gegeven bewaartijd en bewaartemperatuur.

Dit rapport beschrijft de onderzoeksmethode (hoofdstuk 2) en resultaten (hoofdstuk 3). De resultaten zijn opgesplitst naar de diverse onderzochte aspecten.

Het rapport wordt afgesloten met een conclusie (hoofdstuk 4).

## 2. Proefopzet en uitvoering

Om tot een vrij compleet beeld te komen wat betreft de interactie van tijd, temperatuur en ethyleenconcentratie is gekozen voor een omvangrijke proefopzet. Daarom was het noodzakelijk om de proef op te splitsen in twee deelproeven.

Voor de begassing met ethyleen is in beide gevallen gebruik gemaakt van de installatie die hiervoor op het Sprenger Instituut aanwezig is (5).

De werkwijze en de herkomst van de komkommers was voor beide proeven identiek. Het voor deze proeven gebruikte ras was Loesinde.

In de eerste proef was de blootstellingstemperatuur een constante, te weten 20°C.

De variabelen waren blootstellingsduur en ethyleenconcentratie, respectievelijk 12, 24 en 48 uur en 19 verschillende ethyleenconcentraties in het traject van 0 tot 1000 ppm.

In de tweede proef werd de blootstellingsduur constant gehouden, te weten 24 uur.

Gevarieerd werd de blootstellingstemperatuur en ethyleenconcentratie, respectievelijk 10, 15, 20 en 25°C en 14 verschillende ethyleenconcentraties in het traject van 0 tot 1000 ppm.

Het brede traject van de ethyleenconcentratie is gekozen om tot een totaalbeeld te komen van de reactie van komkommers op ethyleen. De hoge concentraties hebben dus geen praktijkwaarde.

Voor beide proeven werd het produkt betrokken bij een teler en zelf geoogst. De komkommers werden streng uitgeselecteerd op homogeniteit. De komkommers werden dezelfde dag in de begassingseenheden geplaatst die zich in een klimaatcel bevinden en die reeds op temperatuur was gebracht.

In elke begassingseenheid werden tien komkommers gestopt.

De volgende dag werden de begassingseenheden gesloten en werd de gewenste hoeveelheid ethyleen geïnjecteerd. Het door de komkommers geproduceerde  $CO_2$  werd door KOH-scrubbers verwijderd en vervangen door zuurstof.

Voor elke blootstellingsduur of blootstellingstemperatuur werd uit een niet met ethyleen geïnjecteerde begassingseenheid het eventueel door de komkommers geproduceerde ethyleen gescrubd (hierna te noemen: 0 ppm behandeling) door middel van een ethyleenadsorbent (Purafil).

Nadat de blootstellingsduur was bereikt werden de genummerde komkommers uit de eenheden genomen en random verspreid in de beoordelingsruimte.

Het uitstalleven van de komkommers werd sensorisch vastgesteld.

Dagelijks werden de komkommers door een drietal personen onafhankelijk beoordeeld op vergeling. Als referentie werd een komkommerkleurenkaart gebruikt. Indien twee of meer personen vonden dat kleurstadium 4 was bereikt op een bepaalde dag, dan werd de komkommer verwijderd uit de beoordelingsruimte. Het uitstalleven werd gedefinieerd als de tijd tussen uitslag uit de begassingseenheid en het bereiken van stadium 4.

De beoordelingsruimte werd op  $20^{\circ}C$  gehouden bij een r.v. van 80 %. Gedurende het uitstalleven lagen de komkommers in het donker.

Het uitstalleven per ethyleenconcentratie werd uitgerekend als gemiddelde van tien komkommers. Eventuele rotte en/of verschrompelde komkommers werden niet meegenomen in de berekening.

Bij beide proeven werden een twintigtal komkommers direct na de oogst in de beoordelingsruimte gelegd. Dagelijks werd door een drietal personen de kleur genoteerd. Deze partij komkommers wordt verder als 'controle partij' gerefereerd.

### 3 Resultaten

#### **3.1 Algemeen**

Per ethyleenbegassing werden zoals gezegd tien komkommers gebruikt. Het uitstalleven wat hierbij hoort is genomen als gemiddelde hiervan.

De ruwe gegevens, te weten blootstellingsduur, blootstellingstemperatuur, ethyleenconcentratie en bijbehorend uitstalleven zijn terug te vinden in de bijlage 1.

Deze gegevens zijn grafisch uitgewerkt in de grafieken 1 en 2.

Om het brede traject van ethyleenconcentratie te comprimeren is gekozen voor een half-logaritmische presentatie.

#### **3.2 Het bewaareffect**

De verkorting van het uitstalleven van begaste komkommers bestaat uit twee factoren.

Enerzijds is deze puur afhankelijk van de begassingstijd, immers deze tijd gaat in meer of mindere mate af van het uitstalleven. Deze factor noemen we het bewaareffect.

De andere factor is de verkorting van het uitstalleven die puur aan de aanwezig ethyleen is toe te schrijven.

Het is zinnig om deze twee factoren apart te benaderen omdat op deze manier een zuiverder beeld verkregen wordt van de rol van ethyleen.

Dagelijks zijn 20 niet-begaste en niet-bewaarde komkommers door het panel op kleur beoordeeld.

Uitgaande van de definitie van uitstalleven, dat is de tijd die verstrijkt totdat stadium 4 bereikt wordt, bleek dat het uitstalleven van de controlepartijen voor proef 1 en proef 2 respectievelijk 21.7 en 21.1 dagen was.

Het bewaareffect is afhankelijk van bewaartijd (t) en bewaartemperatuur (T) en kan berekend worden uit het uitstalleven van de controle partij en het uitstalleven van de 0 ppm behandeling en is als volgt gedefinieerd:

$$\text{Bewaareffect (T,t)} = \left(1 - \frac{\text{Uitstalleven 0 ppm behandeling (T,t)}}{\text{Uitstalleven controle partij}}\right) * 100\% \quad [1]$$

Daar de proef als zodanig niet was opgezet om het bewaareffect precies te kwantificeren, zijn de gegevens te summier om ze op verantwoorde wijze wiskundig-statistisch te verwerken. Tabel 1 geeft daarom alleen de resultaten weer zoals die werden berekend uit de gegevens, dus zonder verdere bewerking.

Tabel 1: Bewaareffect (in % uitstallevenverkorting) voor de gebruikte blootstellingstijden en blootstellingstemperaturen.

Tijd in uur	Temperatuur in °C			
	10	15	20	25
12	-	-	7	-
24	3	-3	3	3
48	-	-	8	-

- = niet bepaald

### 3.3 Het ethyleeneffect

Het ethyleeneffect bij een bepaalde tijd (t) en temperatuur (T) is te definiëren als het percentage uitstallevenverkorting dat wordt veroorzaakt door een bepaalde concentratie ethyleen (C). In formule:

$$\text{Ethyleeneffect (C,T,t)} = \left(1 - \frac{\text{uitstalleven (C,T,t)}}{\text{uitstalleven 0 ppm behandeling (T,t)}}\right) * 100\% \quad [2]$$

Dus door het uitstalleven van de 0 ppm behandeling van elke blootstellingsduur en blootstellingstemperatuur als 0 % ethyleeneffect te definiëren kunnen de ethyleeneffecten van de diverse begassing worden uitgerekend.

Deze zijn grafisch weergegeven in de grafieken 3 en 4.

### 3.4 Een passend model

Door fysiologische variabiliteit van het uitgangsprодукt alsmede door de onnauwkeurigheid die inherent is aan de sensorische keurmethoediek treden onverwachte fluctuaties op ten opzichte van verwachte waarden. Deze blijken duidelijk uit de grafische weergaven.

Om deze schommelingen te filteren en daarmee ook inter- en extrapolaties mogelijk te maken, is er gezocht naar een passend model welke het ethyleen-effect beschrijft als functie van concentratie, blootstellingsduur en blootstellingstemperatuur.

Vooropgesteld moet worden dat het hieronder beschreven model op empirische wijze is verkregen door middel van de trial and error methodiek en dus zuiver descriptief is.

Het best passend model dat werd gevonden is de volgende:

$$E = \frac{C \cdot P_1 \cdot (T - P_2) \cdot (t - P_3)}{1 + P_4 \cdot C} \quad [3]$$

waarbij geldt:

E=ethyleen-effect (% uitstallevenverkorting)

C=concentratie ethyleen (ppm)

T=blootstellingstemperatuur ('C)

t=blootstellingsduur (uur)

P1=.03398      P2=-7.14

P3=5.85837      P4=.42155

Als correlatiemaatstaf is de 'explained part of sum of squares' uitgerekend. Deze bedraagt .78 wat betekend dat de geobserveerde waarnemingen van E voor 78 % door deze vergelijking verklaard worden.

Uit deze vergelijking blijkt dat P2 de temperatuur (in graden Celcius) is waarboven ethyleen-effect kan hebben.

P3 is de tijd (in uren) die minimaal overschreden moet worden om ethyleen-effect te kunnen krijgen (latentietijd).

Beneden de voor P2 en P3 gevonden waarden is de functie niet zinnig.

De teruggeschatte waarden zijn ingetekend in de grafieken 3 en 4 en vormen grafieken 5 en 6.

De functie [3] is voor een blootstellingstemperatuur (20°C) gevisualiseerd in grafiek 7. In verband met de presentatie loopt de concentratie op van rechts naar links, de tijd loopt op van voor naar achteren.

### 3.5 De drempelwaarde

De drempelwaarde Cd kan gedefinieerd worden als de concentratie ethyleen C



die nodig is om bij een blootstellingsduur  $t$  en een blootstellingstemperatuur  $T$  een ethyleeneffect te geven van de waarde  $E_d$ :

$$C_d = f(E_d, T, t) \quad [4]$$

Door  $C$  in vergelijking [3] expliciet te schrijven en voor  $E$  een arbitraire waarde  $E_d$  in te vullen ontstaat het volgende vergelijking voor de drempelwaarde:

$$C_d = \frac{E_d}{P_1 \cdot (T - P_2) \cdot (t - P_3) - P_4 \cdot E_d} \quad [5]$$

Deze functie [5] is gevisualiseerd in grafiek 8. Als arbitraire drempelwaarde is een ethyleeneffect (= % uitstallevenverkorting) van 10% genomen.

#### 4. Conclusie

Het gevonden model geeft een beschrijving van de relatie ethyleenconcentratie, tijd en temperatuur op het uitstalleven en verklaart de gevonden waarden voor 78 %. Het niet verklaarde deel moet worden toegeschreven aan enerzijds de onnauwkeurigheid van beoordelen en de variabiliteit van het uitgangsmateriaal, anderzijds aan de onnauwkeurigheid van het model zelf. In de uitgevoerde proeven is niet gekeken naar het effect van ethyleen op rot.

Uit praktijkmetingen (1,2) is duidelijk gebleken dat ethyleen wel degelijk kan voorkomen tijdens opslag van komkommers. De vraag of dit niveau schadelijk is, is afhankelijk van opslagtijd en -temperatuur. Uit de gegeven vergelijkingen kan gehaald worden of de tolerantiegrenzen overschreden worden. Onderstreept dient te worden dat tijdens de proeven het door de komkommers geproduceerde koolzuurgas verwijderd werd ( $CO_2$ -nivo  $< .03$  %).

De aanwezigheid van koolzuurgas kan het effect van ethyleen in meer of mindere mate tegengaan.

Meer onderzoek is nodig om de bruikbaarheid van het hier besproken model te testen. Met name  $CO_2$ -, ras- en herkomstinvloeden kunnen effect hebben op de gevoeligheid (6)

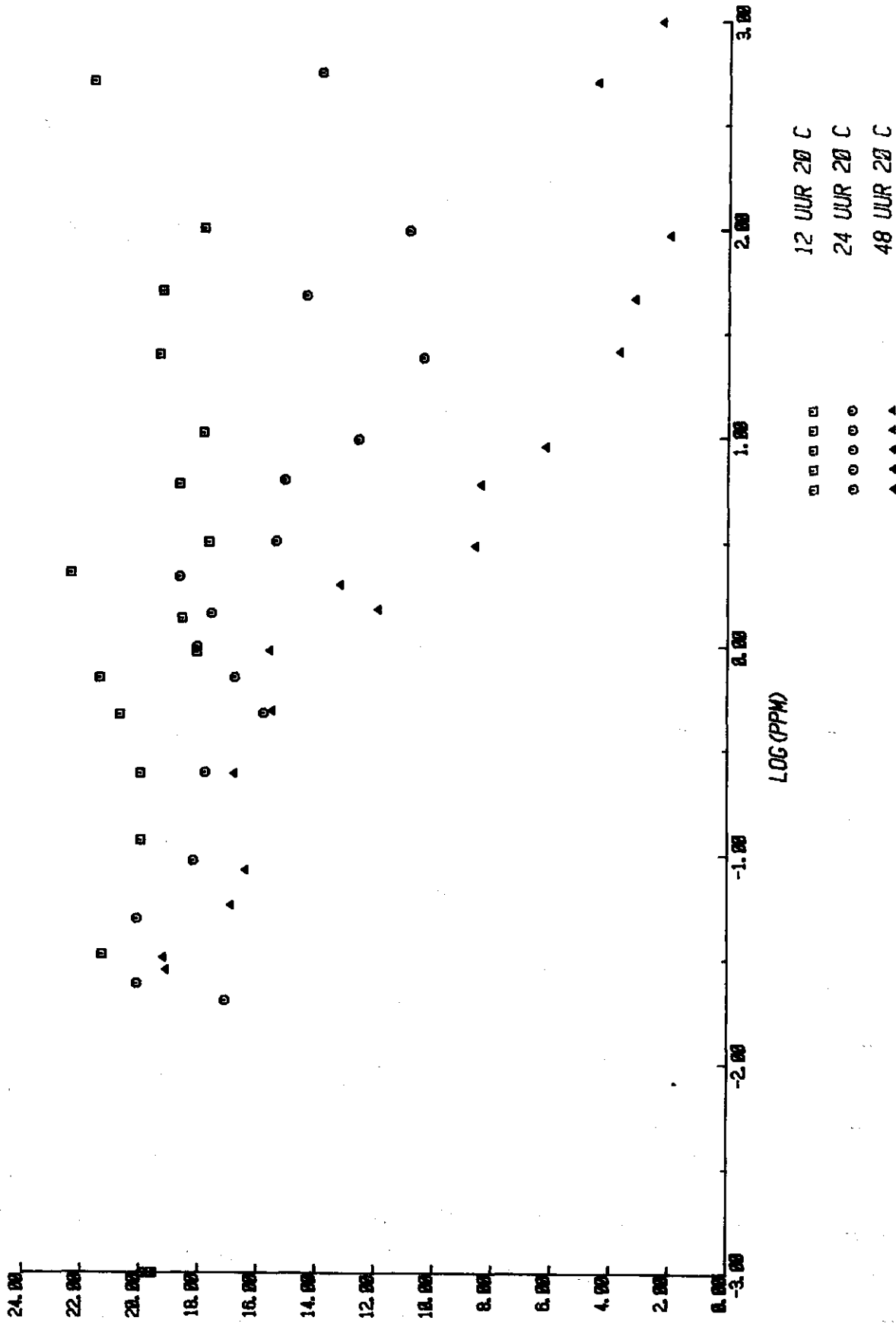
#### Literatuur

1. H.A.M.Boerrigter, P.M.M.Damen  
Ethyleenmetingen bij een groothandelsbedrijf tijdens de weekendopslag van groente en fruit.  
Wageningen (Sprenger Instituut) 1983 Interimrapport No. 21.
2. P.M.M.Damen, H.A.M.Boerrigter  
Ethyleenconcentraties in de afzetketen.  
Groenten en Fruit 1982 17 feb. 18-19.
3. S.P.Schouten, H.W.Stork  
Ethyleengevoeligheid van komkommers.  
Groenten en Fruit 1981 25 maart 42-43.

4. H.W.Stork, S.P.Schouten  
De invloed van ethyleen op de houdbaarheid van komkommers.  
Wageningen (Sprenger Instituut) 1980 Rapport No. 2147.
5. E.J.Woltering, H.Harkema, E.P.Sterling  
Proefopstelling voor de begassing van tuinbouwprodukten met ethyleen.  
Wageningen (Sprenger Instituut) 1983 Rapport No. 2253.
6. E.J.Woltering, H.Harkema, E.P.Sterling  
De ethyleengevoeligheid van tuinbouwprodukten.  
Bedrijfsontwikkeling 1984 15(12) 980-982.

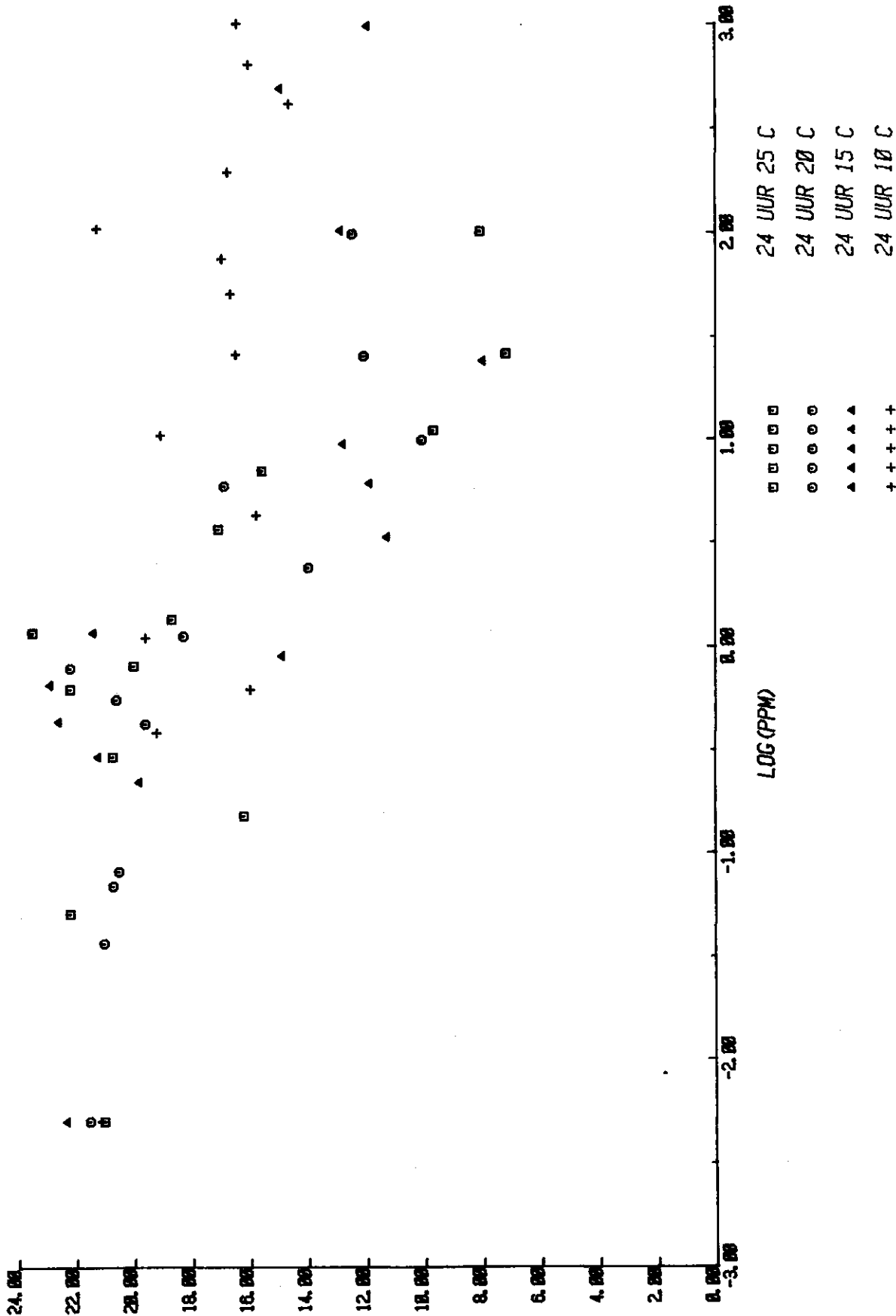
Wageningen, 4 april 1985  
EPS/EJW/HWS/MJ

UITSTALLEVEN



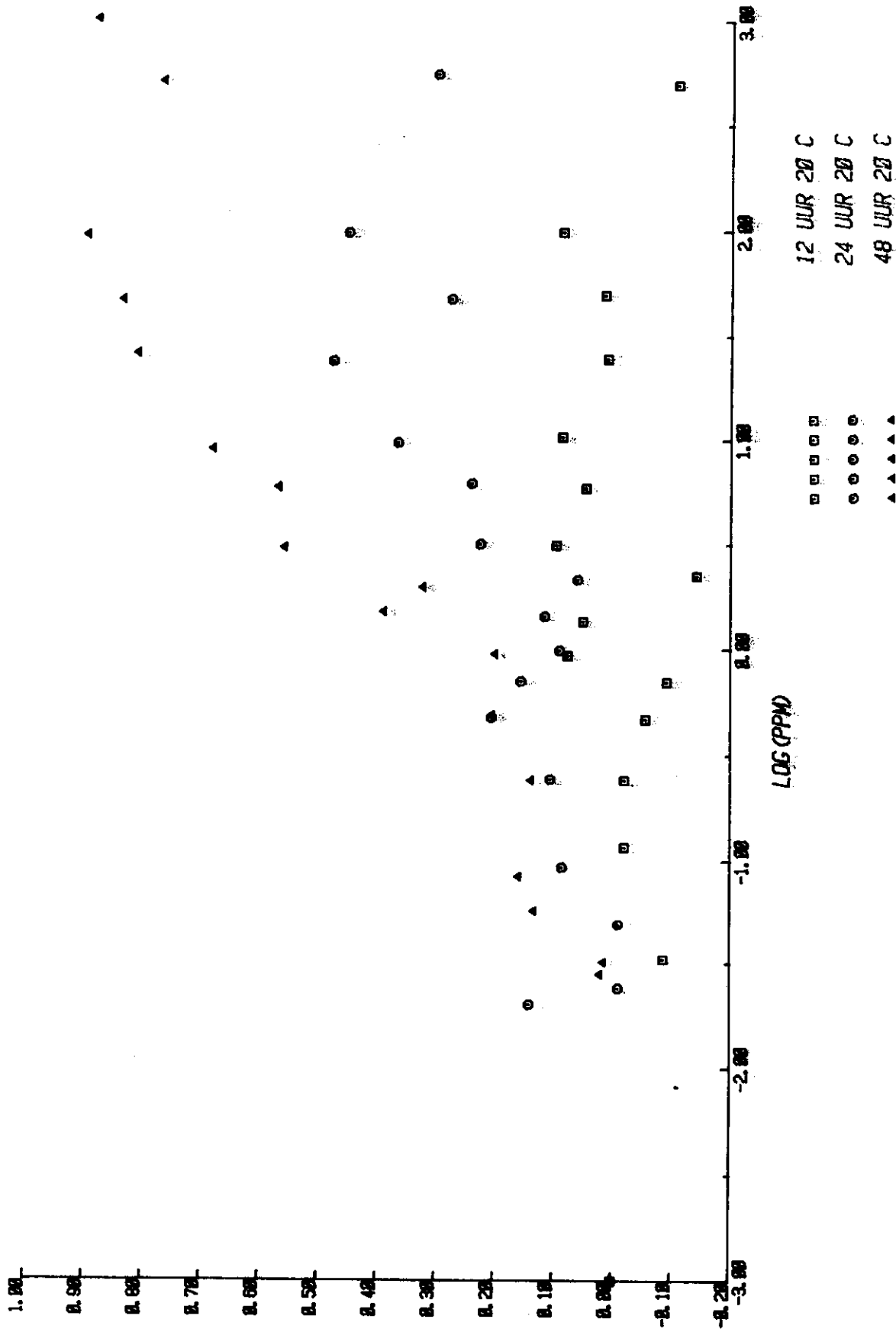
Grafiek 1. Uitstallevens in dagen als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingsduren en 20°C (proef 1)

UITSTALLEVEN



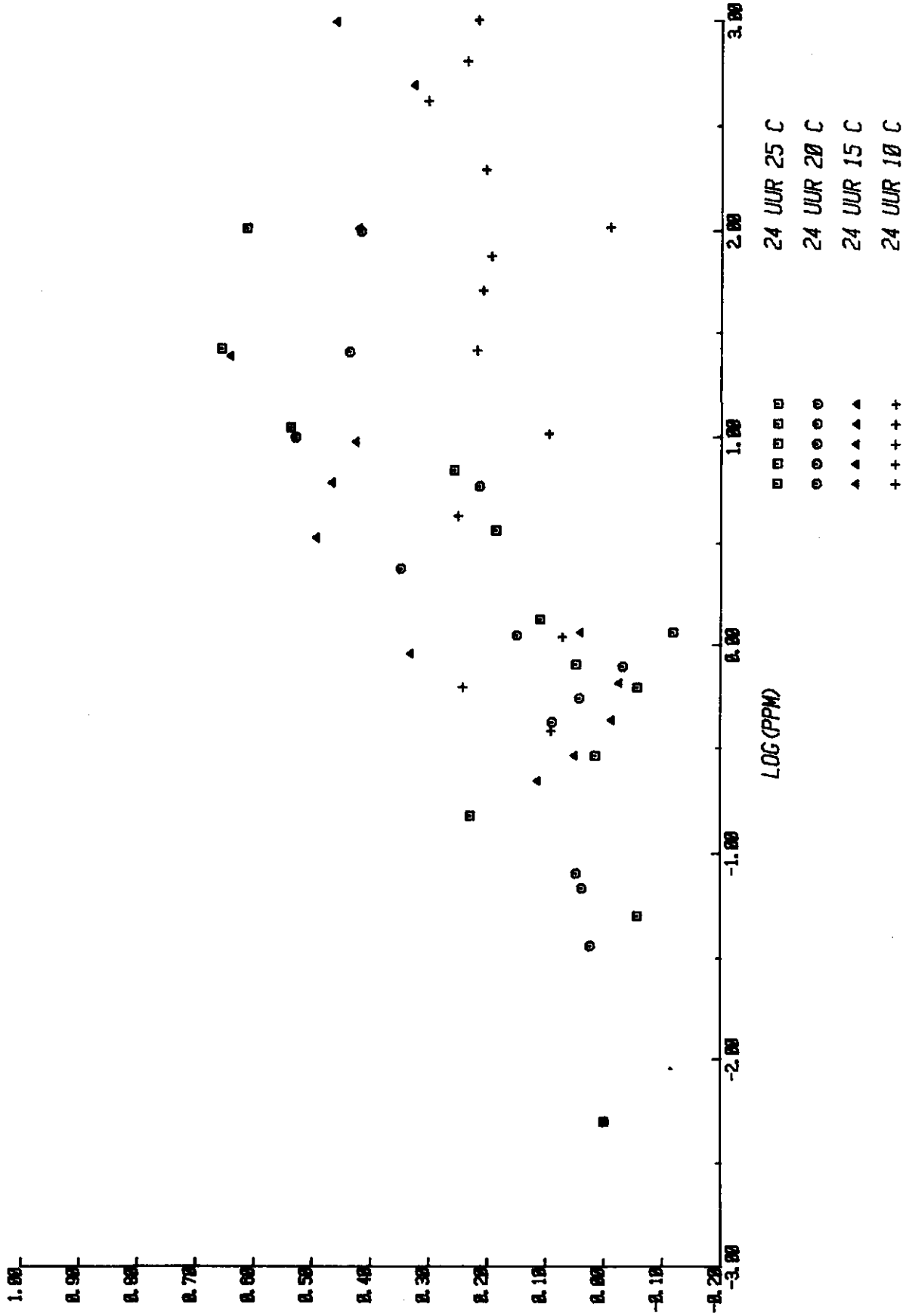
Grafiek 2. Uitstalleven in dagen als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingstemperaturen en 24 uur blootstelling (proef 2)

ETHYLENEFFECT  $\times 100$

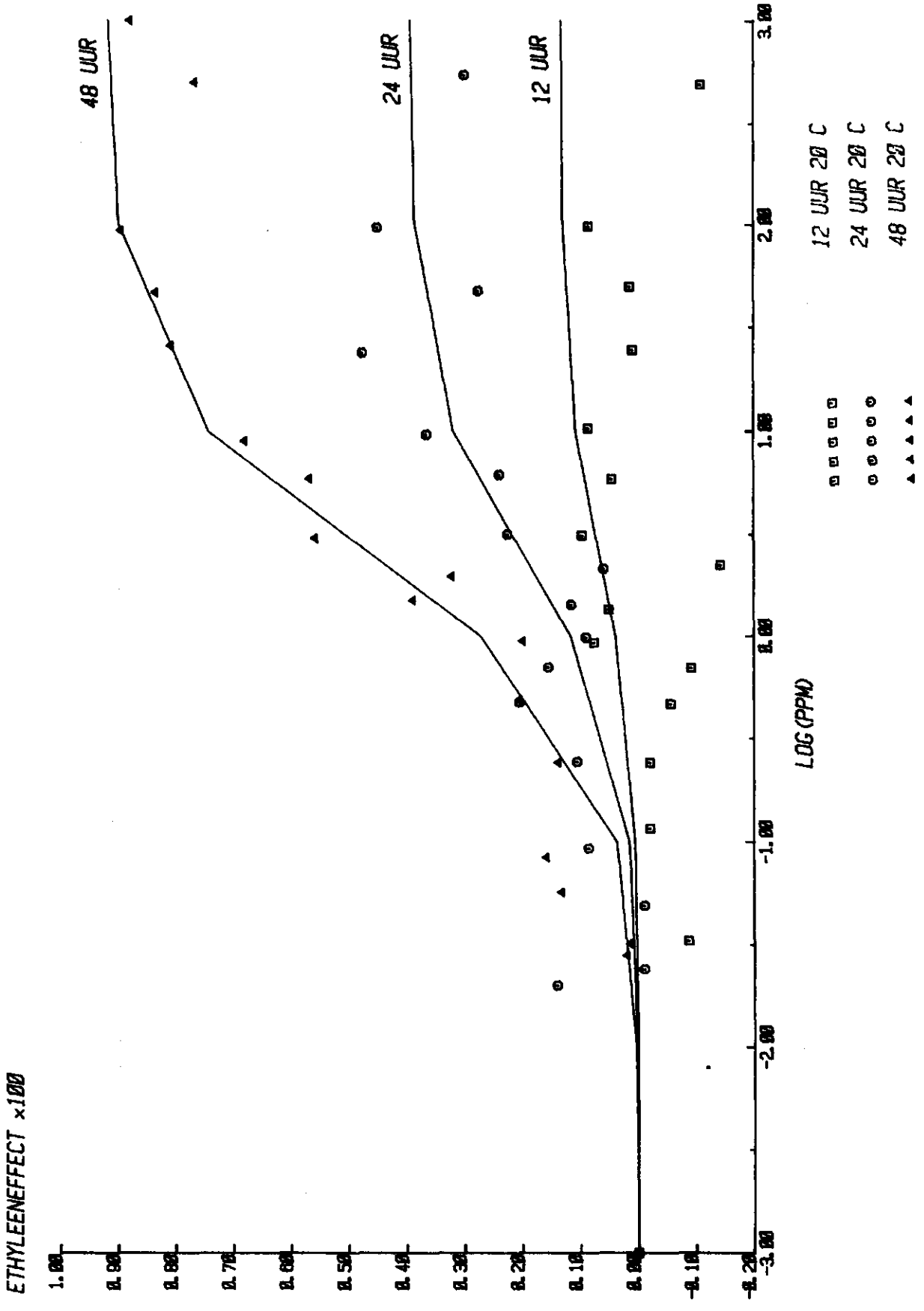


Grafiek 3. Ethyleeneffect (in % uitstallevenverkorting) als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingsduren en 20°C (proef 1)

ETHYLENEFFECT  $\times 100$

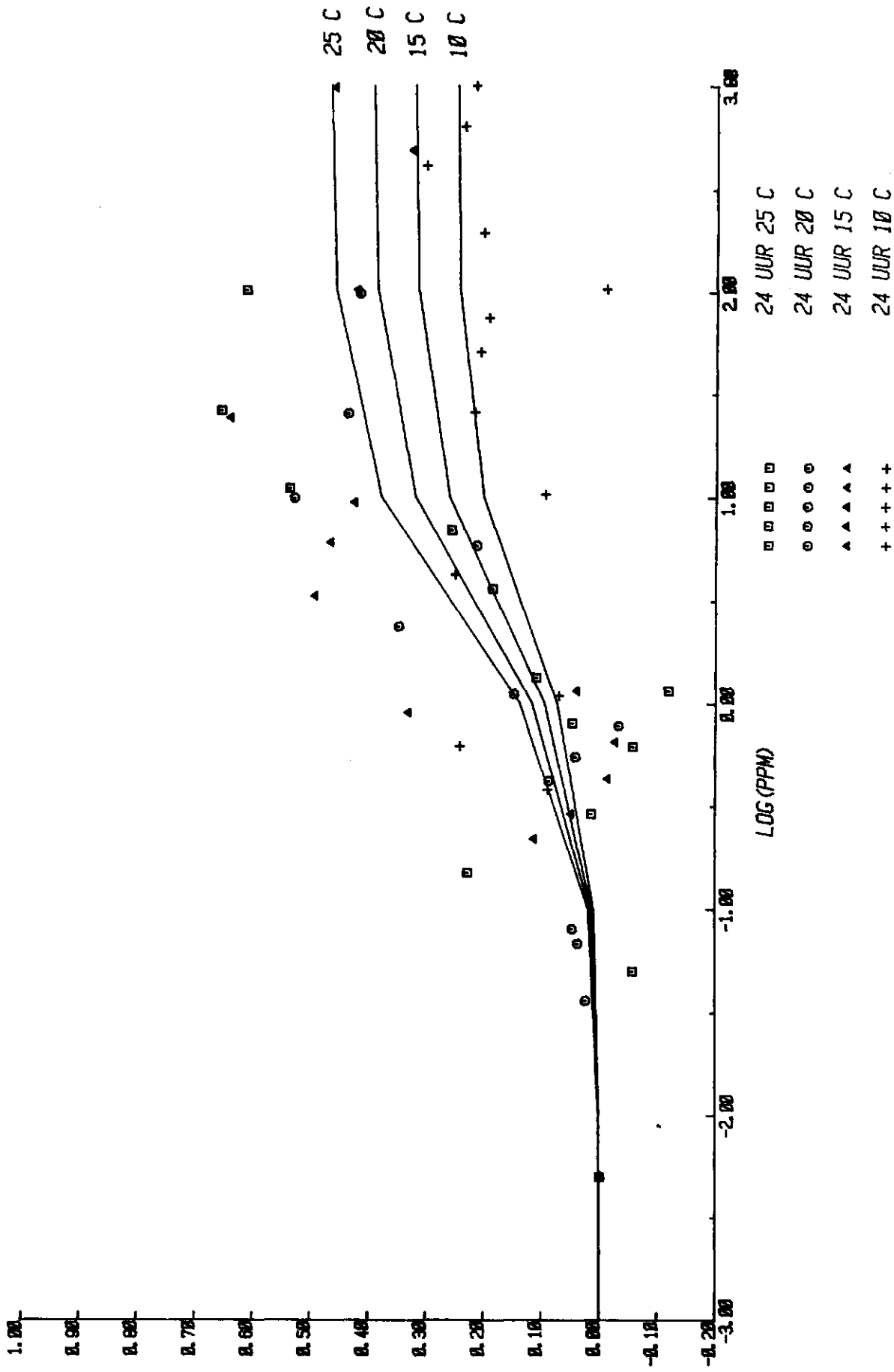


Grafiek 4. Ethyleeneffect (in % uitstallevenverkorting) als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingstemperaturen en 24 uur blootstelling (proef 2)



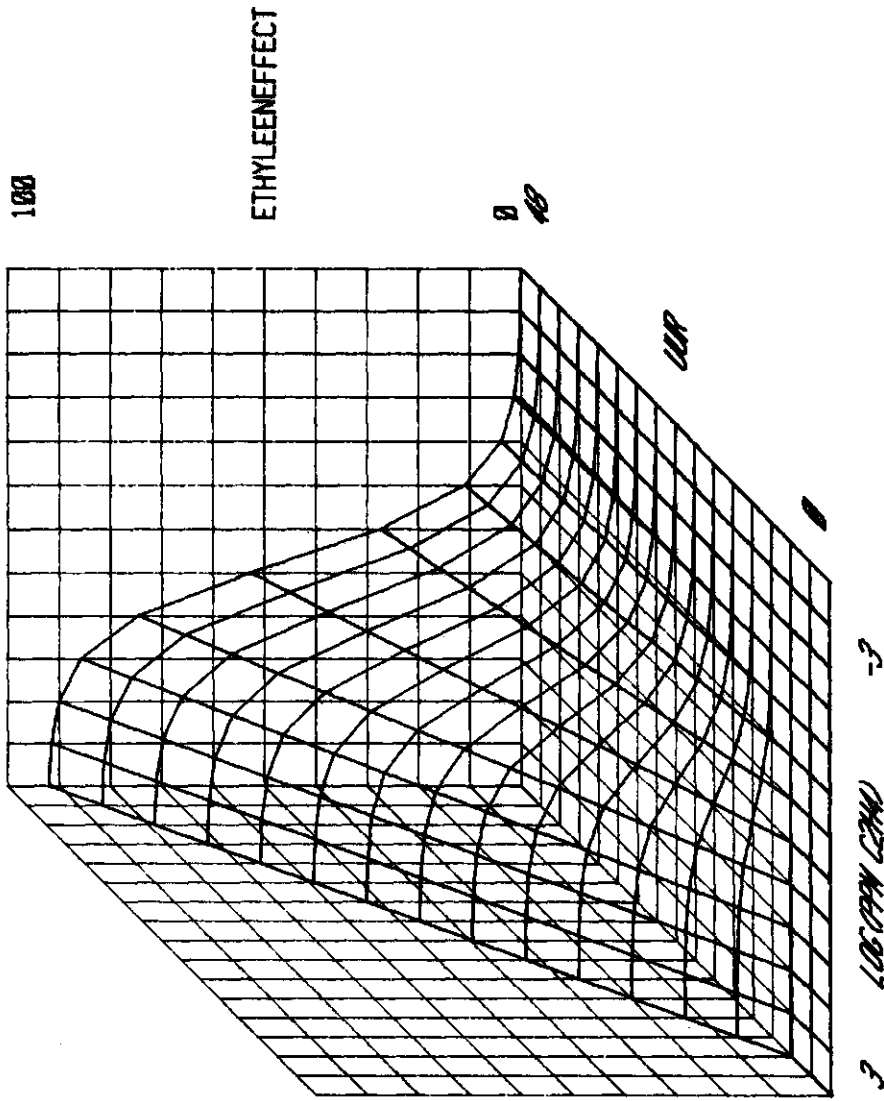
Grafiek 5. Waargenomen (punten) en berekend (lijnen) ethyleeneffect (in % uitstallevenverkorting) als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingsduren en 20°C (proef 1)

% UITSTALL. VERK. x100

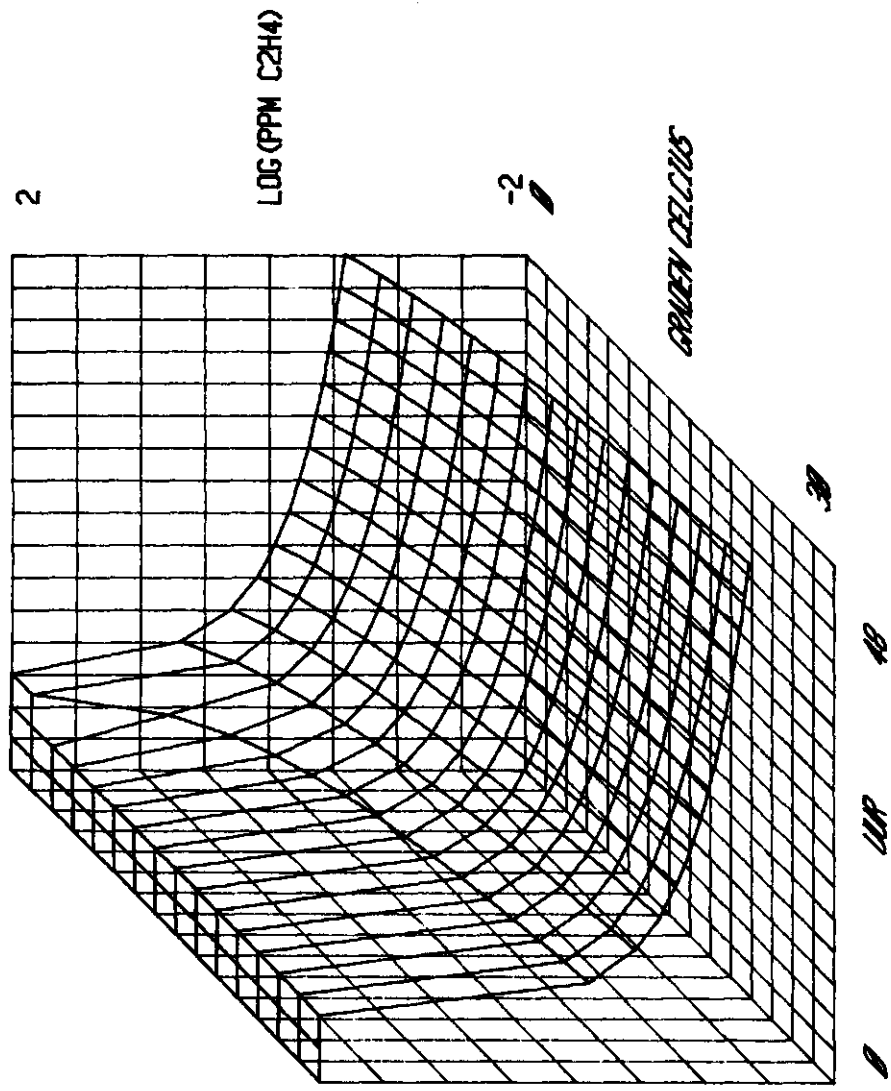


Grafiek 6. Waargenomen (punten) en berekend (lijnen) ethyleeneffect (in % uitstallevenverkorting) als functie van de log ethyleenconcentratie bij verschillende blootstellingstemperaturen en 24 uur blootstelling (proef 2)





Grafiek 7. Ethyleeneffect (in % uitstallevenverkorting) als functie van de log ethyleenconcentratie en blootstellingsduur bij een blootstellingstemperatuur van 20°C



### DREMPELWAARDEN KOMKOMMER

Grafiek 8. Drempelwaarden als functie van blootstellingsduur en blootstellingstemperatuur bij komkommer

## PPM UITSTALLEVEN

## PPM UITSTALLEVEN

## BIJLAGE 1

24 UUR 25 C		
0.005	21.0	
0.050	22.2	
0.150	16.2	
0.290	20.7	
0.620	22.2	
0.800	20.0	
1.150	23.5	
1.530	18.7	
3.610	17.1	
6.930	15.4	
11.000	9.7	
26.100	7.2	
100.800	8.1	
1115.800	10.4	

24 UUR 20 C		
0.005	21.5	
0.036	21.0	
0.068	20.7	
0.080	20.5	
0.420	19.6	
0.550	20.4	
0.780	22.2	
1.110	18.3	
2.360	14.0	
5.840	16.9	
9.840	10.1	
25.200	12.1	
97.800	12.5	
1002.200	10.8	

24 UUR 15 C		
0.005	22.3	
0.220	19.8	
0.290	21.2	
0.430	22.6	
0.650	22.9	
0.900	14.9	
1.150	21.4	
3.320	11.3	
6.030	11.9	
9.370	12.8	
24.040	8.0	
101.540	12.9	
489.500	15.0	
973.500	12.0	

24 UUR 10 C		
0.005	21.1	
0.380	19.2	
0.620	16.0	
1.090	19.6	
4.230	15.8	
10.330	19.1	
25.800	16.5	
50.600	16.7	
74.500	17.0	
103.400	21.3	
194.900	16.8	
413.100	15.7	
638.300	16.1	
999.600	16.5	

12 UUR 20 C		
0.001	19.6	
.	19.0	
0.033	21.3	
.	18.0	
0.116	20.0	
0.242	20.0	
0.465	20.7	
0.696	21.4	
0.929	18.1	
1.350	18.6	
2.230	22.4	
3.120	17.7	
5.880	18.7	
10.320	17.9	
24.580	19.4	
49.490	19.3	
98.020	17.9	
472.720	21.7	
1009.980	17.9	

24 UUR 20 C		
0.001	19.9	
0.020	17.1	
0.024	20.1	
0.049	20.1	
0.093	18.2	
0.244	17.8	
0.472	15.8	
0.699	16.8	
0.983	18.1	
1.430	17.6	
2.140	18.7	
3.150	15.4	
6.180	15.1	
9.630	12.6	
23.800	10.4	
47.070	14.4	
96.630	10.9	
545.040	13.9	
1005.180	18.2	

48 UUR 20 C		
0.001	19.5	
0.028	19.1	
0.032	19.2	
0.057	16.9	
0.084	16.4	
0.242	16.8	
0.484	15.5	
0.726	.	
0.940	15.6	
1.496	11.9	
1.961	13.2	
3.026	8.6	
5.910	8.4	
8.980	6.2	
25.770	3.7	
46.460	3.2	
93.690	2.0	
501.720	4.5	
997.140	2.3	

.missing