



Onderzoek naar de forceerrijpheid van rabarber

Projectverslag proeffjaren 2000/2001 en 2002/2003

F. Kanters, H. de Putter, C. van Wijk

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Productschap Tuinbouwgewassen
Postbus 280
2700 AG ZOETERMEER

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	6
2. PROEFOPZET EN UITVOERING	7
2.1 PROEFLOCATIE EN MATERIAAL	7
2.2 KOUDESOM	7
2.3 OBJECTEN	7
2.4 ANALYSE GEHALTEN	8
2.5 FORCERING	8
2.6 WAARNEMINGEN	8
3. RESULTATEN	8
3.1 BEPALING GEHALTEN ZETMEEL EN SUIKERS EN DROGE STOF	8
3.2 PRODUCTIE	10
3.3 VERBAND TUSSEN ZETMEEL-/SUIKERSGEHALTEN EN PRODUCTIE	15
4. BESPREKING RESULTATEN	18
4.1 KOUDESOM	18
4.2 VERBAND TUSSEN ZETMEEL-/SUIKERSGEHALTEN EN PRODUCTIE	18
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	20
LITERATUUR	21

Samenvatting

In het seizoenen 2000/2001 en 2002/2003 is door PPO-agv te Meterik onderzoek uitgevoerd om voor de forceerbaarheid van rabarber tot een betere maatstaf voor de praktijk te komen.

In dit onderzoek is de standaardmethode van telling van koude-eenheden bij verschillende waarden vergeleken met de gehalten aan zetmeel en diverse suikers (saccharose, fructose en glucose) in de pol.

De opbouw van de koude sommen heeft in het seizoen 2000/2001 zowel op natuurlijke wijze (in het veld), als op kunstmatige wijze (in de koelcel) plaatsgevonden. De productie van rabarberpollen van deze op verschillende wijzen opgebouwde koude sommen is vervolgens onderzocht bij 2 rijpheidsmomenten (300 en 400 koude-eenheden). In het seizoen 2002/2003 zijn de koudesommen op kunstmatige wijze opgebouwd. Vervolgens zijn de rabarberpollen geforceerd bij 6 verschillende koudesommen (200, 250, 300, 350, 400 en 450 eenheden). De forcering is voor alle objecten tegelijk gestart begin november. Om dit te bereiken zijn de objecten op verschillende tijdstippen gerooid en vervolgens al naar gelang de koudebehoefte een aantal dagen gekoeld.

Uit deze proeven, uitgevoerd met het doel betrouwbare parameters te ontwikkelen voor een optimale bepaling van de forceerbaarheid, blijkt het volgende.

1. Een duidelijke relatie tussen zetmeel- en suikergehalte bij oprooien of bij inzetten en de uiteindelijke productie werd over beide proefseizoenen gerekend, niet aangetroffen.
2. Een grote daling in zetmeelgehalten tussen moment van rooi en van opzetten is wellicht een bruikbare maatstaf voor bepaling forceerbaarheid, maar de mate van verandering kan tussen jaren sterk verschillen. Deze is afhankelijk van de hoeveelheid zetmeel die door de wortels aangemaakt is.
3. Het saccharosegehalte bleek in 2002/2003, in tegenstelling met 2000/2001, geen maatstaf om de forceerbaarheid van rabarber aan te geven.
4. Het droge stofgehalte en de gehalten aan glucose en fructose bleken beide proefjaren minder geschikte maatstaven voor bepaling forceerbaarheid vanwege de geringe en niet éénduidige veranderingen bij toenemende koude-eenheden.
5. Uit de proef 2000/2001 bleek dat de wijze van opbouw van de koude-eenheden (kunstmatig door koeling dan wel door de natuur in het veld) geen invloed had op de productie of sortering althans niet bij de ijkpunten 300 en 400 koude-eenheden.
6. Uit de meerjarige vergelijking van de in Nederland gehanteerde verschillende manieren van de koude-eenheden-tellingen blijkt dat er in sommige jaren verschillen van 1-2 dagen optreden in opzetdatum.

Bij verder onderzoek naar goede maatstaven ter bepaling van de forceerbaarheid van rabarber voor de vroegste trek, verdienen de volgende punten sterke aanbeveling.

- a) Voor de proefopzet dient weer gekozen te worden voor 1 opzetdatum en meerdere rooidatums, gelijk de proef in 2002/2003. De rooidatums kunnen wellicht 2-4 weken vervroegd worden, afhankelijk of de zetmeelgehalten hoog genoeg zijn.
- b) De zetmeel- en saccharosegehalten dienen bij rooi en in een traject van 250-450 koude-eenheden frequent bepaald te worden (bijv. elke 50 koude-eenheden).
- c) Ook het forceren van rabarber dient over een breed traject en met tussenstappen uitgevoerd te worden (bijv van 250 koude-eenheden tot 450 koude eenheden met tussenstappen van 50 koude eenheden)
- d) Uitgegaan kan worden van opbouw van de koude eenheden door *alleen door koeling*, daar deze methode wat productie betreft, weinig lijkt te verschillen met koude opbouw in het veld. Zodoende wordt aangesloten bij het praktijkstreven om via koeling zo vroeg mogelijk in het seizoen over forceerrijpe rabarberpollen te beschikken.

- e) Eénheid in *telmethode van de koude eenheden* voor de praktijk en onderzoek in Nederland is nodig voor een goede onderlinge vergelijking. Daarbij verdient het de voorkeur de zogenaamde Engelse telmethode (waarbij de graden Celsius tot – 2 ook meegeteld worden), omdat deze telmethode in sommige seizoenen tot wat vervroeging leidt, ook omdat dan een goede vergelijking mogelijk is met internationaal uitgevoerd rabarberonderzoek.

1. Inleiding

Naast de teelt van rabarber in de vollegrond voor de verse markt en industrie is er ook een teeltmethode waarbij de rabarberpollen in de winter geforceerd worden.

Om de pollen met succes te kunnen forceren moeten de planten, afhankelijk van het ras een bepaalde hoeveelheid koude gehad hebben; de zogenaamde koudesom. Na het in rust gaan van het gewas in de herfst wordt in de loop van de tijd de koude som opgebouwd. Afhankelijk van de weersomstandigheden wordt vroeger of later in het najaar aan de koudesom voldaan en kunnen de pollen in de forceerruimte gezet worden. Uit onderzoek in de jaren tachtig op de toenmalige proeftuin Noord Limburg (Kanters, 1991) is gebleken dat aan de koudebehoefte ook kan worden voldaan door de pollen tijdelijk in de koelcel op te slaan.

De werkwijze met koudesommen in het veld is niet altijd even betrouwbaar en levert wisselende resultaten op. Dit is verklaarbaar omdat de weersomstandigheden en daarmee de opbouw van de koudesom van jaar tot jaar sterk kunnen variëren. Bovendien speelt ook de manier waarop de koudesom bepaald wordt en de telling van de eenheden een rol.

Vandaar dat de praktijk naar een methode zoekt om voor de forceerbaarheid van rabarber een betere graadme te krijgen. Met name is dit van belang voor de vroege aanvoerperiode. Te vroeg forceren met pollen die onvoldoende forceerbaar zijn, kost productie. Laat starten gaat vaak ten koste van een betere prijs.

De verhouding tussen zetmeel en suikers in de pol zou een betere indicatie kunnen zijn voor de forceerbaarheid. Veel planten waaronder, rabarber slaan zetmeel in de wortels op als reservevoedsel. In het voorjaar wordt het zetmeel via diverse tussenstappen (polysacchariden, disacchariden waaronder saccharose) omgezet in monosacchariden (glucose, fructose), die voor de plant een bruikbare energiebron zijn voor groei. (Heijde, 1958).

Engels onderzoek (Rutherford 1972) met het ras Victoria toont aan dat de zetmeel/suikerverhouding in de pol aanzienlijk verandert bij oplopende koude eenheden. Het zetmeelgehalte loopt in het traject van 0 tot 400 koude eenheden fors terug en blijft vervolgens bij hogere koude eenheden constant. Bij de gemeten suikers is de saccharose het belangrijkste. Deze suiker neemt bij toenemende koude eenheden fors en bijna rechtlijnig toe. Boven de 600 koude eenheden vlakt de toename af. Het aandeel van de fructose en glucose is relatief klein, en blijft vrij constant tot 600 koude eenheden. Daarna vermindert het aandeel van deze suikers.

Dit rapport doet verslag van tweejarig onderzoek (seizoenen 2000/2001 en 2002/2003), dat tot doel heeft een betrouwbare maatstaf te vinden voor de bepaling van de forceerbaarheid van rabarberpollen. Daartoe zijn de standaardbepalingen van forceerbaarheid (tellingen van de koude eenheden) bij een selectie van het ras Goliath vergeleken met de veranderingen in de zetmeel- en suikerverhouding die in de pol bepaald zijn.

De opbouw van de koude sommen heeft in het seizoen 2000/2001 zowel op natuurlijke wijze (in het veld), als op kunstmatige wijze (in de koelcel) plaatsgevonden. De productie van rabarberpollen van deze op verschillende wijzen opgebouwde koude sommen is vervolgens onderzocht bij 2 rijpheidsmomenten (300 en 400 koude eenheden). In het seizoen 2002/2003 zijn de koudesommen op kunstmatige wijze opgebouwd. Vervolgens zijn de rabarberpollen geforceerd bij 6 verschillende koudesommen (200, 250, 300, 350, 400 en 450 eenheden) De forcering is voor alle objecten tegelijk gestart begin november. Om dit te bereiken zijn de objecten op verschillende tijdstippen gerooid en vervolgens al naar gelang de koudebehoefte een aantal dagen gekoeld.

De resultaten van de forcering in relatie tot de diverse methoden van bepaling trekbaarheid worden in dit rapport weergegeven en bediscussieerd. Tevens wordt de meerjarig vergelijking van 2 telmethoden van koude eenheden gepresenteerd en besproken.

2. Proefopzet en uitvoering

2.1 Proeflocatie en materiaal

In het seizoen 2000/2001 en 2002/2003 is per seizoen één forceerproef aangelegd bij de heer M. Peeters in Heide (Venray). In beide proeven zijn pollen van de selectie Goliath gebruikt. In 2000 zijn anderhalfjarige pollen gebruikt.

In 2002 zijn twee en een halfjarige pollen gebruikt. In het seizoen voorafgaand aan het oprooien waren van deze pollen in mei al stengels geoogst voor de industrie.

Beide forceerproeven werden als gewarde volledige blokkenproeven uitgevoerd in vier herhalingen. Per veld werden 15 pollen gebruikt. In 2000/2001 werd het object 500 KK ter oriëntering in enkelvoud beproefd.

2.2 Koudesom

Voor de bepaling van de koudesom is de Engelse berekening aangehouden. Bij deze methode wordt 's morgens om 9 uur de temperatuur gemeten op 10 cm onder het maaiveld. Het aantal graden beneden 10°C wordt als koude-eenheden opgeteld totdat de vereiste eenheden zijn bereikt en de rabarberpollen "forceerrijp" zijn. Bij de Engelse methode worden de graden Celsius meegeteld onder de 0°C zodat -2°C als 12 koude-eenheden geldt. In de praktijk worden soms alleen de graden van 10 tot 0°C Celsius geteld. In tabel 1 is voor laatste jaren aangegeven hoe groot de verschillen zijn tussen beide methoden. De verschillen zijn relatief klein, maar kunnen bij de in de praktijk gevolgde methode leiden tot 1 tot 2 dagen later opzetten vergeleken met de Engelse telmethode.

Tabel 1. **Verschil tussen de Engelse methode (koude-eenheden telling tot - 2 graden) en met praktijk telling (koude-eenheden telling tot 0°C).**

seizoen	Verschil in koude-eenheden	Verschil in dagen van opzetten
1995/96	9	1
1997/98	0	0
1998/99	0	0
1999/00	22	2
2000/01	7	1
2001/02	7	1

2.3 Objecten

In 2000 werden pollen beproefd die op natuurlijke wijze koude-eenheden opgebouwd hadden en pollen die op kunstmatige wijze verschillende koude-eenheden hadden bereikt (tabel 2). In 2000 zijn op 24 november een aantal pollen opgerooid. Op het moment van rooien hadden deze pollen 100 koude-eenheden opgebouwd. Vervolgens zijn de pollen in een koelcel opgeslagen bij -1°C. Op deze manier werd kunstmatig een partij pollen met een koudesom van 300, respectievelijk 400 eenheden verkregen. Voor de natuurlijk opgebouwde koudesommen in het veld zijn de pollen op 28 december 2000 (300 eenheden) en 16 januari 2001 (400 eenheden) geroid. Voor de registratie van de natuurlijke opgebouwde koude-eenheden is een datalogger geïnstalleerd. De meetpunten zaten op 10 cm onder het maaiveld, op het maaiveld, 10 cm boven het maaiveld. Verder was een meetpunt geplaatst in het weefsel van een pol.

Tabel 2. **Objecten in de proef 2000/2001.**

object	rooidatum	opbouw koude-eenheden	koude-eenheden
300 KK	24 november 2000	Kunstmatig	300
400 KK	24 november 2000	Kunstmatig	400
300 NAT	28 december 2000	Natuurlijk	300
400 NAT	16 januari 2001	Natuurlijk	400
500 NAT	23 januari 2001	Natuurlijk	500

In 2002 werden alleen pollen beproefd die op kunstmatige wijze verschillende koude-eenheden hadden bereikt (tabel 3). Op verschillende datums werden pollen opgerooid en vervolgens vanaf de inslagdatum bij 0 tot 1°C bewaard. Op deze wijze werden verschillende koude-eenheden kunstmatig opgebouwd tot het moment waarop alle pollen tegelijkertijd in een forceerruimte werden opgezet.

Tabel 3. **Objecten in de proef 2002/2003.**

object	rooidatum	Inslagdatum	opbouw koude-eenheden	koude-eenheden
200 KK	11 oktober	11 oktober	Kunstmatig	200
250 KK	4 oktober	6 oktober	Kunstmatig	250
300 KK	1 oktober	1 oktober	Kunstmatig	300
350 KK	26 september	26 september	Kunstmatig	350
400 KK	20 september	21 september	Kunstmatig	400
450 KK	13 september	16 september	Kunstmatig	450

2.4 Analyse gehalten

Bij inslag en bij het bereiken van de beoogde koudesommen zijn wortelmonsters naar een gecertificeerd laboratorium (Silliker B.V. te Ede) gestuurd om de suikers- en zetmeelbepalingen uit te voeren. Per object werd een monster in enkelvoud genomen.

In 2000/2001 werd van het object 300 KK bij het bereiken van 200 koude-eenheden ook tussentijds de gehalten aan zetmeel en suikers geanalyseerd.

2.5 Forcering

Op de data dat de koudesommen in 2000/2001 werden bereikt zijn de objecten in de forceerruimte opgezet. De pollen zijn geforceerd bij een temperatuur van 12-13°C.

In 2001 is van 23 januari tot 14 april twee keer per week geoogst en gesorteerd. Per object verschilde de oogstperiode door verschil in ontwikkelingsstadium van het gewas.

In 2002/2003 zijn alle pollen op 4 november 2002 opgezet. Stengels van deze pollen werden twee maal per week geoogst.

2.6 Waarnemingen

Per veld werden stengels geoogst in kwaliteitsklasse I 40-20, klasse I 40-15 en klasse II. In 2003 werden alleen klasse I stengels geoogst in de maten 40-20 en 40-15.

Per veld werden per aangegeven klasse en sortering het aantal stengels geteld en het totaal gewicht van deze stengels gewogen.

De opbrengst- en sorteringgegevens zijn verwerkt en getoetst met het statistische programma *Genstat for Window 5th ed.*

3. Resultaten

3.1 Bepaling gehalten zetmeel en suikers en droge stof

In de loop van beide proef-seizoenen zijn een aantal keren wortelmonsters genomen. Daarvan zijn het zetmeelgehalte, de

gehalten van diverse suikers en van de droge stof zijn bepaald. Voor 2000/2001 zijn uitslagen per monsterdatum weergegeven in tabel 4. In tabel 5 en figuur 1 zijn deze uitslagen van seizoen 2002/2003 in beeld gebracht.

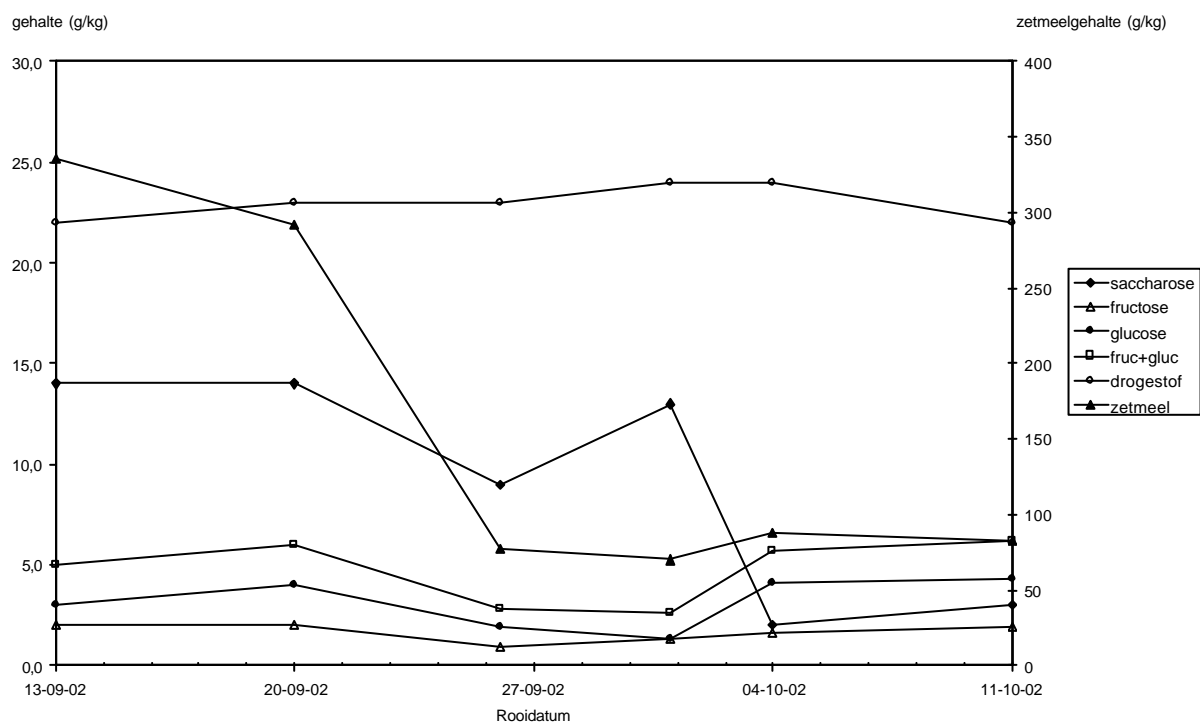
Tabel 4. **Zetmeel- en suikersgehalte (g/kg) en droge stof percentage rabarber bij verschillende eenheden kunstmatige koude (KK) en natuurlijke koude (NAT); seizoen 2000/2001.**

Monsterdatum	Koude som*	Zetmeel	Saccharose	Fructose	Glucose	Fructose + Glucose	Droge stof
04-08-2000	-	499	17	16	24	40	26
12-09-2000	-	538	78	5	9	14	27
02-10-2000	-	546	31	4	6	10	26
24-11-2000	100 NAT	129	263	16	15	31	23
03-12-2000	200 KK	42 ?	253	20	23	43	23
12-12-2000	300 KK	138	310	16	11	27	24
21-12-2000	400 KK	215	210	26	17	43	25
28-12-2000	300 NAT	150	264	20	13	33	25
14-01-2001	400 NAT	171	189	27	17	44	23
24-01-2001	500 NAT	72	333	30	13	43	22

*KK is koude-eenheden door koeling; NAT= op veld opgebouwde koude-eenheden

Tabel 5. **Zetmeelgehalte (g/kg), suikergehalte (saccharose, fructose en glucose in g/kg) en drogestof percentage bij oprooien en na verschillende kunstmatige koude-eenheden (KK) op 4 november 2002.**

KK	rooi datum	zetmeel		saccharose		fructose		Glucose		fruct.+gluc.		drogestof	
		rooi	opzet	rooi	opzet	rooi	opzet	rooi	opzet	rooi	opzet	rooi	opzet
200	11-10	82	44	3	52	1,9	5	4,3	7	6,2	12	22	24
250	4-10	88	24	2	66	1,6	6	4,1	7	5,7	13	24	23
300	1-10	70	30	13	62	1,3	8	1,3	11	2,6	19	24	25
350	26-9	77	17	9	32	0,9	11	1,9	14	2,8	25	23	20
400	20-9	292	14	14	49	2,0	5	4,0	7	6,0	13	23	20
450	13-9	336	31	14	50	2,0	10	3,0	12	5,0	22	22	23



Figuur 1. **Verloop van zetmeelgehalte, suikergehalte en drogestof bij verschillende rooidatums in 2002.**

Zetmeelgehalte

Tot begin oktober 2000 zit het zetmeelgehalte op ruim 500 gram per kilo droge stof. Onder invloed van de toenemende

koude in het veld loopt het zetmeelgehalte terug naar 129 gram op het moment van opslag in de koelcel. Bij 200 koude-eenheden in koelcel is het zetmeelgehalte gedaald tot 42 gram. Dit gehalte is onlogisch laag in verhouding met de andere gehalten op die datum. Ook bij onderzoek van Rutherford (1972) komt zo een scherpe daling bij deze koudesom, gevolgd door een stijging bij hogere koudesommen, niet voor.

De zetmeelgehalten lopen bij 300 en 400 eenheden weer op. Bij de natuurlijk opgebouwde koudesom van 300 eenheden ligt het zetmeelgehalte op het niveau van het gehalte van de kunstmatig opgebouwde 300 koude-eenheden. Bij 400 eenheden natuurlijke koude ligt het zetmeelgehalte (171) lager dan bij 400 eenheden kunstmatige koude.

In 2002/2003 werd bij het oprooien van de pollen op 13 september en 20 september relatief hoge gehalten aan zetmeel aangetroffen (figuur 1 en tabel 5). Dit gehalte nam sterk af in de periode tussen 20 september en 26 september, om na 1 oktober weer wat toe te nemen.

Bij opzetten bleken de gehalten per behandeling wisselend te zijn. Een trend was aanwezig waarbij bij de laagste koude-eenheden de hoogste zetmeelgehalten aanwezig zijn. Bij 450 koude-eenheden nam het zetmeelgehalte weer sterk toe.

Suikergehalten

Saccharose

Saccharose is de meest voorkomende suiker in de pol.

In 2000/2001 lag bij rabarberpollen in het veld tot begin oktober het saccharosegehalte op een zeer laag niveau. Bij inslag in de koelcel ligt het gehalte al op 263 eenheden. Dit gehalte loopt op naar ruim 300 g/kg droge stof bij 300 koude-eenheden en daalt bij 400 koude-eenheden naar ruim 200 g/kg droge stof. Bij natuurlijke koude loopt het saccharosegehalte op naar 260 g/kg droge stof bij 300 koude-eenheden om vervolgens naar 190 g/kg droge stof te zakken bij 400 koude-eenheden.

In 2002/2003 was bij oprooien het saccharose gehalte beduidend lager dan in 2000/2001. Ook bij opzetten was slechts circa 25% van het gehalte aan saccharose aanwezig vergeleken met 2000/2001.

Bij rooien nam het saccharose gehalte wat toe naarmate er later gerooid werd.

Fructose + glucose

Deze gehalten waren in 2000/2001 laag en stegen maar beperkt bij toenemende koude-eenheden. Bij later oprooien van 4 augustus tot 2 oktober, nam het gehalte aan deze suikers af.

In 2002/2003 waren de gehalten aan deze suikers ook beduidend lager dan in 2000/2001. Hierbij was een zelfde beeld aanwezig als bij het zetmeelgehalte in 2002/2003. Bij vroeger oprooien waren hogere gehalten aanwezig om vervolgens wat af te nemen en daarna weer op te lopen. Na de verschillende behandelingen is zichtbaar dat de gehalten toenemen bij oplopende koude-eenheden. Alleen bij 400 koude-eenheden is een lichte daling in deze gehalten aanwezig.

Droge stof gehalte

Het droge stof gehalten veranderde in beide proeven weinig bij verschillende rooidatums en bij toenemende koude-eenheden.

3.2 Productie

Uit de oogstgegevens komen kleine en niet betrouwbare verschillen naar voren in 2000/2001 (tabel 6). De opbrengst klasse I, 40 -20 ligt het laagst bij 300 eenheden kunstmatige koude. Met 300 eenheden natuurlijke koude ligt de opbrengst in deze klasse ruim 10% hoger. De productie bij 400 eenheden van zowel de natuurlijke als de kunstmatige koude verschilt onderling maar weinig en ligt op het niveau van 300 eenheden natuurlijke koude. De productie aan kl. II lag bij de 400 eenheden natuurlijke koude betrouwbaar lager dan de andere objecten. Ook de opbrengst bij 500 eenheden kunstmatige koude blijft fors achter. Dit object was echter oriënterend in enkelvoud toegevoegd, waardoor het verschil met de andere objecten niet te toetsen is.

Tabel 6. Opbrengstgegevens geforceerde rabarber per 100 pollen te Meterik 2000/2001.

Object*	kwaliteit I 40-20		Kwaliteit I 40-15		totaal kwaliteit I		kwaliteit II	
	aantal	gewicht(kg)	aantal	gewicht(kg)	aantal	gewicht(kg)	aantal	gewicht (kg)
KK 300	1527	255	1305	104	2832	359	855	41
KK 400	1697	278	1428	112	3125	390	847	43
NAT 300	1700	290	1323	105	3023	394	777	40
NAT 400	1688	284	1198	96	2887	380	535	31
Gemiddeld	1653	277	1314	104	2967	381	754	39
<i>Lsd</i> ($\alpha=0,05$)	266	43	243	20	489	61	159	10
NAT 500**	-	-	-	-	1753	226	-	-

*KK is koude-eenheden door koeling; NAT= in het veld opgebouwde koude-eenheden

** in enkelvoud beproefd

In 2002/2003 bleek de productie duidelijk toe te nemen bij olopende koude-eenheden (tabel 7). Bij de behandelingen met 200 en 250 koude-eenheden bleken de pollen geen productie te vertonen. In kwaliteit I 40-20 werden in het aantal stengels en het gewicht geen betrouwbare verschillen waargenomen tussen 400 en 450 koude-eenheden.

Tabel 7. **Opbrengstgegevens geforceerde rabarber per 100 pollen te Meterik 2002/2003.**

Koude-eenheden	kwaliteit I 40-20		kwaliteit I 40-15		totaal kwaliteit I	
	aantal	gewicht (kg)	aantal	gewicht (kg)	aantal	gewicht (kg)
300	248	23,1	85	6,27	333	38,5
350	593	84,1	199	15,1	792	99,1
400	960	139,0	413	34,2	1373	173,2
450	965	129,2	703	58,5	1668	187,7
Gemiddeld	692	96,3	350	28,5	1041	124,6
<i>Lsd</i> ($\alpha=0,05$)	207	32,3	90	6,3	233	32,9
p=	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Uit de procentuele verdeling van het aantal stengels in 2000-2001 (tabel 8) lijkt het object met 400 natuurlijke koude-eenheden als beste naar voren te komen met 49 procent in de sortering kwaliteit I 40-20 en maar 16 procent klasse II. Het verschil is echter niet betrouwbaar.

Tabel 8. **Procentuele verdeling (%) en gemiddeld stengelgewicht (g) van de sorteringen in 2000/2001.**

Object*	kwaliteit I 40-20			kwaliteit I 40-15			kwaliteit II		
	aantal	gewicht	stengel-gewicht	aantal	gewicht	stengel-gewicht	Aantal	gewicht	stengel-gewicht
KK 300	42	64	167	35	26	80	23	10	48
KK 400	43	64	164	36	26	78	21	10	50
NAT 300	45	67	171	35	24	79	21	9	53
NAT 400	49	69	169	35	23	80	16	7	58
Gemiddeld	45	66	168	35	25	79	20	9	52

*KK is koude-eenheden door koeling; NAT= in het veld opgebouwde koude-eenheden

In 2002-2003 waren bij 450 koude-eenheden procentueel minder stengels aanwezig in klasse 40-20 I dan bij de overige behandelingen (tabel 9). Ook het procentuele gewicht was bij dit object betrouwbaar lager. Het gemiddeld stengelgewicht was bij het object 350 en 400 koude-eenheden het hoogst bij de klasse 40-20. Bij de klasse 40-15 was bij 400 en 450 koude-eenheden het gemiddeld stengelgewicht het hoogst.

Tabel 9. **Procentuele verdeling (%) en gemiddeld stengelgewicht (g) van de sorteringen in 2002/2003.**

Koude-eenheden	kwaliteit I 40-20			kwaliteit I 40-15		
	aantal	gewicht	stengel gewicht	aantal	gewicht	stengel gewicht
300	73	82	130	27	18	77
350	75	85	142	25	15	76
400	70	80	145	30	20	83
450	58	69	134	42	31	83
Gemiddeld	69	79	138	31	21	80
<i>Lsd</i> ($\alpha=0,05$)	7,9	5,9	13,1	7,9	5,9	8,2
p=	0,004	<0,001	0,10	0,004	<0,001	0,17

Tabel 10 en figuur 2 geven de gecumuleerde opbrengsten kwaliteit I in 2000-2001 weer per oogstdatum. In de tabel staan ook aangegeven de data waarop 50% respectievelijk 95% van de oogst gerealiseerd was.

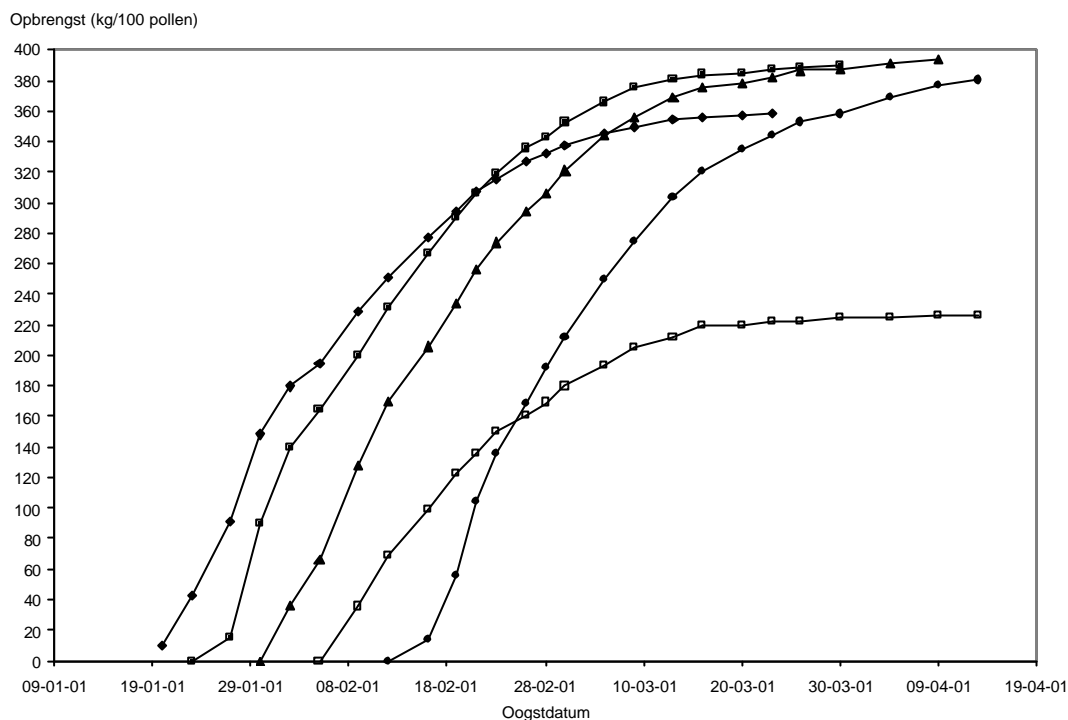
Tabel 10. Gecumuleerd opbrengstverloop totale productie kwal I* in 2000/2001.

Dagno	datum	Gewicht kwal. I totaal (kg per 100 pollen)**			
		300 KK	400 KK	300 NAT	400 NAT
20	20-1	10			
23	23-1	43	0		
27	27-1	91	16		
30	30-1	148	90	0	
33	2-2	180	140	36	
36	5-2	195	164	67	
40	9-2	229	200	127	
43	12-2	252	231	169	0
47	16-2	278	267	206	14
50	19-2	295	290	234	56
52	21-2	308	307	256	104
54	23-2	315	319	274	136
57	26-2	327	336	295	169
59	28-2	332	343	306	192
61	2-3	337	353	321	211
65	6-3	<u>345</u>	366	344	250
68	9-3	350	<u>376</u>	356	274
72	13-3	354	380	369	303
75	16-3	356	384	<u>375</u>	320
79	20-3	358	385	378	335
82	23-3	359	387	382	344
85	26-3		388	387	353
90	30-3		390	388	358
93	4-4			391	<u>369</u>
98	9-4			394	377
102	13-4				380

*Om vroegheidsverschillen aan te geven is de **50% oogstdatum** vet afgedrukt en de 95% oogstdatum onderstreept.

**KK is koude-eenheden door koeling; NAT= op veld opgebouwde koude-eenheden.

Het vroegst was in de proef van 2000/2001 het object met 300 kunstmatige koude-eenheden gevolgd door het object met 400 kunstmatige koude-eenheden. Dit werd alleen veroorzaakt doordat met koeling in de cel in seizoen 2000/2001 sneller het beoogde aantal koude-eenheden bereikt werd dan in het veld. Daardoor kon de forcering eerder van start kon gaan.



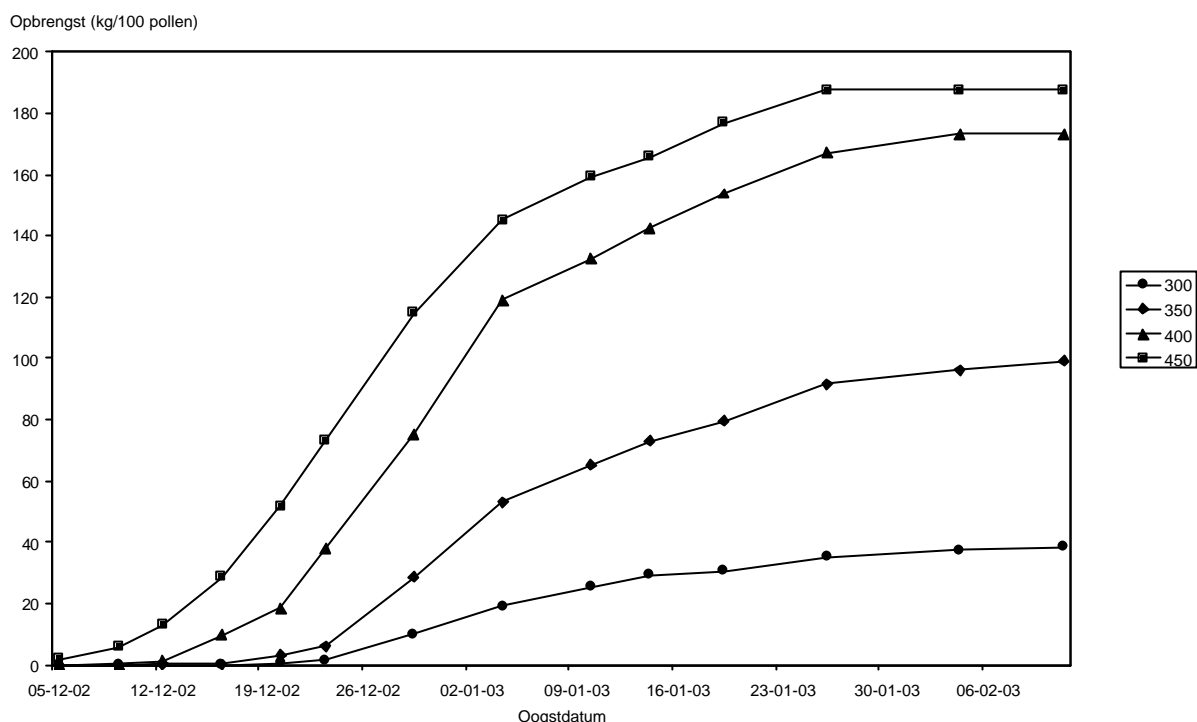
Figuur 2. Gecumuleerd opbrengstverloop totale productie kwaliteit I per koude eenheid behandeling, 2000/2001.

In tabel 11 en figuur 3 zijn de gecumuleerde opbrengsten kwaliteit I in 2003 weergegeven. De productie bij 450 koude-eenheden kwam het eerst op gang en bij 300 koude-eenheden het laatst. De totale productie nam toe bij hogere koude-eenheden.

Tabel 11. Gecumuleerd opbrengstverloop totale productie kwaliteit I per koude eenheid behandeling (kg per 100 pollen), 2002/2003.

Dag nummer	datum	300	350	400	450
339	5 dec 2002	0	0	0	1,9
343	9 dec 2002	0	0	0,3	5,9
346	12 dec 2002	0	0,3	1,2	13,0
350	16 dec 2002	0	0,3	9,6	28,6
354	20 dec 2002	0,6	3,0	18,5	51,9
357	23 dec 2002	1,4	6,1	38,0	73,2
363	29 dec 2002	10,0	28,5	75,3	114,7
4	4 jan 2003	19,1	53,2	119,0	145,3
10	10 jan 2003	25,5	65,1	132,3	159,1
14	14 jan 2003	29,2	73,1	142,5	165,9
19	19 jan 2003	30,6	79,7	153,8	<u>176,7</u>
26	26 jan 2003	35,2	91,7	<u>167,1</u>	187,7
35	4 feb 2003	<u>37,5</u>	<u>96,3</u>	173,2	187,7
42	11 feb 2003	38,5	99,1	173,2	187,7

Om vroegheidsverschillen aan te geven is de **50% oogstdatum** vet afgedrukt en de 95% oogstdatum onderstreept.



Figuur 3. Gecumuleerd opbrengstverloop totale productie kwaliteit I per koude eenheid behandeling 2002/2003.

3.3 Verband tussen zetmeel-/suikersgehalten en productie

In de tabellen 12 en 13 zijn voor de beide seizoenen het *verloop in de tijd* van de zetmeelgehalten en de productie in beeld gebracht. De figuren 4 en 5 geven *per koudesom* het verband weer tussen het verloop van zetmeel-suiker-gehalten en het verloop van de productie.

Tabel 12. Zetmeelgehalte tussentijds, bij rooien op één datum en bij opzetten op verschillende datums bepaald en de productie van klasse I stengels in kg in het seizoen 2000/2001.

bemonstering>	tussentijds	bij rooi							productie (kg/100 pollen)	
		datum	2-10	24-11	3-12	12-12	21-12	28-12		14-1
object 0	546		129							-
100	-		129							-
200 KK	-		129	42						-
300 KK	-		129		138					359
400 KK	-		129			215				390
300 NAT	-		129				150			394
400 NAT	-		129					171		380
500 NAT	-		129						72	226

In 2000/2001 was bij de bemonstering op 24 november het zetmeelgehalte 129 gram per kg drogestof (tabel 12). De geforceerde objecten gaven allen een goede opbrengst per pol te zien. Het object met het laagste zetmeelgehalte (138 gram) blijft in productie wat achter, maar deze lagere productie is niet betrouwbaar lager van de overige objecten waar het zetmeelgehalte bij opzetten in de forceerruimte hoger was. Het oriënterende object van 500 koude-eenheden met een laag zetmeelgehalte van 72 gram per kilo, en een hoog totaal suikergehalte leverde een aanzienlijk lagere productie op dan de overige objecten.

Productieniveau tussen 300 en 400 eenheden geeft geen verschil in productie te zien. Pollen waarbij koude-eenheden natuurlijk opgebouwd zijn of waarbij deze kunstmatige opgebouwd zijn geven geen verschil in productie te zien. Het saccharosegehalte is bij kunstmatige koude, zowel bij 300 als 400 eenheden, hoger dan bij natuurlijke koude, maar dat

heeft geen invloed op de productie.

Tabel 13. **Zetmeelgehalte bij rooien op verschillende datums en bij opzetten op éénzelfde datum bepaald en de productie van klasse I stengels in kg in het seizoen 2002/2003.**

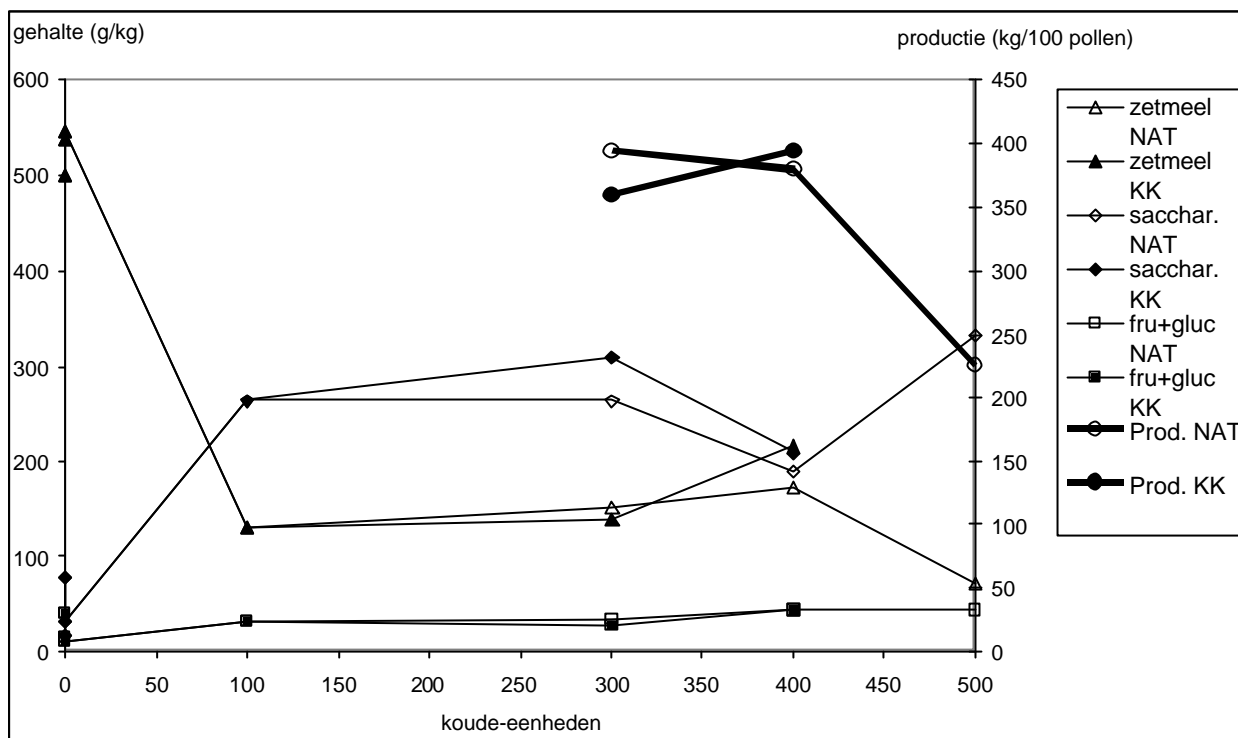
Object	bemonstering bij rooi						Bij opzet	Productie (kg/100 pollen)
	Datum 13-9	20-9	26-9	1-10	4-10	11-10		
200 KK	336					82	44	0
250 KK	336				88		24	0
300 KK	336			70			30	38,5
350 kk	336		77				17	99,1
400 KK	336	292					14	173,2
450 KK	336						31	187,7

In het seizoen 2002/2003 is half september het zetmeelgehalte in de pollen op het veld 336 g/kg drogestof (tabel 13). Twee weken later is het zetmeelgehalte in het veld sterk gedaald tot 77 gram. Bij latere rooivatums blijft dit gehalte nagenoeg gelijk. Bij deze lage zetmeelgehalten vormen zich geen of nauwelijks oogstbare stengels. Bij de 200 KK en 250 KK verkleurden de knoppen wel, maar ze liepen niet verder uit dan maximaal 15 cm. Bij 300 KK liep slechts een enkele stengel uit. Dit terwijl deze hoeveelheid eenheden in de literatuur geadviseerd worden als optimaal (*Aalbergsberg, 1996*). Ook de 350 eenheden die in de praktijk meestal aangehouden wordt leverde een lage productie op. Toedienen van 400 en 450 KK, bij een zetmeelgehalte van respectievelijk 292 en 336 gram per kilo drogestof, leveren de hoogste productie op. Bij 450 KK neemt wel het aantal dunnere stengels in verhouding sterk toe.

Het verband tussen gehalten en productie in 2000/2001 is in figuur 4 in beeld gebracht voor het traject van 0 tot 500 koude-eenheden voor de zowel in de koeling als de op het veld opgebouwde koudesommen. Het onlogisch lage zetmeelgehalte bij 200 eenheden KK is hierin niet meegenomen. Hoewel maar in enkelvoud beproefd, is het object 500 in het veld opgebouwde koude-eenheden ter oriëntatie in de figuur 4 meegenomen.

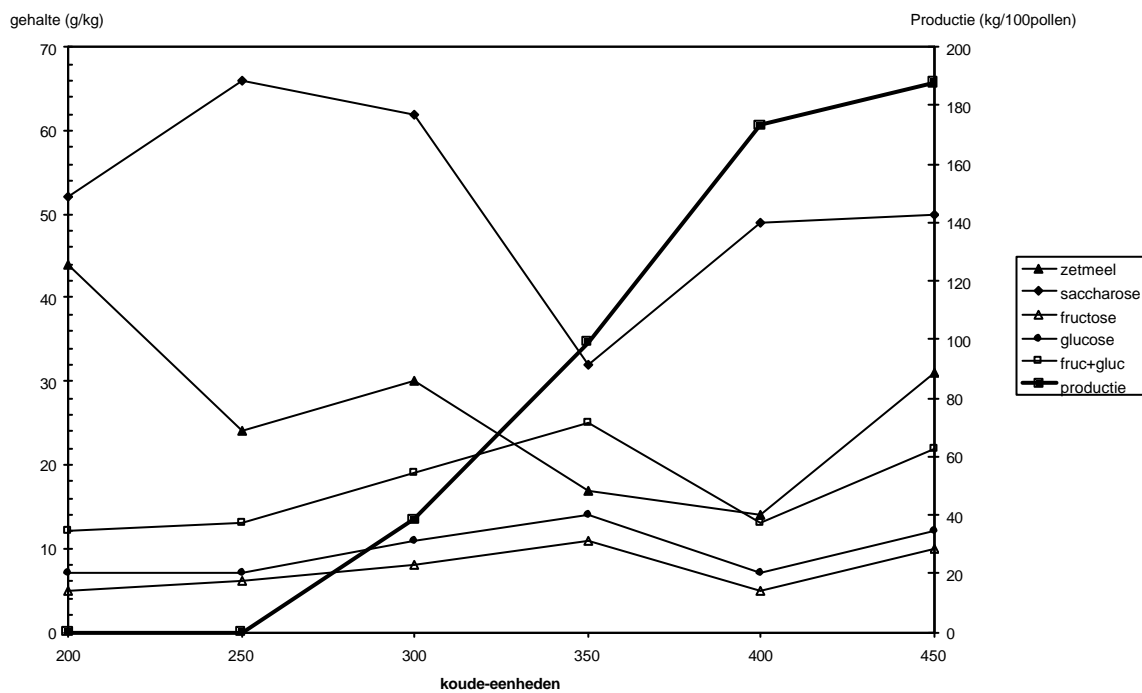
De figuur toont de afname van het zetmeelgehalte en de toename van het gehalte aan saccharose van 0 tot 100 koude-eenheden. Van 100 tot 300 koude-eenheden blijven deze gehalten vrij constant. Bij 400 koude-eenheden is het zetmeelgehalte licht gestegen en het saccharosegehalte is duidelijk gedaald, zonder dat de productie hierdoor wezenlijk wordt beïnvloed.

Bij het beperkt beproefde object met 500 koude-eenheden valt het omgekeerde proces waar te nemen: stijging van het saccharosegehalte en daling van het zetmeelgehalte. Ook de productie gaat bij 500 koude-eenheden fors onderuit. In deze proef zijn bij alle parameters maar kleine verschillen vastgesteld tussen de opbouw van de koude-eenheden op natuurlijke wijze (op het veld) en op kunstmatige wijze (door koeling).



Figuur 4. Verloop van zetmeelgehalte, suikergehalte en productie (totaal kwal. I kg/100 pollen) na verschillende kunstmatige koude-eenheden (KK) of natuurlijke koude-eenheden (NAT), 2000/2001.

In 2002-2003 was het verband tussen de gemeten gehalten bij opzetten en de uiteindelijke productie niet duidelijk aanwezig (figuur 5).



Figuur 5. Verloop van zetmeelgehalte, suikergehalte en productie (totaal kwal I kg/100 pollen) na verschillende kunstmatige koude-eenheden, 2002/2003.

4. Bespreking resultaten

4.1 Koudesom

Uit de meerjarige vergelijking van de koude sommen volgens de Engelse methode (telling van 10°C tot -2°C) en de in Nederland soms in de praktijk gehanteerde methode (telling van 10°C tot 0°C) blijkt dat er sommige seizoenen verschillen in koudesommen ontstaan, waardoor in de praktijk 1- 2 dagen later opgezet kan worden. Deze verschillen zijn relatief klein, maar in het streven naar primeur kan enkele dagen belangrijk zijn. Het is van belang één telmethode te volgen waarbij de Engelse telmethode de voorkeur verdient, omdat naast de vervroeging in sommige seizoenen, ook de vergelijking met koudesommen met Engelse onderzoek wordt vergemakkelijkt.

4.2 Verband tussen zetmeel-/suikersgehalten en productie

Proef 2000/2001: Uit figuur 4 blijkt dat in 2000/2001 de grootste veranderingen in zetmeel- en saccharosegehalten zich al voltrokken hebben in de eerste fase van de koude opbouw (van 0 tot 100 koude-eenheden). In het traject van 200 tot 400 koude-eenheden variëren deze gehalten nog wel wat, maar hierdoor wordt de productie van de geforceerde rabarber niet wezenlijk beïnvloed, althans niet bij de ijkpunten van 300 en 400 koude-eenheden. Het drogestof percentage en de gehalten van fructose en glucose worden weinig beïnvloed door koude.

In deze proef is de rabarber met 300 en 400 koude-eenheden voldoende forceerrijp geweest voor een goede productie. Er is een indicatie dat 500 koude-eenheden de productie doet dalen.

Verder lijkt het voor de productie weinig uit te maken of de koude-eenheden via koeling of op het veld verkregen worden

Proef 2002/2003

In 2002/2003 was het verloop van suikers/zetmeel en productie op een veel lager niveau en ook anders dan in 2000/2001. De oorzaken daarvoor kunnen zijn:

- a) De oprooi- en forceerperiode was in 2002/2003 gemiddeld 2 maanden eerder dan in 2000/2001. Daar is bewust voor gekozen, omdat de vragen rond forceerrijpheid juist bij de vroegste trek spelen.
- b) Het hoogste zetmeelgehalte was in 2002/2003 ruim 200 punten lager dan in seizoen 2000/2001. In 2002/2003 zijn 2,5 jarige pollen gebruikt. Naar verwachting hebben die qua zetmeel hogere gehalten hebben dan 1,5 jarige pollen. Een oorzaak voor het lage gehalten zou de oogst in mei geweest kunnen zijn. Maar voor het vinden van goede graadmeters voor bepaling van forceerrijpheid behoort de in mei uitgevoerde oogst geen belemmering te zijn. *Een goede graadmeter dient namelijk om, los van de voorgeschiedenis van de pollen, het juiste forceermoment te kunnen aangeven.* Wel kan de mei-oogst van invloed geweest zijn op de hoogte van de productie.
- c) Het hoogste zetmeelgehalte werd aangetroffen bij de vroegste rooi op 13-9, gevolgd door het zetmeelgehalte bij de rooi op 20 september. Bij die rooidata hadden de pollen nog zoveel gewas dat het geklepeld moest worden voor het rooien. Op latere oogstdatums zijn lagere zetmeelgehalten gevonden. Vanaf 26 september bleef het gehalte nagenoeg gelijk.

Normaal gesproken loopt het zetmeelgehalte niet zo sterk terug, temeer omdat het gewas nog nauwelijks (minder dan 10) koude-eenheden heeft opgebouwd. Een oorzaak kan zijn dat het in rust tredende gewas zijn zetmeelreserves in andere plantedelen dan de gemeten wortelmonsters opslaat (herverdeling in de pol). Een andere oorzaak is wellicht dat het zetmeel al omgezet is in bijvoorbeeld polysacchariden (die zijn niet bepaald) en nog niet in saccharose en glucose/fructose. Deze oorzaak is erg onwaarschijnlijk, omdat omzetting naar polysacchariden een eerste stap is naar beter forceerbare pollen. De pollen met de lage zetmeelgehalten bij rooi gaven juist een lage productie.

In het proefseizoen 2002/2003 is het zetmeelgehalte bij de eerste rooi op 12 september in de pollen op het veld 336 g/ per kg drogestof (tabel 13). Twee weken later is het zetmeelgehalte in het veld sterk gedaald tot 77 gram. Bij latere rooিদatums blijft dit gehalte gelijk. Bij deze lage zetmeelgehalten vormen zich geen of nauwelijks oogstbare stengels. Bij de 200 KK en 250 KK verkleurden de knoppen wel, maar ze liepen niet verder uit dan maximaal 15 cm.

Bij 300 KK liep slechts een enkele stengel uit. Dit terwijl deze hoeveelheid koude-eenheden in de literatuur geadviseerd worden als optimaal (Aalbergsberg, 1996). Ook de 350 eenheden die in de praktijk meestal aangehouden wordt, leverden een lage productie op.

Vroege rooi in combinatie met het toedienen van 400 en 450 KK, bij een zetmeelgehalte van respectievelijk 292 en 336 gram per kilo drogestof, leveren de hoogste productie op. Bij 450 KK neemt wel het aantal dunnere stengels in verhouding sterk

toe.

Dit resultaat is analoog aan de proef met *vroeg* opgerooide pollen in Engeland (Stockbridge house 1977). Twee jaar oude pollen van het ras Timperley Early zijn toen achtereenvolgens opgerooid op 30 juli, (obj A) 6 augustus (obj B), 20 augustus (obj C), 1 september (obj D) en 8 september (obj E). Door koeling kreeg object A 330 koude-eenheden, Obj. B en C 270 koude-eenheden en Obj. D en E respectievelijk 150 en 80 eenheden. Obj. A kwam tot 1,96 kg/pol marktbaar product, de objecten B en C tot 1,86 en 1,62 kg/pol marktbaar. De andere objecten scoorden geen opbrengst.

Dit sluit aan bij de conclusie van Duits onderzoek (Krug, 1991), uitgevoerd met het vroege ras Timperley Early en het latere ras Holsteiner Blut. Door kortere daglengte nam bij deze rassen de groeicapaciteit van beide rassen af vanaf eind juli. Voor Timperley Early werd de diepste (autonome) rust bereikt in september en voor het latere ras Holsteiner Blut in oktober.

Tegen bovenstaande achtergrond is het waarschijnlijk dat de vroeg opgerooide pollen van het late ras Goliath nog niet of maar gedeeltelijk in rust getreden waren. De toegediende koude kon de al gedeeltelijk ingetreden rust ongedaan maken. Bij de objecten met de vier laagste koude-eenheden (proef 2002/2003) is kennelijk de koude-behandeling onvoldoende geweest, om de al verder ingetreden rust van deze later gerooide pollen te breken. De knoppen van deze objecten zijn niet of nauwelijks uitlopen.

Gemeenschappelijke effecten die in beide seizoenen 2000/2002 en 2002/2003 optraden:

- 1) De objecten met het hoogste zetmeelgehalten bij rooi gaven de beste productie.
- 2) De beste productie werd beide jaren gevonden bij kunstmatige koude van 400 koude-eenheden.
- 3) Door het toedienen van koude-eenheden daalt het gehalte aan zetmeel en stijgt het saccharose-gehalte.

5. Conclusies en aanbevelingen

Uit deze proeven, uitgevoerd met het doel betrouwbare parameters te ontwikkelen voor een optimale bepaling van de forceerrijpheid, blijkt het volgende.

1. Een duidelijke relatie tussen zetmeel- en suikergehalte bij oprooien of bij inzetten en de uiteindelijke productie werd over beide proefseizoenen gerekend, niet aangetroffen.
2. Een grote verandering in zetmeelgehalten is wellicht een bruikbare maatstaf voor bepaling forceerrijpheid, maar de mate van verandering kan tussen jaren sterk verschillen. Deze is afhankelijk van de hoeveelheid zetmeel die door de wortels aangemaakt is.
3. Het saccharose-gehalte bleek in 2002/2003, in tegenstelling met 2000/2001, geen maatstaf om de forceerbaarheid van rabarber aan te geven.
4. Het droge stofgehalte en de gehalten aan glucose en fructose bleken beide proefjaren minder geschikte maatstaven voor bepaling forceerrijpheid vanwege de geringe en niet-éénduidige veranderingen bij toenemende koude-eenheden.
5. Uit de proef 2000/2001 bleek dat de wijze van opbouw van de koude-eenheden (kunstmatig door koeling dan wel door de natuur in het veld) geen invloed had op de productie of sortering althans niet bij de ijkpunten 300 en 400 koude-eenheden.
6. Uit de meerjarige vergelijking van de in Nederland gehanteerde verschillende manieren van de koude-eenheden-tellingen blijkt dat er in sommige jaren verschillen van 1-2 dagen optreden in opzetdatum.

Bij verder onderzoek naar goede maatstaven ter bepaling van de forceerrijpheid van rabarber voor de vroegste trek, verdienen de volgende punten sterke aanbeveling.

- a) Voor de proefopzet dient weer gekozen te worden voor 1 opzetdatum en meerdere rooidatums, gelijk de proef in 2002/2003. De rooidatums kunnen wellicht 2-4 weken vervroegd worden, afhankelijk of de zetmeelgehalten hoog genoeg zijn.
- b) De zetmeel- en saccharose -gehalten dienen bij rooi en in een traject van 250-450 koude-eenheden frequent bepaald te worden (bijv. elke 50 koude-eenheden).
- c) Ook het forceren van rabarber dient over een breed traject en met tussenstappen uitgevoerd te worden (bijv van 250 koude-eenheden tot 450 koude-eenheden met tussenstappen van 50 koude-eenheden).
- d) Uitgegaan kan worden van opbouw van de koude-eenheden door *alleen door koeling*, daar deze methode wat productie betreft, weinig lijkt te verschillen met koude opbouw in het veld. Zodoende wordt aangesloten bij het praktijkstreven om via koeling zo vroeg mogelijk in het seizoen over forceerrijpe rabarberpollen te beschikken.
- e) Eénheid in *telmethode van de koude-eenheden* voor de praktijk en onderzoek in Nederland is nodig voor een goede onderlinge vergelijking. Daarbij verdient het de voorkeur de zogenaamde Engelse telmethode (waarbij de graden Celsius tot - 2 ook meegeteld worden), omdat deze telmethode in sommige seizoenen tot wat vervroeging leidt, ook omdat dan een goede vergelijking mogelijk is met internationaal uitgevoerd rabarberonderzoek.

Literatuur

Aalbergsberg, 1996, 40^e Beschrijvende rassenlijst Groentegewassen voor de teelt in de vollegrond; CPRO-DLO, p. 133-135.

Heijde, W. van der, 1958. Beknopt overzicht der plantkunde. 12^e druk, 179 p.

Rutherford, P.P., A.P. Sewell en M.W. Case. 1972. Carbohydrate changes during cold storage of rhubarb cultivar Victoria. *Experimental Horticulture* 24, p. 37-42.

Kanters, F.M.L., J. Jeurissen en C. van Wijk. 1991. Optimalisering van de forcering van rabarber. Jaarboek 1990/1991 Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond/ Regionale onderzoekscentra. Publikatie nr 58. P 155-161.

Krug, H. 1991, Aktivitätwechsel von Rhabarber und seine Bedeutung für Anbau und Treiberei. *Gartenwissenschaft* 3/91, p 93-98.

Whitwell, J. 1976. Rhubarb: Timperley Early – Virus Tested 2 year-old Field Grown Crowns , Early Forcing Observation. *Stockbridge Annual Report*, p 63-64.