

SW
ij
7.54

ISBN: 379336

c9060+13450+
14440:13

Stamboek no. 4916

Rapport 54, februari 1972

FORCEERPROEVEN EN BIOCHEMISCH ONDERZOEK
MET HET RABARBERRAS TIMPERLEY EARLY
IN 1970/1971

Forcing trials and biochemical inves-
tigations with the rhubarb variety Tim-
perley Early in 1970/1971

proj.nr.:28-3-1(5)

J.E. Karsten, Dr.W.A. Wiebosch en N. van Kralingen

PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND IN NEDERLAND
ALKMAAR - HOEVERWEG 106 - POSTBUS 266 - TELEFOON 02200 - 11944

I N H O U D

1	INLEIDING EN DOEL	5
2	LITERATUURGEGEVENS	6
3	PROEFOPZET	7
4	WAARNEMINGEN	8
5	RESULTATEN	10
5.1	Kou	10
5.2	Opbrengst	10
5.3	Snelheid van produktie	11
5.4	Aantal stelen	13
5.5	Kwaliteit van het produkt	14
5.5.1	Percentage eerste soort	14
5.5.2	Veilbaar produkt	15
5.5.3	Gewicht van de stelen	16
5.5.4	Kleur van de stelen	17
6	BIOCHEMISCH ONDERZOEK	19
6.1	Inleiding	19
6.2	Bepalingsmethoden	19
6.2.1	Kleur van de stelen	19
6.2.2	Suikergehalte	20
6.2.3	Oxalaatgehalte	20
6.3	Resultaten	20
6.3.1	Kleurbepalingen	20
6.3.2	Suikerbepalingen	25
6.3.3	Verband tussen suikergehalte en extinctie	28
6.3.4	Oxalaatbepalingen	28
6.3.5	Zuurgraad van de stelen	32
7	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	33
	SUMMARY	34
	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	36

1 I N L E I D I N G E N D O E L

Het forceren van rabarber vindt in Nederland slechts op geringe schaal plaats. Jaarlijks wordt ongeveer 30 ha geforceerd, welke oppervlakte voornamelijk bestaat uit de cultivar (cv.) Goliath. Deze cultivar kan, zelfs met behulp van gibberellazuur (GA_3), pas vanaf begin december worden ingezet om met succes te worden geforceerd. Daardoor kan een forceerruimte maar voor één trek worden benut. Een grotere spreiding in de werkzaamheden en een langere aanvoerperiode van geforceerde rabarber zou deze teeltwijze zeker ten goede komen.

Om de geschiktheid van de Engelse cv. Timperley Early voor vroeg forceren te onderzoeken, zijn daarmee in het winterseizoen 1970/71 proeven genomen in de microplot forceerinstallatie van het PGV te Alkmaar. Het hoofddoel hiervan was na te gaan vanaf welk tijdstip (koudesom !) de knoprust van de pollens volledig kan worden opgeheven door toediening van GA_3 .

2 L I T E R A T U U R G E G E V E N S

Door het Proefstation Stockbridge House EHS (Experimental Horticulture Station) te Cawood in Engeland zijn verscheidene proeven genomen met Timperley Early (10). Uit de proefresultaten (4,5,15) kwam naar voren, dat het de vroegste cultivar is, die voor forceren in aanmerking komt. De pollen van deze cv. vertonen geen absolute rust (19), maar wel een semi - rust (15). Zonder voorafgaande kou-inwerking vormen ze bij forceren altijd wel enkele stelen, hetgeen echter totaal onvoldoende is voor een commerciële produktie (15, 19). De optimale koudesom die nodig is om de semi - rust volledig op te heffen, bedraagt 110 à 120 CCDD (Cumulative Cold Degree - Day units). Deze koudesom wordt berekend volgens de methode Loughton (9,13,19). Wanneer pollen nog niet voldoende kou hebben gehad, kan deze worden aangevuld door toediening van gibberellazuur (GA_3) (9,19). Timperley Early reageerde in de proeven van Stockbridge House EHS zeer gunstig op een toediening van GA_3 , wanneer de optimale koudesom nog niet was bereikt (6,15). De forceertemperatuur mag bij deze cv. niet al te hoog zijn, nl. 14 à 15°C (17), daar de rode kleur van de stelen ander vrij snel verbleekt. Na de eerste oogst laat men de temperatuur zelfs dalen tot 11 à 12°C om het bleek- worden van de stelen te voorkomen (10). De kwaliteit van de stelen is minder dan van latere cultivars (Goliath, Victoria). Dit is voornamelijk het gevolg van de geringere dikte van de stelen (10, 15).

3 P R O E F O P Z E T

Tweejarige pollen van cv. Timperley Early, die in november 1968 waren geplant door de heer Dane te Willemstad (N-Br.), zijn op 19 oktober 1970 gerooïd. De volgroeide bladeren waren afgestorven, maar er werden weer enkele jonge blaadjes gevormd. Het waren flinke grote pollen met een vrij groot aantal knoppen (neuzen) per pol. Na het rooien zijn deze pollen te Alkmaar buiten dicht tegen elkaar opgeslagen, waar ze tot het inzetten zijn blijven liggen.

Vanaf 21 oktober is er met tussenpozen van drie weken ingezet, resp. op 21 oktober, 11 november, 2 en 22 december. Elk object bestond uit 4 pollen. De kou, die de pollen tot het tijdstip van inzetten hebben ontvangen, is bepaald volgens de methode Loughton. Hierbij wordt bij een rabarberpol in het veld vanaf begin oktober dagelijks de minimum grondtemperatuur op 10 cm diepte waargenomen. De graden beneden 10°C worden als kou-eenheden aangemerkt. Door optelling van die dagelijkse eenheden wordt de koude-som (aantal CCDD) berekend, die de pollen hebben gehad. Het verloop van de koude-som te Alkmaar in de herfst van 1970 is weergegeven in figuur 1. Twee dagen na het inzetten werd aan de pollen, die bij 14°C dan iets zijn opgedroogd, gibberellazuur toegediend. Het GA_3 werd opgelost in ethanol 96% en daarna met water aangevuld tot de gewenste concentratie. Bij de eerste inzet werd 0, 20, 35 of 50 mg GA_3 per pol toegediend, bij de tweede 0, 10, 20 of 35, bij de derde 0, 5, 10 of 20 en bij de laatste inzet 0, 5, 10 of 15 mg GA_3 .

Van de GA_3 -oplossingen is twee keer 100 ml per pol toegediend met een tijdsinterval van ongeveer vier uur. Er werd zoveel mogelijk op het schoongemaakte deel van de pollen gespoten. Na de laatste bespuiting zijn de basins afgedekt met zwart plastic-folie. Twee dagen later is de ruimte tussen de pollen opgevauld met potgrond, die is ingespoeld met water. Gedurende de gehele trek was er een goede watervoorziening van de pollen.

4 W A A R N E M I N G E N

De pollen van deze cultivar verkeerden nauwelijks in rust. De buiten opgeslagen pollen vertoonden na enige tijd zelfs weer enige groei. Er werden fijne wortels en kleine bladeren gevormd. Deze gingen bij het schoonspuiten van de pollen echter weer verloren. Het viel daarbij op dat het wortelgestel van deze cv. zwakker is dan van Goliath. Het weefsel van de wortels werd bij een te hoge spuitdruk beschadigd. Daarom is de druk aangepast aan de zwakkere conditie van de wortels. De neuzen waren vrij hoog, waardoor ook bij het vervoer gemakkelijk beschadiging kan optreden.

Na het inzetten liepen de neuzen vrij snel uit. De eerstgevormde stelen groeiden schuin, maar de volgende groeiden normaal recht omhoog. Onafhankelijk van de inzetdatum konden reeds na 16 dagen de eerste stelen, die dieprood van kleur waren, worden geoogst. Na de eerste oogst is de begintemperatuur (14°C) verlaagd tot 11 à 12°C om de rode kleur beter te kunnen handhaven.

Er zijn diverse opbrengstwaarnemingen verricht. De produktie per pol is bepaald, opgesplitst in het percentage eerste soort en het totaal aan veilbaar produkt. De snelheid van produktie is uitgedrukt in het aantal dagen dat na de inzetdatum 75% van de totale opbrengst was geoogst. Van de verschillende sorteringen zijn per object het aantal geoogste stelen en het gemiddeld steelgewicht bepaald, om na te gaan in hoeverre de toediening van GA_3 hierop van invloed is. Naast deze waarnemingen zijn in het laboratorium biochemische bepalingen verricht over veranderingen in kleur, suiker- en oxalaatgehalte van de stelen. De gegevens van dit onderzoek zijn vermeld in hoofdstuk 6 van dit rapport.

CCDD

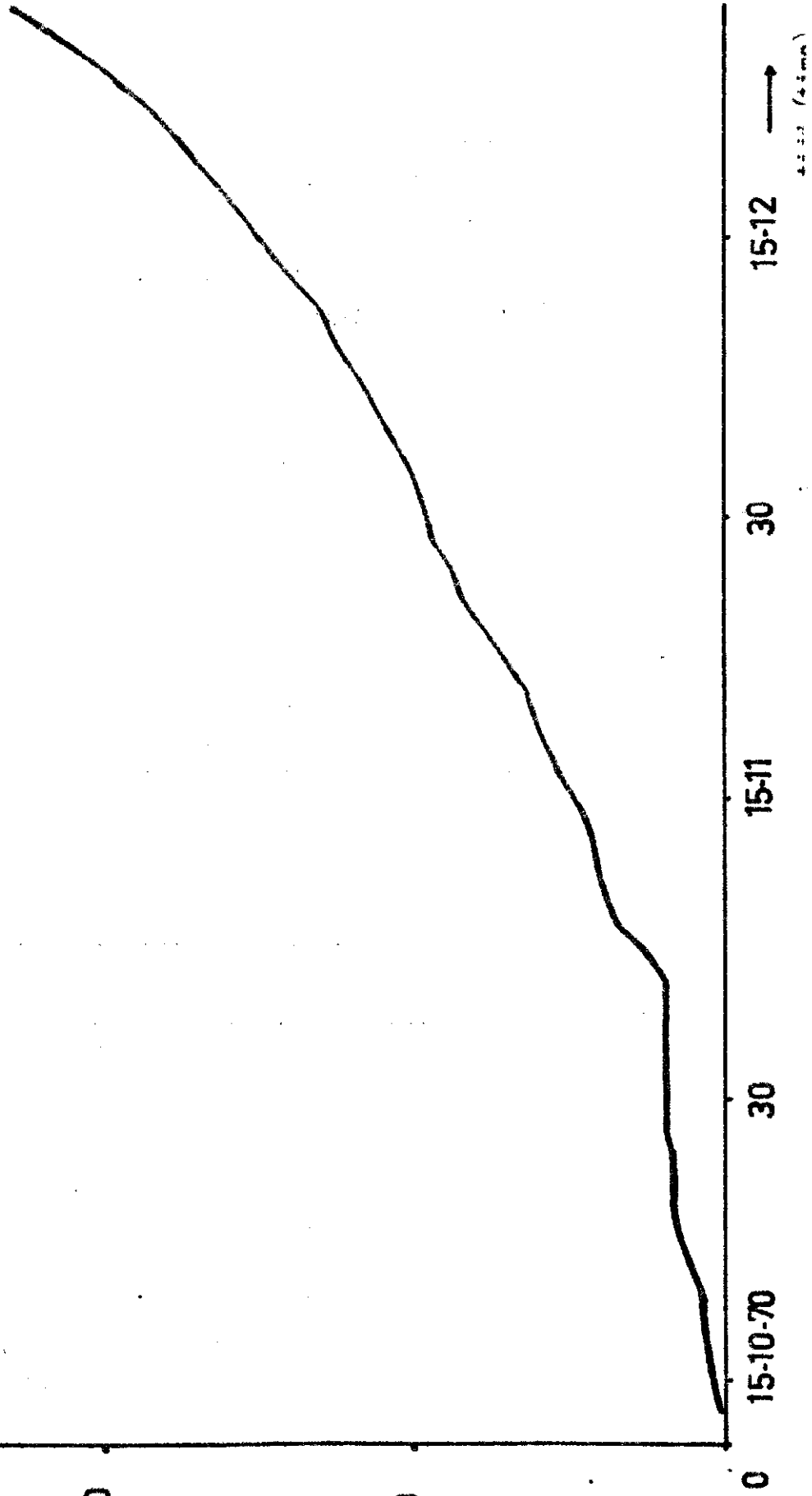
300

200

100

0

Figuur 1. Verloop van de koudesom te Alkmaar in 1970
Accumulated cold units CCDD at Alkmaar in 1970



5 R E S U L T A T E N

5.1 K o u

In tabel 1 zijn de koudesommen tot aan de verschillende inzetdata uitgedrukt in CCDD. Daaruit blijkt, dat er tot eind december maar weinig kou is geweest. De toename van de dagelijkse kou-eenheden verliep tot en met de tweede decade van november (\pm 20 november) bijzonder traag (figuur 1). Deze dagelijkse eenheden varieerden van 0 tot 7, doch het gemiddelde aantal per dag bedroeg vanaf 13 oktober tot 22 november slechts 1,6 CCDD. Bij de eerste twee inzetten was het gemiddelde aantal nog lager, nl. 1,3 CCDD per dag.

Het effect van deze kleine hoeveelheden kou kan niet als voldoende werkzaam worden beschouwd voor het volledig verbreken van de knoprust (18,19). Dit geldt met name voor de eenheden, die vóór 20 november zijn verkregen.

Tabel 1. Hoeveelheid kou die de pollen tot de verschillende inzetdata hebben gehad

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Gemiddeld aantal kou-eenheden per dag vanaf 13 oktober
21 oktober	10	1,3
11 november	40	1,3
2 december	115	2,2
22 december	235	3,2
Date of housing	Cold-units CCDD	Average number of cold-units per day from 13 October

Tabel 1. The quantity of cold at the different dates of housing

5.2 O p b r e n g s t

De opbrengsten van de verschillende inzetten zijn in tabel 2 weergegeven in kg per pol. Daaruit blijkt, dat de pollen van Timperley Early kou nodig hebben om met succes te worden geforceerd, als er geen GA₃ wordt toegediend. De opbrengsten, verkregen na 10 of 40 CCDD, voldeden niet aan de praktijknormen voor een goede opbrengst. Dit was wel het geval bij de grotere koudesommen. Als de hoeveelheid kou minder is dan 115 CCDD kan niet op een maximale opbrengst worden gerekend.

Tabel 2. Opbrengsten in kg per pol bij de verschillende inzetdata

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	0,67	-	-	-	2,61	2,36	2,67
11 november	40	1,06	-	2,86	-	2,98	3,43	-
2 december	115	2,75	2,83	3,23	-	3,16	-	-
22 december	235	2,98	2,85	2,88	3,31	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	Mg GA ₃ per crown						
		0	5	10	15	20	35	50

Table 2. Yields in kg per crown from the different dates of housing

Het toedienen van GA₃ heeft bij de eerste twee inzetten een zeer gunstig effect gehad. Bij de inzet van 21 oktober gaf 20 mg per pol een aanzienlijke opbrengstverhoging, maar de grotere hoeveelheden GA₃ gaven geen verdere verhoging meer. Ingezet op 11 november (40 CCDD) werd met 10 mg reeds een opbrengst van 2,86 kg per pol verkregen, tegenover slechts 1,06 kg van de onbehandelde pollen. Meer GA₃ gaf nog enige verdere opbrengstverhoging.

Bij de latere inzetten was het verschil met onbehandeld veel geringer of werd zelfs geen effect meer verkregen. Bij de inzet van 2 december gaven 5 of 10 mg nog enige opbrengstverhoging, resp. 3 en 17%, maar bij de laatste inzet niet meer. De knoprust van de pollen was met 115 CCDD al bijna geheel opgeheven. Bij de laatste inzet gaf 15 mg GA₃ enige opbrengstverhoging, maar bij die van 2 december gaf 20 mg geen verdere verhoging meer.

5.3 Snelheid van produktie

Er is nagegaan binnen hoeveel tijd na het inzetten de eerste stelen konden worden geoogst, alsmede de tijd die de totale oogstperiode in beslag nam. Deze gegevens staan vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Snelheid van produktie bij de verschillende inzetten

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Aantal dagen van inzetten tot eerste oogst	Oogstperiode in dagen	Forceerduur in dagen
21 oktober	10	16	45	61
11 november	40	16	38	54
2 december	115	16	38	54
22 december	235	16	31	47
Date of housing	Cold-units CCDD	Number of days from housing till first pick	Harvesting period in days	Forcing period in days

Table 3. Rate of production at the different dates of housing

Van alle objecten konden na 16 dagen de eerste stelen worden geoogst. De duur van de oogstperiode was verschillend, namelijk korter wanneer er later werd ingezet, c.q. naarmate de pollen meer kou hadden gehad. De totale forceerduur bedroeg bij de inzet van 21 oktober bijna 9 weken en bij die van 22 december minder dan 7 weken, hetgeen buitengewoon snel is. De snelheid van produktie is eveneens uitgedrukt in het aantal dagen vanaf inzetten tot de datum waarop 75% van de totale produktie was geoogst. Dit aantal is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Aantal dagen vanaf inzetten tot datum waarop 75% van de totale opbrengst was geoogst

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	40	-	-	-	42	40	44
11 november	40	43	-	41	-	40	40	-
2 december	115	45	43	43	-	40	-	-
22 december	235	38	37	36	36	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
		Mg GA ₃ per crown						

Table 4. Number of days after housing, in which 75% of the total yield could be harvested

De algemene tendens van de gegevens in tabel 4 is, dat de produktie aan stelen iets sneller verloopt, wanneer GA₃ is toegediend. Zonder GA₃ neemt

de snelheid van produktie tot en met de inzet van 2 december zelfs iets af, maar daarna neemt ze duidelijk toe. Wanneer de opbrengsten per pol worden gedeeld door het aantal oogstdagen, verkrijgen we de produktie in grammen per dag (zie tabel 5).

Tabel 5. Produktie in grammen per pol per dag (totale opbrengst gedeeld door oogstduur)

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	14,9	-	-	-	58,0	52,4	59,3
11 november	40	27,9	-	75,3	-	78,4	90,3	
2 december	115	72,4	74,5	85,0	-	83,2	-	
22 december	235	96,1	91,9	92,9	106,8	-	-	
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
		Mg GA ₃ per crown						

Table 5. Cropproduction in grams per crown per day (total yields divided by duration of harvest period)

Uit tabel 5 blijkt dat bij de latere inzetten de produktie per dag veel hoger ligt dan bij de vroegere. Ook dat invloed van GA₃ op de produktiesnelheid komt in deze tabel duidelijk tot uiting. Uitgezonderd bij de inzet van 22 december werd door alle GA₃-doseringen de produktie per dag behoorlijk verhoogd. Wanneer de pollen meer dan hun optimale hoeveelheid kou hebben gehad (inzet 22 december) is dat effect vrijwel afwezig.

5.4 A n a t a l s t e l e n

Van alle objecten zijn alle geoogste stelen geteld. Het gemiddelde aantal per pol staat vermeld in tabel 6. Dit aantal varieerde van 24 tot 79 stuks. Het effect van de GA₃-toediening op het aantal stelen was niet voor alle inzetten gelijk.

Tabel 6. Gemiddeld aantal geoogste stelen per pol

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	24	-	-	-	67	62	53
11 november	40	36	-	76	-	70	79	-
2 december	115	52	60	61	-	64	-	-
22 december	235	63	55	60	64	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	Mg GA ₃ per crown						
		0	5	10	15	20	35	50

Table 6. Average number of harvested sticks per crown

Bij de eerste inzet nam het aantal stelen af bij de hogere doseringen, maar bij de latere inzetten was het aantal groter naarmate meer GA₃ was toege- diend. Of een hogere dosering in deze gevallen ook een daling van het aan- tal stelen veroorzaakt, kon in deze proef niet worden onderzocht.

Van de onbehandelde objecten nam het aantal stelen duidelijk toe (van 24 tot 63 stuks) naarmate er later was ingezet.

5.5 KWALITEIT VAN HET PRODUCT

5.5.1 Percentage eerste soort

Timperley Early geeft dunnere stelen dan de late cv. Goliath. De kwaliteit van de knoppen (neuzen) van de aangekochte pollen was niet al te best. Deze tweejarige pollen hadden veel knoppen, die te klein waren om stelen van vol- doende grootte te produceren. Als gevolg daarvan konden weinig eerste soort stelen per pol worden geoogst. Voor de kwaliteitsbepaling zijn de normale sorteringseisen voor eerste soort aangehouden, te weten stelen langer dan 30 cm met een diameter van meer dan 1,5 cm. Het gewichtspercentage van deze stelen is vermeld in tabel 7.

Tabel 7. Percentage eerste soort stelen

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	7,3	-	-	-	48,6	49,4	54,0
11 november	40	4,3	-	50,7	-	48,2	52,0	-
2 december	115	52,2	51,1	54,1	-	53,7	-	-
22 december	235	48,4	58,2	53,5	59,2	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
Mg GA ₃ per crown								

Tabel 7. Percentage sticks of first grading

Zonder GA₃ was bij de eerste en tweede inzet (lage opbrengsten!) het percentage eerste soort zeer gering. Met GA₃ bedroeg het rond 50% en vertoonde weinig invloed van stijgende hoeveelheid GA₃. Drie weken later (2 dec.) hadden de onbehandelde pollen al vrijwel het niveau van de meeste GA₃ objecten bereikt. Toedienen van GA₃ had er vrijwel geen invloed meer op. Bij de laatste inzet was er weer sprake van enige verhoging van het percentage eerste soort.

5.5.2 Veilbaar produkt

Onder veilig product wordt verstaan alle stelen, die in aanmerking komen voor afzet. Hiertoe rekenden we de eerste en tweede soort stelen, d.w.z. alle stelen langer dan 30 cm en met een diameter groter dan 1 cm. Het gewicht en het percentage aan veilig product dat de onbehandelde pollen opleverden, nam toe naarmate ze meer kou hadden gehad (zie tabel 8). Het percentage van de laatste twee inzetten verschilde vrijwel niet meer.

Tabel 8. Percentage veilig product

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	59,9	-	-	-	85,4	84,5	87,2
11 november	40	73,2	-	86,0	-	86,2	87,6	-
2 december	115	90,5	86,7	89,0	-	90,0	-	-
22 december	235	87,7	88,4	85,7	87,8	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
Mg GA ₃ per crown								

Table 8. Percentage of marketable sticks (1st and 2nd grading)

In de gevallen dat de onbehandelde pollen onvoldoende opbrengst gaven (zie ook tabel 2) is door het toedienen van GA_3 het percentage aan veilbaar produkt verlaagd tot het peil van de hoogste produkties. Daardoor was uiteraard bij de eerste inzet het effect het grootst. Vanaf 2 december was er geen effect meer. Het percentage veilbaar produkt schommelde bij deze inzetten rond 88% van de totale gewichtsofbrengst.

Ondanks het feit dat deze pollen van Timperley Early veel dunne stelen produceerden, kwam het percentage aan veilbaar produkt bij de objecten met een goede opbrengst nog op een vrij redelijk niveau. Ongeveer 60% van het gewicht aan veilbaar produkt bestond uit eerste soort stelen. In verhouding tot late(re) cv's was het percentage stek (uitval) tamelijk groot nl. 10% of meer. Dit was het gevolg van te dunne stelen, afkomstig van de kleine neuzen en van een te bleke kleur van de stelen tegen het einde van de oogst (zie hoofdstuk 5.4).

5.5.3 Gewicht van de stelen

In de tabellen 9, 10 en 11 is het gemiddeld steelgewicht vermeld van alle per object geoogste stelen, van het totaal aan veilbaar produkt en van de eerste soort. Over het algemeen nam bij al deze indelingen het gewicht toe met het later inzetten van de pollen. De toename van het gemiddeld steelgewicht was het grootst bij de objecten zonder GA_3 . Zodra de optimale koudesom van deze cultivar (115 CCDD) was bereikt, was er geen verder effect meer van de kou of van GA_3 . Zolang dat niet het geval was, nam door toediening van GA_3 het gemiddeld gewicht toe. De hoeveelheid maakte hierop weinig uit, daar met de laagste hoeveelheid per inzet praktisch al het grootste effect daarbij werd bereikt. Bij sterke overschrijding van de optimale koudesom (23 dec.) is er bij het veilbaar produkt de tendens, dat door toediening van GA_3 , het gemiddeld steelgewicht weer iets verbeterde. Bij de eerste soort stelen was deze tendens niet aanwezig. Het gemiddeld steelgewicht van het veilbaar produkt bedroeg bij een goede opbrengst 50 gram of hoger. Bij de eerste soort bedroeg dit bij dezelfde norm 80 gram of meer.

Tabel 9. Gemiddeld gewicht in grammen van alle geoogste stelen per object

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	28,0	-	-	-	39,0	38,1	42,2
11 november	40	29,9	-	44,8	-	42,9	43,6	-
2 december	115	52,8	47,4	52,7	-	49,2	-	-
22 december	235	47,3	51,7	48,1	52,0	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
		Mg GA ₃ per crown						

Table 9. Average weight in grams of all the sticks harvested from a plot

Tabel 10. Gemiddeld steelgewicht van veilbaar produkt in grammen

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	38,5	-	-	-	51,5	50,5	53,0
11 november	40	37,6	-	57,4	-	52,4	55,2	-
2 december	115	64,2	59,0	64,1	-	60,2	-	-
22 december	235	58,4	63,6	61,0	65,9	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
		Mg GA ₃ per crown						

Table 10. Average weight in grams of the marketable sticks

Tabel 11. Gemiddeld steelgewicht 1^e soort in grammen

Inzetdatum	Hoeveelheid kou CCDD	Mg GA ₃ per pol						
		0	5	10	15	20	35	50
21 oktober	10	65,0	-	-	-	79,7	79,0	71,1
11 november	40	52,1	-	84,1	-	77,7	81,0	-
2 december	115	95,7	89,0	94,9	-	88,1	-	-
22 december	235	96,2	88,7	92,7	98,0	-	-	-
Date of housing	Cold-units CCDD	0	5	10	15	20	35	50
		Mg GA ₃ per crown						

Table 11. Average weight in grams of the 1st grading sticks

5.5.4 Kleur van de stelen

Timperley Early geeft in het begin van de oogstperiode mooie dieprode stelen.

Tijdens het verloop van de trek neemt de rode kleur van de stelen af. Op het einde van de oogstperiode van de verschillende inzetten moesten goede stelen wegens te bleke kleur worden gekwalificeerd als stek. Naarmate de produktie en/of de snelheid van produktie groter was, nam de kleur sneller af. De stelen van de objecten zonder GA₃ van de eerste inzetten behielden goed hun rode kleur tot aan het einde van de trek. Bij de latere inzetten nam ook bij die objecten de kleur af, maar de produktie en de snelheid van produktie groter waren. Toch verliep de verbleking minder snel dan bij de GA₃-objecten, die duidelijk het snelst verbleekten (zie ook hfst 6.3.1).

Dit euvel kan wel wat worden tegengegaan, door een niet te hoge forceertemperatuur aan te houden en deze na de eerste oogst nog enkele graden te laten dalen. De verlaging van de temperatuur van 14°C tot 11 à 12°C was niet voldoende om tot aan het einde van de oogstperiode een goede kleur te kunnen handhaven. In het volgende hoofdstuk wordt nader op het kleursverloop ingegaan aan de hand van biochemisch onderzoek.

6. BIOCHEMISCH ONDERZOEK

6.1 Inleiding

De rode kleur van de stelen wordt veroorzaakt door anthocyaninen, die in het celsap zijn opgelost. De anthocyaninen bestaan uit vrije kleurstoffen, anthocyanidinen geheten, waaraan 1 of 2 moleculen van een monosaccharide zijn gekoppeld (7). Aangezien anthocyaninen suikers bevatten, ligt het voor de hand te veronderstellen dat een vermindering van de rode kleur gepaard zal gaan met een afname van de suikerconcentratie.

Om enig inzicht te verkrijgen in oorzaken van de verandering van de kleur zijn tijdens de forceerproeven met Timperley Early in 1970/71 bepalingen verricht van de kleur van het uitgeperste sap van de stelen. Het anthocyaangehalte is bepaald door middel van een kleurintensiteitsmeting. In het moes van fijngemaakte stelen is het gehalte aan suiker en aan oxalaat bepaald alsmede de zuurgraad. Zowel het gehalte aan oxalaat als de zuurgraad behoren tot de typische eigenschappen van dit produkt.

6.2 Bepalingmethoden

Van verschillende inzetten is van elk object vanaf de eerste oogst iedere week een mengmonster van ca. 1000 gram van de eerste en tweede soort stelen genomen. Daartoe werden de stelen in volgorde van kleur gerangschikt. Van het deel dat het meest representatief was voor de kleur van het object, is het monster genomen. Op deze wijze waren de monsters een goede weergave van de kleur van het produkt op de verschillende oogsttijdstippen.

De monsters zijn als volgt bewerkt: De stelen zijn ontdaan van de bladschijf en van het ondereinde en vervolgens in stukken van ongeveer 2 cm gesneden. Dit gesneden materiaal is met een mixer (Electrostar, type Starmix) tot moes vermalen.

6.2.1 Kleur van de stelen

Voor de kleurbepaling (antocyaan) is het gehomogeniseerde moes uitgeperst door kaasdoek. Het sap is daarna 10 minuten gecentrifugeerd bij 3000 toeren per minuut in een Hettich-Rotosilinta centrifuge. Na het centrifugeren is aan 25 ml van de bovenstaande heldere oplossing 5 ml fosforwolframaat reagens toegevoegd voor het neerslaan van de eiwitten. Na volledige coagulatie van de eiwitten is er opnieuw 20 minuten gecentrifugeerd bij 3000 toeren.

Zoals in hfst 5.5.4 is vermeld, hadden de stelen van Timberley Early bij

6.3.1 Kleurbepalingen

6.3.1.1 Oxalaat

Het totale oxalaatgehalte is bepaald volgens de methode BAKER (3). Voor deze bepaling is 60 gram van de tot moes vormalen stelen verdund met 100 ml gedestilleerd water. Op elke 10 delen rabarbersap zijn 2 delen verdund HCl toegevoegd. Tevens werden er 2 à 3 druppels caprylalcohol bijgedaan. Deze suspensie werd gedurende 15 minuten gekookt. Na afkoelen is de suspensie in een 500 ml maatkolf aangevuld met gemineraliseerd water. Na een nacht overstaan is er afgefiltreerd. In het filtraat is het oxalaat-gehalte bepaald, dat wil zeggen het totale gehalte aan oxalaat dat in de stelen voorkwam, dus zowel het vrije als het gebonden oxalaat.

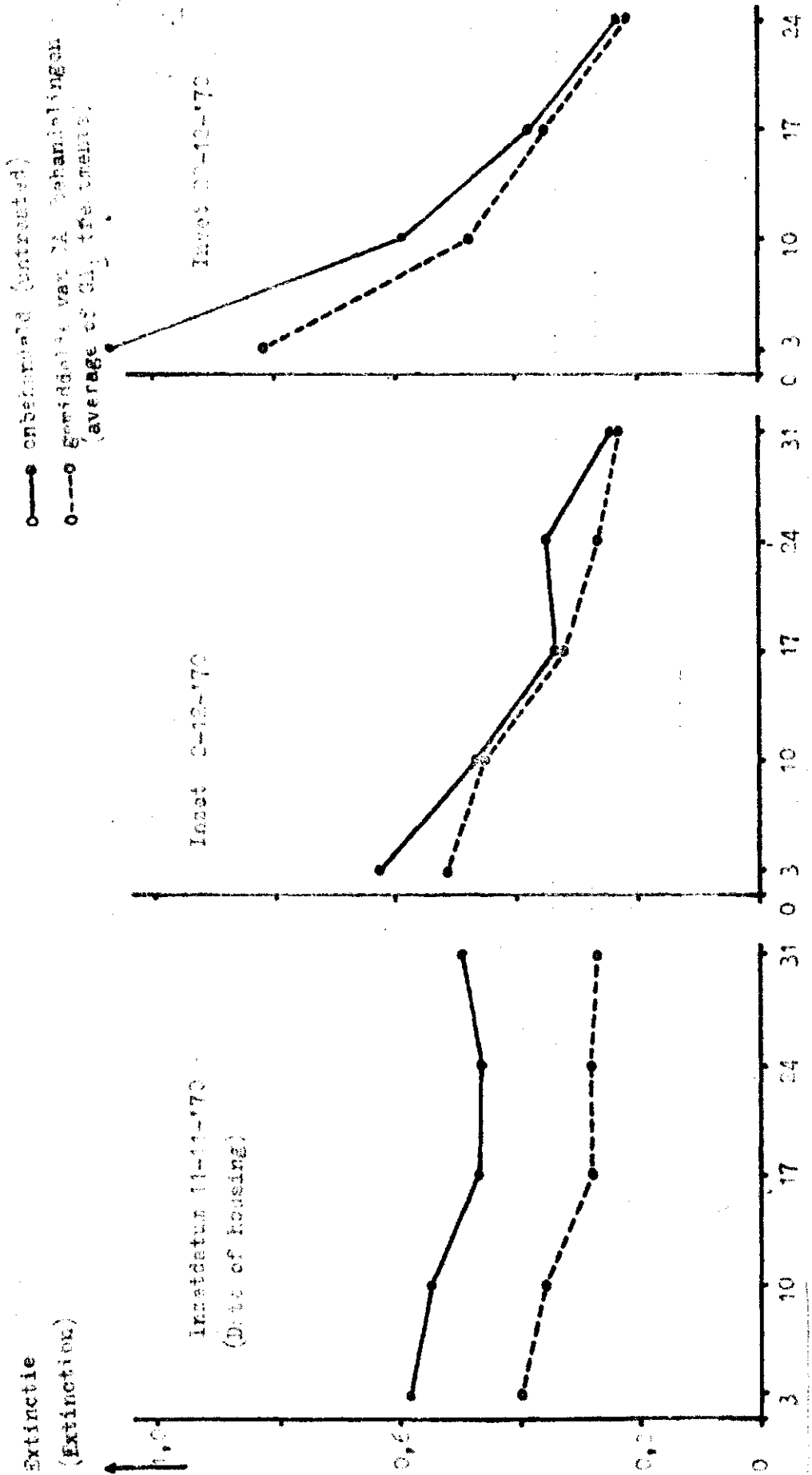
6.2.3 Oxalaatgehalte

Voor de suikerbepaling is het tot moes vormalen monster gedurende 15 minuten in een waterbad verhit tot 70°C. Na afkoeling is 100 ml van het moes aangevuld met gedestilleerd water tot 250 ml. Dit mengsel is na homogeniseren afgefiltreerd. In het filtraat is het totale suikergehalte bepaald volgens de methode van LUFF-SCH OORL (13) en uitgedrukt in gewichtsprocenten van het produkt (grammen per 100 gram stelen).

6.2.2 Suikergehalte

Van de aldus verkregen heldere oplossing is met een colorimeter (Vitatron) bij een golflengte van 554 nm (namometer) de extinctie gemeten. Volgens de wet van LAMBERT-BEER is de extinctie van een oplossing een maat voor de concentratie van de licht absorberende stof in de oplossing (anthocyaan) bij een bepaalde golflengte. Met de colorimeter wordt het percentage doorlaten licht gemeten, wat het percentage transmissie wordt genoemd. Hoe roder de kleur van de stelen, des te lager is de transmissie. De kleur wordt nu uitgedrukt in het percentage transmissie, dat afgelezen wordt op een lineaire schaalverdeling. Dit percentage wordt gedeeld door 100 en van deze uitkomst wordt de logaritme bepaald. Het bedrag dat op deze wijze is verkregen, wordt de extinctie genoemd, die als maatstal wordt gebruikt voor de kleurintensiteit. Een hogere extinctiewaarde duidt dus op een dieper rode kleur.

Figuur 2. Verloop van de extinctie (kleur) tijdens de oogstperiode
 (Slope of the extinction (colour) during harvest period)



Tabel 12. Extinctiewaarden van het sap van stelen van cv. Timperley Early op verschillende tijdstippen tijdens de oogstperiode

Inzetdatum	11-11-70						2-12-70						22-12-70								
	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3
GA_3 in mg per pol	aantal dagen na het begin van de oogst																				
0	0,58	0,55	0,46	0,46	0,49	0,62	0,46	0,33	0,35	0,24	1,07	0,59	0,38	0,23							
5	-	-	-	-	-	0,52	0,44	0,29	0,26	-	0,82	0,47	0,34	0,22							
10	0,26	0,32	0,29	0,21	0,25	0,54	0,47	0,37	0,26	0,22	0,86	0,52	0,36	0,24							
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	0,44	0,46	0,21							
20	0,38	0,36	0,25	0,24	0,26	0,48	0,46	0,30	0,28	0,25	-	-	-	-							
35	0,41	0,38	0,29	0,28	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Gemiddeld (Average)	0,41	0,40	0,32	0,30	0,32	0,54	0,46	0,32	0,29	0,24	0,88	0,51	0,38	0,22							
GA_3 in mg per crown	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3	10	17	24							
Date of housing	11-11-70						2-12-70						22-12-70								
	number of days from the start of the harvest																				

Table 12. Extinction (colour) of the juice of the petioles of the variety Timperley Early at several points of time during the harvest period

de eerste oogsten een dieprode kleur. Met het verloop van de oogstperiode werd die kleur lichter, soms zodanig dat op het einde van de trek, stelen wegens een te bleke kleur moesten worden gekwalificeerd als stek.

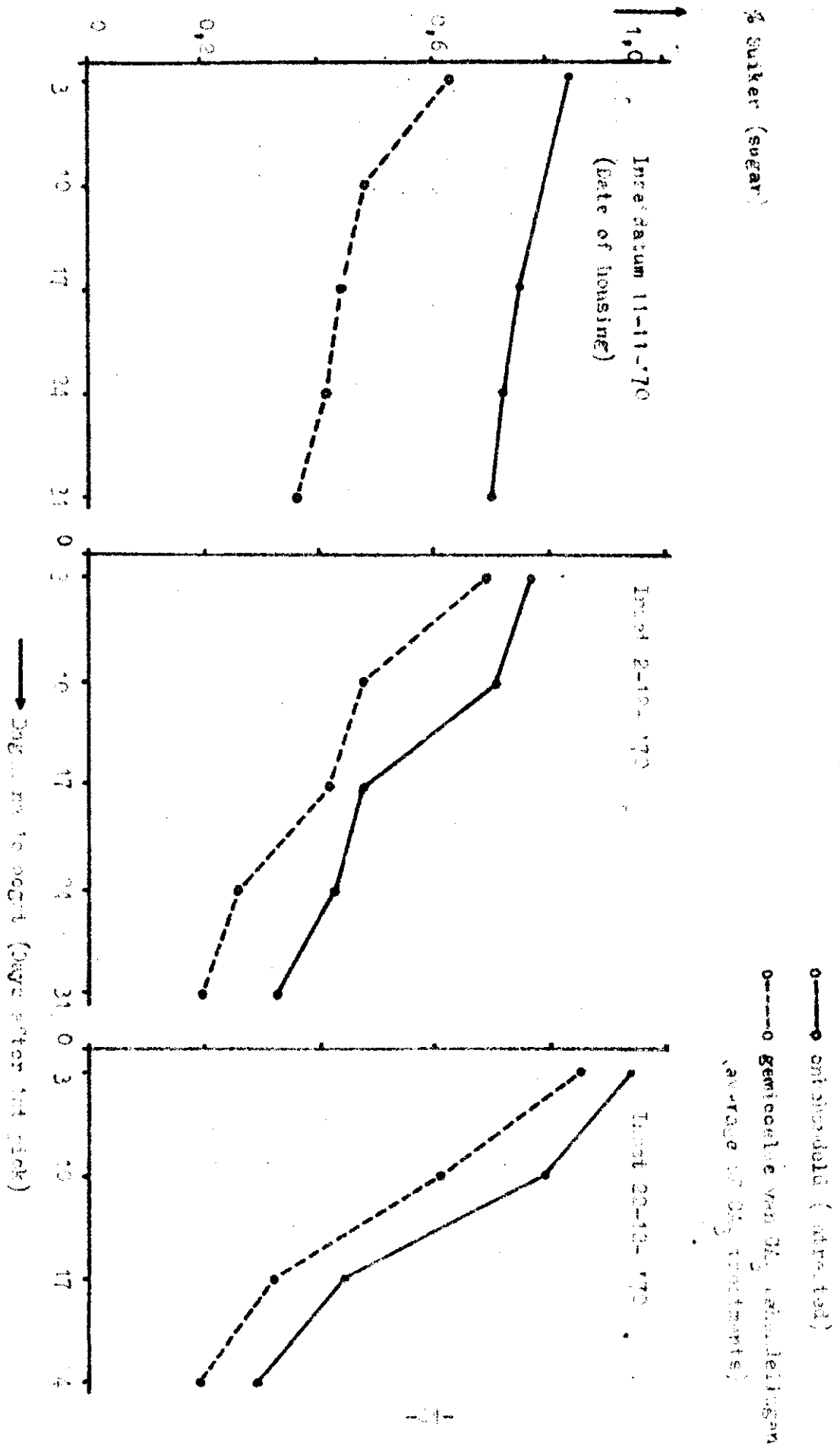
De extinctiewaarden die zijn verkregen op de verschillende bepalingstijdstippen bij de trekken van 11 november, 2 en 22 december, zijn vermeld in tabel 12. In figuur 2 is per inzetdatum het verloop van de extinctie tijdens de oogstperiode weergegeven van het object zonder GA_3 en het gemiddelde verloop van de behandelde objecten. Hiervan verschilden de extinctiewaarden per waarneming meestal zo weinig dat het verloop daarvan beter door één lijn kon worden weergegeven.

Uit figuur 2 blijkt, dat van de objecten zonder GA_3 de extinctie gedurende de gehele oogstperiode of het grootste deel daarvan, hoger was dan van de behandelde. Bij de inzet van 11 november was dat verschil veel groter dan bij de latere inzetten. Van deze inzet gaf onbehandeld een veel lagere opbrengst dan de behandelde objecten (zie tabel 2, blz 11). Bij die andere inzetten was er slechts weinig verschil in opbrengst tussen onbehandeld en de behandelde objecten.

In tabel 12 is ook de gemiddelde extinctiewaarde per bepalingstijdstip vermeld. Deze waarden zijn uitgezet in figuur 4 A (blz 24) en is er per forceerdatum een vloeiende lijn door die punten getrokken. Uit die figuur blijkt, dat de stelen aan het begin van de oogstperiode een dieperrode kleur hadden dan op een later tijdstip van de trek. In het begin waren ze bovendien donkerder rood naarmate de pollen later waren ingezet (meer kou!). Daar staat echter tegenover, dat de kleur sneller afnam en de stelen op het einde van de oogst bleker waren, naarmate de inzet later was geweest. De kleurbepalingen zijn niet langer voortgezet dan tot 31 dagen na het begin van de oogst, omdat daarna van de meeste objecten de stelen te bleek waren geworden. Bij de inzet van 22 december was dat reeds eerder het geval en daarom zijn na 31 dagen geen extinctiewaarden meer bepaald (tabel 12).

Op grond van de visuele waardering van de kleur als kwaliteitseigenschap van de stelen, kan uit de resultaten van het extinctie-onderzoek worden geconcludeerd, dat voor een kwaliteitsprodukt de extinctiewaarde 0,2 of hoger moet zijn. Hiermee is een concrete maatstaf verkregen voor de grens, waar beneden stelen wegens te bleke kleur als stek moeten worden gekwalificeerd.

Figure 3. Verloop van het suikergehalte tijdens de oogstperiodes
 (Slope of the sugar content during harvest periods)



6.3.2 Suikerbepalingen

Het totale suikergehalte van de stelen op de verschillende bepalingstijdstippen is vermeld in tabel 13. In figuur 3 is het verloop van het suikergehalte op dezelfde wijze weergegeven als de extinctiewaarden in figuur 2. Opvallend is de grote overeenkomst van deze twee figuren. Dit geldt ten aanzien van het verschil in suikergehalte tussen de inzetten van december enerzijds en de inzet van 11 november anderzijds, evenals met betrekking tot het verschil in de mate waarin het gehalte daalt met het vorderen van de trek bij de verschillende inzetten.

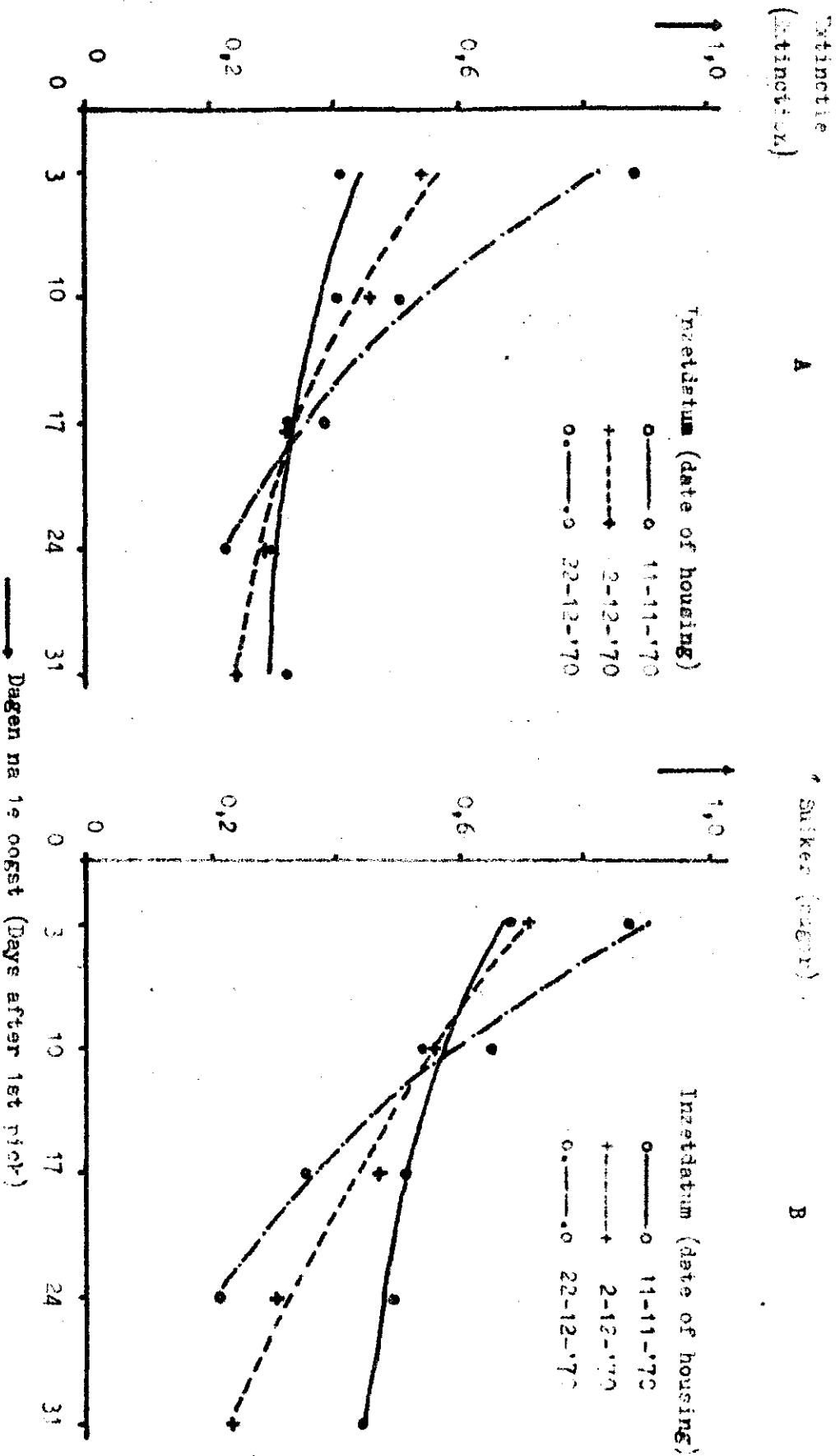
Het suikergehalte van de stelen van het onbehandelde object was bij alle inzetten hoger dan van de behandelde. Evenals bij de extinctiewaarden was het verschil het grootst bij de inzet van 11 november.

In figuur 4B zijn op dezelfde wijze als in figuur 4A per inzet lijnen getrokken door de punten van het gemiddeld suikergehalte op de verschillende bepalingstijdstippen. Deze gemiddelden zijn ook vermeld in tabel 13. In figuur 4 komt de overeenkomst tussen het verloop van de kleur en dat van het suikergehalte sterk tot uiting.

Bij elke inzet was het suikergehalte het hoogst aan het begin van de oogstperiode en bovendien hoger naarmate er later was ingezet. Dit laatste wijst op een verhoogde mobiliseerbaarheid van suikers in het begin van de trek, onder invloed van het tijdstip van inzetten. Daarentegen daalde het gehalte aan suikers sterker en tot een lagere waarde, naarmate de inzet later was. Deze snellere daling van het gehalte is te verklaren door het feit, dat de produktie bij de latere inzetten sneller verloopt (zie hfst 5.3). De stelen worden in een kortere tijd geproduceerd. Daardoor zal de beschikbare voorraad suikers in de wortels sneller worden uitgeput. Zowel het snellere verbruik voor de produktie als de snelheid, waarmee suikers in de wortels kunnen worden gemobiliseerd, zijn daarop van invloed.

De aanvangsgehalten aan suiker van de inzetten van 11 november en 2 december verschilden minder met dat van de laatste inzet, dan de aanvangswaarden van de extinctie. Bij vergelijking van figuur 4A met 4B valt dan ook als voornaamste verschil op, dat de lijnen van de suikergehalte elkaar ruim een week eerder snijden dan die van de extinctiewaarden.

Figuur 4. Verloop van de extinctie (Kleur) en het suikergehalte per liter (Gemiddelde van alle objecten)
 Course of the extinction (colour) and sugar content per litre (average of all plots)



Tabel 13. Suikergehalte in stelen van cv. Timperley Early in percentage van het vers gewicht op verschillende tijdstippen tijdens de oogstperiode

Inzetdatum	11-11-70						2-12-70						22-12-70					
	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3	10	17	24	3	10	17	24
GA ₃ in mg per pol	Aantal dagen na het begin van de oogst																	
0	0,84	0,71	0,75	0,72	0,70	0,77	0,71	0,48	0,43	0,33	0,94	0,79	0,44	0,29	0,94	0,79	0,44	0,29
5	-	-	-	-	-	0,63	0,49	0,46	0,30	0,18	0,84	0,71	0,26	0,22	0,84	0,71	0,26	0,22
10	0,68	0,53	0,46	0,46	0,40	0,76	0,55	0,57	0,35	0,21	0,77	0,49	0,32	0,21	0,77	0,49	0,32	0,21
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	0,62	0,38	0,14	0,93	0,62	0,38	0,14
20	0,68	0,54	0,39	0,42	0,35	0,68	0,39	0,38	0,13	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
35	0,52	0,38	0,46	0,35	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gemiddeld (Average)	0,68	0,54	0,51	0,49	0,44	0,71	0,55	0,47	0,30	0,23	0,87	0,65	0,35	0,21	0,87	0,65	0,35	0,21
GA ₃ in mg per crown	3	10	17	24	31	3	10	17	24	31	3	10	17	24	3	10	17	24
Number of days from the start of the harvest																		
Date of housing	11-11-70						2-12-70						22-12-70					

Table 13. Percentage of sugar in petioles of Timperley Early at several points of time during the harvest period

6.3.3 Verband tussen suikergehalte en extinctie

Van de verschillende inzetten is nagegaan in hoeverre er een correlatie is tussen het percentage suiker en de extinctie (kleur). Het resultaat van de wiskundige analyses is opgenomen in tabel 14, alsmede afgebeeld in figuur 5. Uit deze gegevens blijkt, dat er een duidelijk lineair verband bestaat tussen het suikergehalte en de extinctie. Naarmate het suikergehalte hoger is, is de kleur van de stelen dieper rood. (hogere extinctiewaarde). Bovendien was bij eenzelfde percentage suiker de extinctie hoger, naarmate er later met forceren was begonnen. Dat verschil verminderde met de afname van het suikergehalte. Bij de laatste inzet verliep die afname sneller dan bij de twee vroegere inzetten, m.a.w. bij eenzelfde daling van het suikergehalte verbleekten de stelen van de laatste inzet sneller dan bij de beide andere inzetten. Uit de correlatiecoëfficiënten (r) blijkt, dat de afwijking van de waarnemingsuitkomsten ten opzichte van het rechtlijnige verband kleiner is naarmate er later was ingezet.

Tabel 14. Correlatie- en richtingscoëfficiënt van het verband tussen extinctie (kleur) en totale percentage suiker bij drie inzetdata

Inzetdatum	r	b ¹⁾
11 november 1970	0,784	0,535
2 december 1970	0,876	0,550
22 december 1970	0,902	0,751
Date of housing	r	b

Table 14. Correlation and regression coefficient of the relation between the extinction (colour) and the total percentage of sugar at three dates of housing

1) $Y = a + bX$

Waarin $Y =$ extinctie in percentage transmissie
(In which) (extinction in percentage of transmission)

$X =$ totaal percentage suiker in gewichtsprocenten
(total percentage of sugar in percentages of the weight)

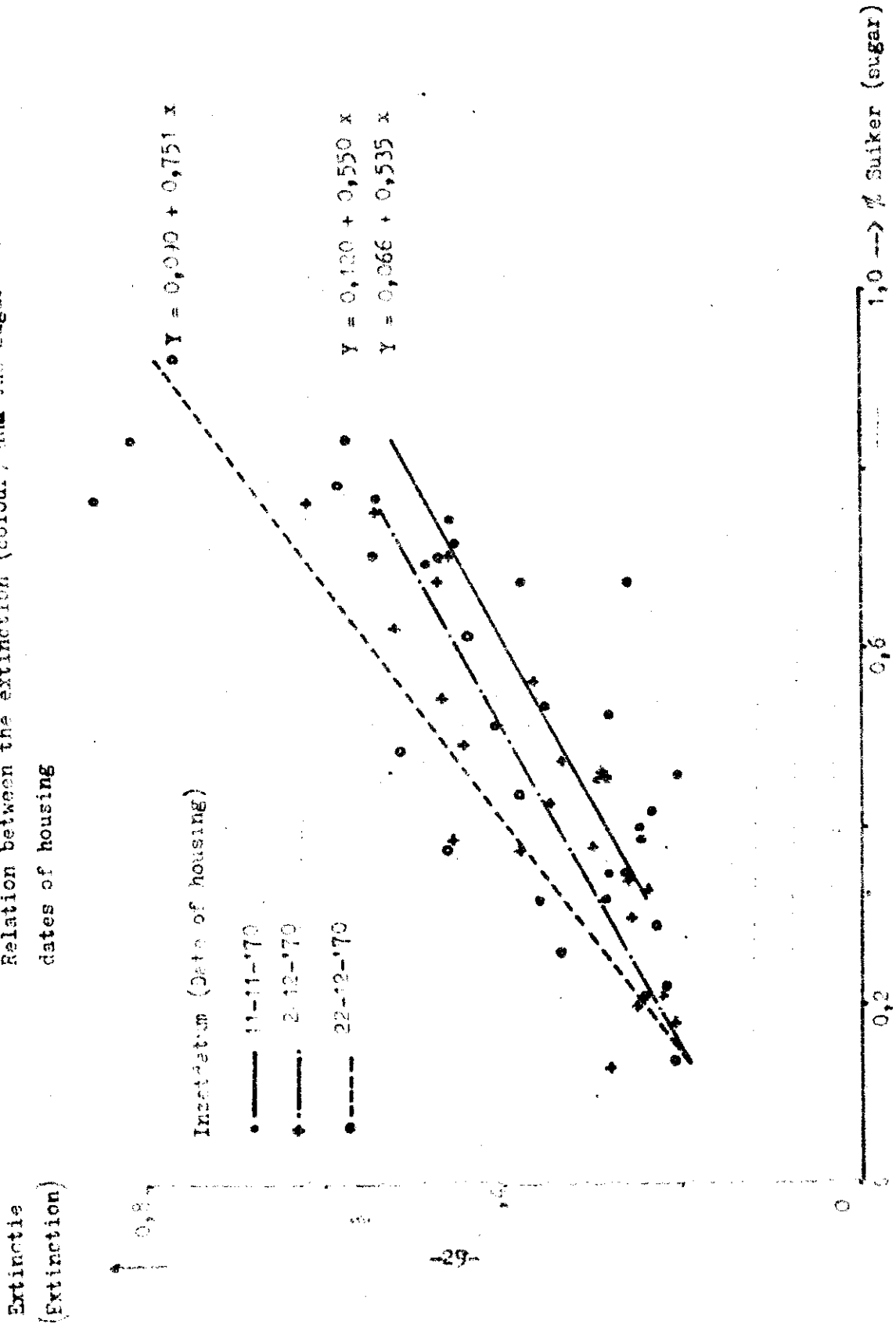
$b =$ richtingscoëfficiënt (regression coefficient)

$r =$ correlatiecoëfficiënt (correlation coefficient)

6.3.4 Oxalaatbepalingen

Van de verschillende GA₃ behandelingen is van elke inzet gedurende de oogst-

Figuur 5. Verband tussen extinctie (kleur) en suikergehalte bij verschillende inzetdata
 Relation between the extinction (colour) and the sugar content at different
 dates of housing



Tabel 15. Percentage oxalaat bij verschillende inzetdata en verschillende hoeveelheden GA₃

Bepelings- datum	Mg GA ₃ per pol bij de verschillende inzetdata											
	0		5		10		15		20		35	
	11/11	2/12	22/12	2/12	22/12	11/11	2/12	22/12	22/12	11/11	2/12	11/11
30-11-70	0,35	-	-	-	-	0,36	-	-	-	0,34	-	0,36
7-12-70	0,34	-	-	-	-	0,34	-	-	-	0,32	-	0,33
13-12-70	0,32	-	-	-	-	0,32	-	-	-	0,33	-	0,32
21-12-70	0,33	0,33	-	0,32	-	0,31	0,30	-	-	0,33	0,29	0,31
28-12-70	0,34	0,33	-	0,36	-	0,33	0,38	-	-	0,36	0,38	0,34
4-1-71	-	0,35	-	0,40	-	-	0,37	-	-	-	0,38	-
11-1-71	-	0,36	0,29	0,38	0,30	-	0,41	0,32	0,29	-	0,41	-
18-1-71	-	0,38	0,23	0,38	0,34	-	0,38	0,38	0,34	-	0,38	-
25-1-71	-	-	0,36	-	0,40	-	-	0,37	0,38	-	-	-
1-2-71	-	-	0,39	-	0,39	-	-	0,43	0,43	-	-	-
Date of determina- tion	11/11	2/12	22/12	2/12	22/12	11/11	2/12	22/12	22/12	11/11	2/12	11/11
	0			5		10		15		20		35

Table 15. Percentages of oxalate at the different dates of housing and differing quantities of GA₃

periode 4-5 maal het oxalaatgehalte van de stelen bepaald. De percentages zijn weergegeven in tabel 15. Daaruit blijkt dat het gehalte gemiddeld hoger was als er later was ingezet.

Van inzet 11 november bleef gedurende de bepalingperiode het gehalte vrijwel constant of nam zelfs eerst iets af om daarna weer toe te nemen. De verschillen tussen de GA₃ behandelingen waren vrijwel nihil. Bij de inzetten van 2 en 22 december liep bij de meeste objecten het gehalte geleidelijk iets op. Het verschil in gehalte tussen het begin en het einde van de periode was het grootst bij de laatste inzet en varieerde van 0,29-0,43% oxalaat. Bij deze twee inzetten is er de tendens dat het verschil iets groter was bij toenemende hoeveelheid GA₃.

6.3.5 Zuurgraad van de stelen

Om na te gaan in hoeverre de zuurgraad van het rabarbersap verandert tijdens het forceerseizoen, is de pH-KCl bepaald met een Elektrofakt pH-meter. Van de inzetten van 11 november en 2 december zijn in het begin en aan het einde van de oogstperiode pH-metingen verricht bij de verschillende objecten. De resultaten zijn weergegeven in tabel 16. Daaruit blijkt, dat de pH iets toeneemt met het verloop van het forceerseizoen en onder invloed van de hoeveelheid GA_3 . Deze kleine verschillen hebben geen praktische betekenis voor de waardering van de zuurgraad van het produkt. Ze veroorzaken organoleptisch geen verschil in smaak. TOMPKINS (17) vond een overeenkomstig resultaat over de zuurgraad van het produkt. Het is alleen uit fysiologisch oogpunt interessant te weten, dat in de loop van het forceerseizoen de zuurgraad van het rabarbersap iets stijgt.

Tabel 16. De pH-KCl (zuurgraad) van de stelen in het begin en aan het einde van de oogstperiode bij twee inzetten

Inzetdatum	10-11-70		2-12-70	
Behandeling mg GA_3 /pol	dagen na eerste oogst			
	10	31	10	38
0	2,82	2,99	3,02	3,15
5	-	-	3,04	3,20
10	2,88	3,20	3,09	3,18
20	3,00	3,20	3,13	3,22
35	3,00	3,23	-	-
Treatment mg GA_3 /crown	10	31	10	38
	days after first pick			
Date of housing	10-11-70		2-12-70	

Table 16. The pH-KCl (pH value) of the sticks in the beginning and at the end of the harvest period of two housings

7 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De late cultivar Goliath kan, als GA_3 wordt toegediend, pas vanaf eind november of begin december met succes worden geforceerd. Daarom is nagegaan vanaf welk tijdstip de vroege cv. Timperley Early geschikt is voor forceren. Daartoe zijn tweejarige pollen vanaf 21 oktober tot 22 december ingezet met tussenpozen van 3 weken in de microplot-forceerinstallatie van het PGV. De koudesom bedroeg al naar gelang het tijdstip van inzetten 10 tot 235 CCDD (zie hfst. 3). Er is GA_3 toegediend in hoeveelheden van 5 tot 50 mg per pol, waarvan minder naarmate er later was ingezet.

Het forceren is begonnen bij $14^{\circ}C$. Van elke inzet is na de eerste oogst de temperatuur verlaagd tot $12^{\circ}C$ om te sterke verbleking van de rode kleur van de stelen tegen te gaan.

Het onderzoek heeft aangetoond dat Timperley Early al na een betrekkelijk geringe hoeveelheid kou een goede opbrengst kan geven. De pollen vertonen geen absolute rust (zie hfst. 2), waardoor ze ook praktisch zonder kou, met behulp van GA_3 een redelijke tot goede opbrengst geven. De grootte van de opbrengst hangt af van de hoeveelheid kou en de hoeveelheid GA_3 .

Zonder GA_3 was de opbrengst na weinig kou (10-40 CCDD) laag, maar met 115 CCDD of meer was ze goed (hfst. 5.2). Bij vrijwel geen tot weinig kou werd met 10-20 mg GA_3 per pol een redelijke tot goede opbrengst verkregen, die nog toenam door grotere hoeveelheden GA_3 . Bij de optimale koudesom (115 CCDD) of meer gaf 10-15 mg GA_3 zelfs nog een behoorlijke opbrengstverhoging.

De toediening van GA_3 heeft gunstig gewerkt op de snelhedi van produktie en zeer gunstig op de kwaliteit, o.a. op het gewicht van de stelen. Zowel het percentage eerste soort als het totale percentage aan veilbaar produkt waren aanzienlijk hoger. Wegens de zeer snelle produktie moet de forceertemperatuur niet te hoog zijn. Vanaf inzetten kan $14^{\circ}C$ worden aangehouden, maar zodra er de eerste keer wordt geoogst, moet de temperatuur worden verlaagd tot 11 à $12^{\circ}C$ om te sterke verbleking van de stelen te voorkomen.

Naarmate de pollen meer kou hadden gehad was de kleur bij het begin van de oogst beter en het suikergehalte van het produkt hoger. Deze eigenschappen namen tijdens de oogstperiode sneller af, naarmate de koudesom hoger was (later geforceerd). Het oxalaatgehalte in de stelen neemt in de loop van de trek iets toe.

Voor vroeg forceren heeft Timperley Early zeker waarde voor de praktijk. Geforceerd op een later tijdstip (bv. in december) zal het produkt, vanwege de dunnere stelen, op de markt concurrentie ondervinden van latere rassen, die een betere steelkwaliteit hebben.

Voor het forceren van Timperley Early verdienen eenjarige pollen de voorkeur. Bij meerjarige pollen is vaak het aantal knoppen te groot. Van deze meestal kleinere knoppen laat de kwaliteit van de stelen te wensen over.

S U M M A R Y

Forcing trials and biochemical investigations with the rhubarb variety Timperley Early in 1970/71.

The late variety Goliath cannot be forced successfully with gibberellic acid (GA_3) before the end of November or the beginning of December. For earlier forcing it was investigated from what point of time the variety Timperley Early can be used. Two year old crowns were housed on 21 October, 11 November and 2 and 22 December in a microplot forcing unit of the Experimental Station at Alkmaar.

At the various dates of housing the cold units received by the roots ranged from 10-235 CCDD (Cumulative Cold Degree-Day units, expressed in centigrade units). Forcing was started at $14^{\circ}C$ but after the first pick the temperature was lowered to $12^{\circ}C$. Two days after the start of heating GA_3 was applied to the cleaned crowns in quantities varying from 15-50 ng per crown, which were less as housing was later.

It was shown that the roots of Timperley Early require little cold to achieve their maximum yielding capacity. This variety does not display absolute dormancy, but only semi-dormancy. Therefore, when GA_3 is applied, the roots can already be forced successfully without having received any cold. The yields depend of course on the number of cold units and on the quantity of GA_3 received by the crowns. Without GA_3 the yields were low after 10-40 CCDD, but they were quite sufficient after 115 or more CCDD. With little or no cold moderate till good yields were obtained if 10-20 mg GA_3 per crown was applied, still increasing with more GA_3 . At the optimum cold sum (115 CCDD) or more cold, yields still improved by the application of 11-15 mg GA_3 per crown.

Gibberellic acid had a favourable effect on the rate of production and improved the quality, e.g. the weight of the sticks, considerably. Both the

percentage of first grading sticks and the total marketable yield were considerably higher.

The forcing temperature must not be too high because of the rapid production by this variety. In order to prevent the sticks turning too pale, the temperature must be lowered to 11 à 12°C as soon as the first sticks are harvestable.

At the beginning of the harvest period the colour of the sticks was deeper red and the sugar content was higher as the crowns had been forced later (see figure 4). However, these properties decreased faster during forcing and to lower values at the end of the harvest period as the crowns had received more cold.

The content of oxalate in the sticks increased a little and the pH was rather constant during the harvest period.

In practice Timperley Early is of value for early forcing. The produce of later housing (e.g. December) will encounter competition on the market by later varieties with sticks of better quality.

One year old crowns of Timperley Early are preferred. Older crowns often have more buds, but mainly smaller ones, growing rise to a higher percentage of sticks of lower quality.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

1. Allison, R.M. Soluble oxalates, ascorbic and other constituents of rhubarb varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 17(1966)554-557.
2. Anonymus. Gibberellic acid can break dormancy in rhubarb. *Commercial Grower* (1968)3764:391.
3. Baker, C.J.L. The determination of oxalates in fresh plant material. *The Analyst* 77(1952)340-344.
4. Bleasdale, J.K.A. Temperature regimes for forced rhubarb production. In: Report 1961 of Stockbridge House Experimental Horticulture Station. Cawood, 1962. blz. 66-67.
5. Bleasdale, J.K.A. Temperature regimes for forced rhubarb production. In: Report 1962 of Stockbridge House Experimental Horticulture Station. Cawood, 1963. blz. 47-49.
6. Case, M.W. Results justify experiments with gibberellic acid on forced rhubarb. *Grower* 74(1970)9:397-398.
7. Hetmanski, W., and N. Nybom. The anthocyanins of edible rhubarb. *Frucht-saft-Industrie* 13(1968)256-260.
8. I.C.I. Toepassing van gibberellazuur GA_3 op rabarber; Nederland 1966. Rotterdam, (1967). 9 blz.
9. Karsten, J.E. Het forceren van rabarber. *Groenten en Fruit* 26(1970)14:633;15:675;16:731;17:777.
10. Karsten, J.E. De teelt en het forceren van rabarber in het westelijk deel van Yorkshire (Engeland). Alkmaar, 1971. 16 blz. PGV-rapport, 47.
11. Laban, M.C. Proef met gibberellazuur GA_3 op rabarber 1967/1968. Z.pl., (1968). 5 blz., bijlgn.
12. Laban, M.C., en J.C. van der Ven. Vervroegd forceren van rabarber mogelijk met "gibberellazuur" (GA_3). *Groenten en Fruit* 24(1968)20:847.
13. Loughton, A. The effect of low temperature before forcing on the behaviour of rhubarb. *Experimental Horticulture* 4(1961)13-19.
14. Schoorl, N. Suikertitratie. *Chemisch weekblad* 26(1929)130-134.

