

---

# De invloed van droogtestress op groei en kwaliteit van suikerbieten

*The influence of drought stress on growth and quality of sugar beets*

D.A. van der Schans en H. Drenth, PAGV

---

## 1. Inleiding

Voor een optimale groei en produktie moet een plant onder goede omstandigheden voortdurend over voldoende bouwstoffen kunnen beschikken. Naarmate produktievoorwaarden zoals grondbewerking, gewasbescherming en bemesting steeds meer geoptimaliseerd worden, zal de factor vochtvoorziening belangrijker worden. Water dient behalve als bouwstof ook als transportmedium voor voedingsstoffen, terwijl bij een vochttekort meer energie nodig is voor de onttrekking van water en het ontwikkelen van wortels.

Een goede vochtvoorziening kan behalve economisch aantrekkelijk zijn, ook de teeltrisico's van droogtegevoelige gronden verkleinen.

Om het effect van een beperkte vochtvoorziening op de groei en ontwikkeling van suikerbieten beter te leren kennen en groeimodellen te toetsen, heeft het PAGV in 1983 en 1984 met het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) onderzoek gedaan op de proefboerderij Sinderhoeve te Renkum. Dit onderzoek valt binnen een reeks van beregeningsonderzoeken in akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen die in de jaren 1981 tot en met 1986 zijn uitgevoerd. Het doel van de proef was inzicht te krijgen in het waterverbruik van het gewas suikerbieten in relatie tot de produktie en de kwaliteit. De uit het onderzoek verkregen resultaten betreffende groei, gewasverdamping en bodemvocht zijn verzameld met het doel het op het ICW ontwikkelde produktiesimulatiemodel SWACRO met behulp van de nodige gewasparameters geschikt te maken voor het gewas suikerbieten.

Uiteindelijk zal het geheel moeten leiden tot een geautomatiseerd adviessysteem voor de berekening in de landbouw. Het te ontwikkelen systeem moet het mogelijk maken op bedrijfsniveau aan te geven of er

wel of niet beregend moet worden en, wanneer er in meerdere gewassen beregend moet worden, welk gewas de hoogste prioriteit heeft.

## 2. Opzet van het onderzoek

Het onderzoek vond plaats op de proefboerderij Sinderhoeve te Renkum. Het proefveld lag op een kamppodzolgrond; een droogtegevoelige zandgrond met een humeus dek van 40 cm en een maximale bewortelingsdiepte van circa 60 cm. De hoeveelheid makkelijk opneembaar vocht in de bewortelbare zone bedroeg ongeveer 70 mm en het grondwater bevond zich op een diepte van ongeveer 15 meter beneden maaiveld.

De locatie van dit proefveld is gekozen vanwege de profielopbouw. Er moest in de proef gemakkelijk droogtestress optreden en er mochten geen grondwaterinvloeden zijn. Nadelen van een dergelijk profiel zijn het gemakkelijk optreden van percolatie en de moeilijk vast te stellen vochtinhoud van de sterk grindhoudende lagen die ook in dit profiel voorkomen. De locatie is gevoelig voor nachtvorst. De voorvrucht was in beide jaren wintertarwe.

De berekening is uitgevoerd met een beregeningsinstallatie die bestond uit een door een haspel voortgetrokken spuitboom van 24 meter breed. Op de spuitboom waren sproeidoppen bevestigd met een onderlinge afstand van 37,5 cm. De installatie was zodanig geautomatiseerd dat er zonder toezicht beregend kon worden.

De gekozen installatie maakte het mogelijk dat er beregend kon worden als de weersomstandigheden gunstig waren, zoals weinig wind en weinig rechtstreekse verdamping. De beregeningsgift kon hierdoor nauwkeurig worden gedoseerd, hetgeen noodzakelijk is voor een nauwkeurige berekening van de vochtbalans.

Het gewas is in beide jaren als een praktijkgewas geteeld.

**Tabel 22.** Grondanalyse proefboerderij Sinderhoeve, Renkum.

pH-KCl	org. st.	P-Al	K-gehalte	MgO
5,1	6,2	62	12	92

De volgende bemestingen zijn uitgevoerd.

**Tabel 23.** Bemesting per jaar.

jaar	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	CaO
1983	220	50	150	100	1,5	625
1984	190	50	160	100	1,5	625

De gewasbescherming is volgens praktijk uitgevoerd.

In de proefopzet zijn drie behandelingen gerealiseerd in vier herhalingen.

*Niet beregend*

- Doel was het creëren van een object met een hoge mate van droogtestress. Er is op deze behandeling niet beregend.

*Matig beregend*

- Doel was het creëren van een object met enige mate van droogtestress. Beregening is gestart als de tensiometers op 25 cm minus maaiveld gedurende twee dagen een drukhoogte van 700 mbar overschreden. Er is 15 mm water gegeven.

*Optimaal beregend*

- Doel was het creëren van een controle-object. Op dit object mocht geen droogtestress ontstaan. Beregening is gestart als de tensiometers op 25 cm minus maaiveld een drukhoogte van 400 mbar overschreden. Er is dan 15 mm water gegeven.

### 3. Resultaten

#### 3.1. Gewasreacties

Gedurende het hele groeiseizoen, van zaaien tot de eind oogst, is de gewasontwikkeling nauwkeurig vastgelegd. Parameters als gewashoogte, bodembedekking, specifiek bladoppervlak en de opbrengst van de verschillende plantedelen zijn elke twee weken gemeten. Van de bietwortel is het suikergehalte en de winbaarheid ervan bepaald.

##### 3.1.1. Het groeiseizoen 1983

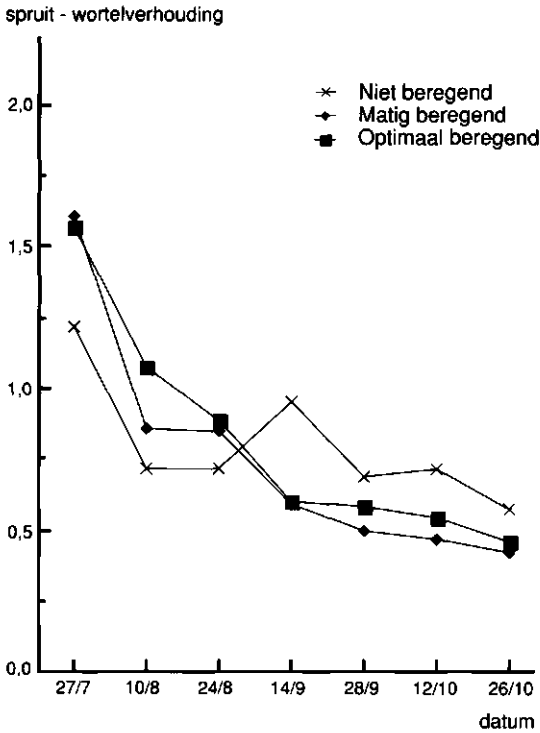
De opkomst was 14 dagen na de zaaidatum 26 april. Gedurende de maand mei waren de weersomstandigheden bijzonder slecht en het gewas ontwikkelde zich zeer traag. De maximum dagtemperatuur lag tussen de 9 en 12°C en het was aanhoudend zeer nat. Van 10 mei tot 6 juni produceerde het gewas slechts 0,6 kg drogestof per are. Vanaf 1 juni steeg de gemiddelde dagtemperatuur boven de 16°C en op 28 juni bereikte het gewas 100% bodembedekking.

Vanaf 13 juli werd er beregend en traden er verschillen tussen de behandelingen op. Door het aanhoudend droge weer namen de vochtspanningen toe. De beregeningen werden conform de proefopzet uitgevoerd, hetgeen resulteerde in grote verschillen in productiesnelheid tussen de objecten. In de periode van eind juli tot 20 augustus stierf het loof van de niet beregende veldjes volledig af. Na 20 augustus viel er voldoende neerslag om het gewas op het niet beregende object te laten hergroeien. Er werd nieuw loof gevormd en de wortelproductie nam weer toe. Aan het einde van het groeiseizoen daalde de gemiddelde temperatuur onder de 5°C en nam de totale hoeveelheid drogestof in de periode van 12 tot 26 oktober niet meer toe.

##### *Verdeling naar blad en wortel*

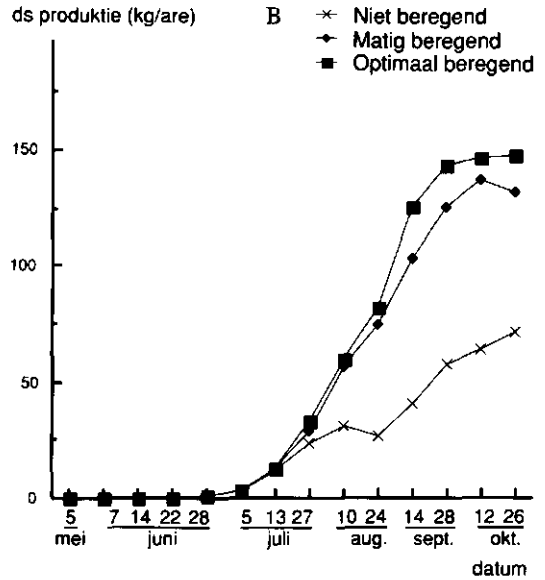
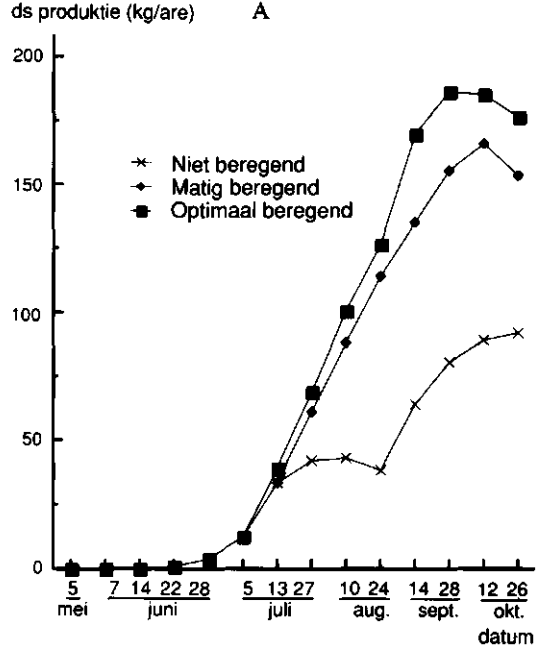
De bodemvochtsituatie heeft een sterke invloed op de verdeling van de produktietoename naar loof en

wortels. Bij hoge vochtspanningen in de grond gaat de hele produktie naar de wortel in de vorm van drogestof of suikers en sterft het bladapparaat af. Wordt later in het seizoen onder invloed van natuurlijke neerslag de vochtspanning in de bouwvoor lager, dan treedt er hergroei van het bladapparaat op. Dan gaat 50% van de produktietoename naar het blad. Heeft het bladapparaat zich hersteld, dan daalt het aandeel van de produktie dat naar het loofapparaat gaat tot ongeveer 20%. Een goed van vocht voorzien gewas blijft gedurende het hele groeiseizoen blad produceren. Aanvankelijk gaat 80 tot 90% van de drogestofproduktie naar het bladapparaat, maar later zakt dit naar slechts 20%.



**Fig. 4.** De spruit - wortelverhouding in de drogestof bij drie verdampingsniveaus in 1983.

**Fig. 4.** *Sprout - root ratio in the dry matter at three different soil moisture levels in 1983.*



**Fig. 5.** Drogestofproduktie totaal (A) en netto (B) biet-wortel bij drie verdampingsniveaus, in 1983.

**Fig. 5.** *Total dry matter production (A) and dry matter of the beet root (B) at three different soil moisture levels, in 1983.*

Bij de optimaal beregende behandeling nam dat gedeelte van de produktietoename dat ten goede kwam aan de bietwortelproductie aanvankelijk 20% in. Nadat eind juni volledige bodembedekking was bereikt, steeg dit aandeel van 20% naar 80% (10 augustus). In de laatste fase van het groeiseizoen steeg dit aandeel zelfs tot 90%.

### Suikerproductie

Ook in het verloop van het suikergehalte en de winbaarheid gedurende het groeiseizoen zijn fluctuaties

ten gevolge van droogtestress opgetreden. Het drogestofgehalte van de biet wordt sterk beïnvloed door deze fluctuaties in droogtestress. Dit heeft directe gevolgen voor het suikergehalte, dat normaliter als percentage van het versgewicht wordt gegeven. Om de veranderingen in de suikerproductie goed te kunnen beoordelen is het aandeel van de suiker in de biet uitgedrukt als het gehalte suiker in de drogestof. Uit de gehalten blijkt dat bij de twee beregende objecten het aandeel suiker in de drogestof na 10 augustus geleidelijk toenam van 73 tot 79%. Bij het niet beregende object daalde het suikergehalte na half augustus onder invloed van hernieuwde bladgroei tot een niveau van rond de 70%.

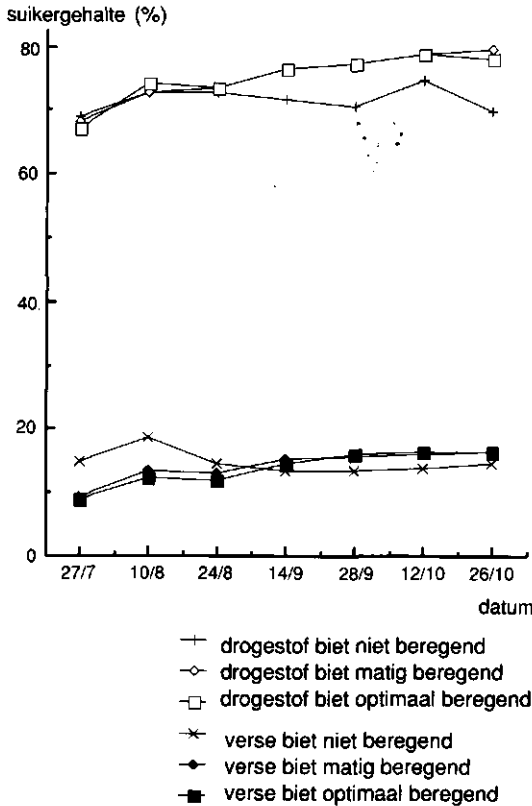


Fig. 6. Overzicht van het suikergehalte in de verse biet en in de drogestof van de biet bij de drie verdampingsniveaus, in 1983.

Fig. 6. Sugar content of fresh beet roots and in the dry matter of the beet roots at three soil moisture levels, in 1983.

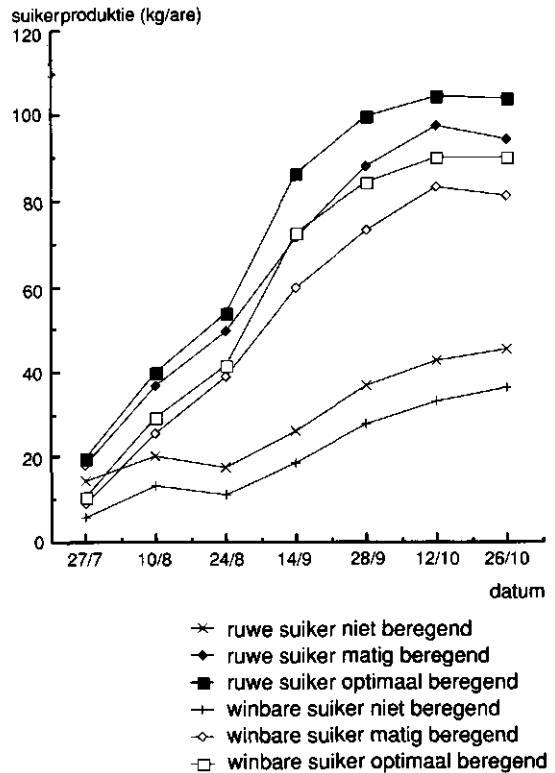
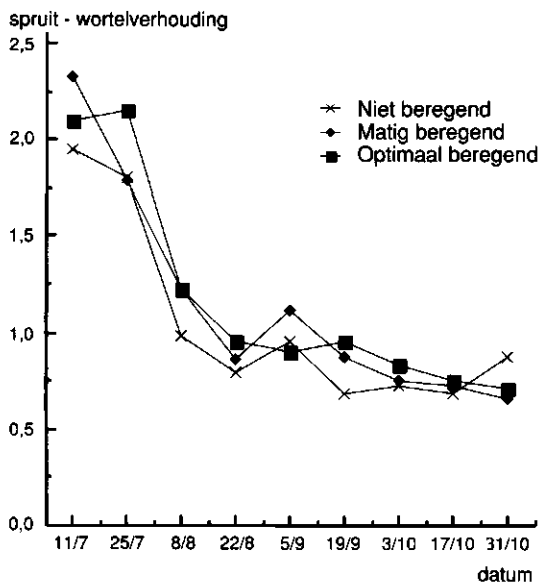


Fig. 7. Suikerproductie (kg/are) en winbare suiker, bij drie verdampingsniveaus, in 1983.

Fig. 7. Sugar production (kg/are) and net sugar, under three soil moisture levels, in 1983.



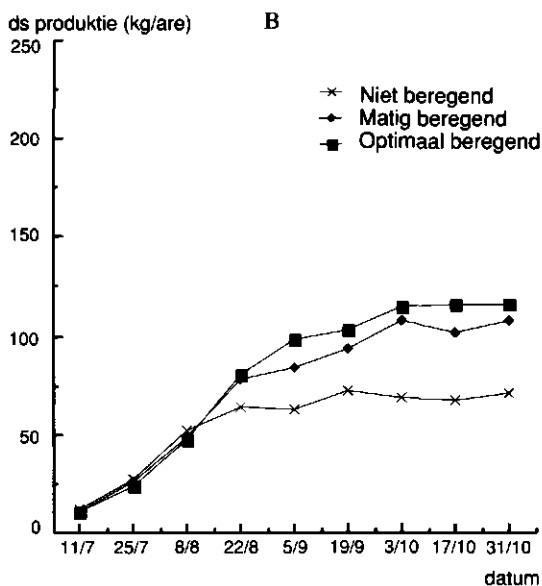
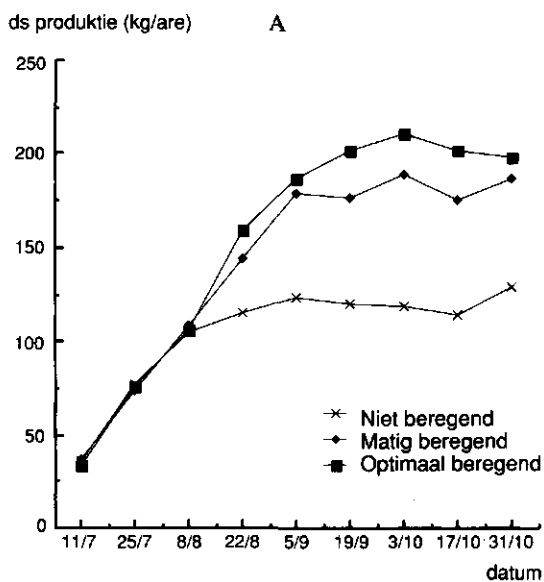
**Fig. 8.** De spruit - wortelverhouding in de drogestof bij drie verdampingsniveaus, in 1984.  
**Fig. 8.** Sprout - root ratio in the dry matter at three different soil moisture levels, in 1984.

### 3.1.2. Het groeiseizoen 1984

In 1984 is er op 29 april gezaaid. Rond 9 mei werd een opkomst van 85 à 90% bereikt. Eind mei was het gewas in het vierblad-stadium en half juni in het achtblad-stadium. De gewasontwikkeling verliep dit jaar voorspoedig. De maximum dagtemperatuur lag in mei rond de 15°C. De temperaturen liepen in de tweede helft van juni op tot 25°C en de neerslag was gering. De maanden juli en augustus waren warm en er viel weinig neerslag, zodat er een aanzienlijk verdampingsoverschot optrad en beregening noodzakelijk was. Er traden grote verschillen tussen de objecten op. In september en oktober was het verdampingsoverschot negatief. Gedurende het einde van het groeiseizoen bleven de gemiddelde temperaturen boven de 10°C.

#### Verdeling naar blad en wortel

De spruit - wortelverhouding van de drogestof is een goede maat voor het verloop van de verdeling van de productie gedurende het seizoen. In het begin



**Fig. 9.** Drogestofproductie totaal (A) en netto bietwortel (B) bij drie verdampingsniveaus, in 1984.  
**Fig. 9.** Total dry matter production (A) and dry matter of the beet root (B) at three different soil moisture levels, in 1984.

van het groeiseizoen gaat de produktie hoofdzakelijk naar het bladapparaat. Tussen de derde oogst, op 11 juli, en de vierde oogst, op 25 juli, is de verdeling van de geproduceerde drogestof vrij abrupt verschoven van bovengrondse delen naar de wortel. Dit proces is op de niet en matig beregende behandelingen versterkt door de aanhoudende droogte in de periode van eind juli tot half augustus. Op de optimaal beregende behandeling zijn geen stressverschijnselen geconstateerd en is deze verschuiving dan ook veel geleidelijker. Bij de zevende oogst, op 5 september, is er op de niet en matig beregende behandelingen onder invloed van de beschikbaarheid van voldoende natuurlijk vocht, een tijdelijke verschuiving opgetreden richting bladapparaat. Voor de niet beregende behandeling was dit niet zo vreemd, want op dat moment was het bladapparaat nagenoeg geheel afgestorven en ontwikkelde zich een geheel nieuw bladapparaat. De verschuiving naar de spruit op de matig beregende behandeling geeft aan dat er bij dit gewas, ondanks veelvuldig beregenen, toch droogtestress is opgetreden.

### De suikerproduktie

Ook voor 1984 is het suikergehalte van de biet in de drogestof weergegeven. Na de droge periode, die eind juli begon en aanhield tot half augustus en waarin het gehele bladapparaat van het niet beregende object afstierf, volgde een periode met voldoende beschikbaar vocht. Het gewas ontwikkelde weer een nieuw bladapparaat en deze bladproduktie ging ten koste van de suikerproduktie. Dit komt tot uiting in de in figuur 10 getoonde suikergehalten in de verse biet en de drogestof van de biet. De achterstand die de niet beregende behandeling opliep ten opzichte van de twee andere behandelingen werd in de rest van het groeiseizoen niet meer goedgehaakt. De verschillen in suikergehalte in de drogestof tussen het matig en optimaal beregende object zijn gering. De verschillen in suikerproduktie tussen deze twee objecten worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de bietproduktie, zowel vers als drogestof.

suikergehalte 1984 (%)

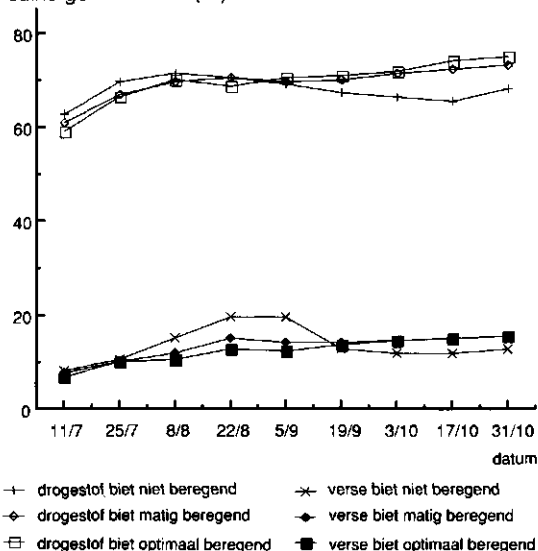


Fig. 10. Overzicht van het suikergehalte in de verse biet en in de drogestof van de biet bij de drie verdampingsniveaus, in 1984.

Fig. 10. Sugar content of fresh beet roots and in the dry matter of the beet roots at three soil moisture levels, in 1984.

suikerproduktie (kg/are)

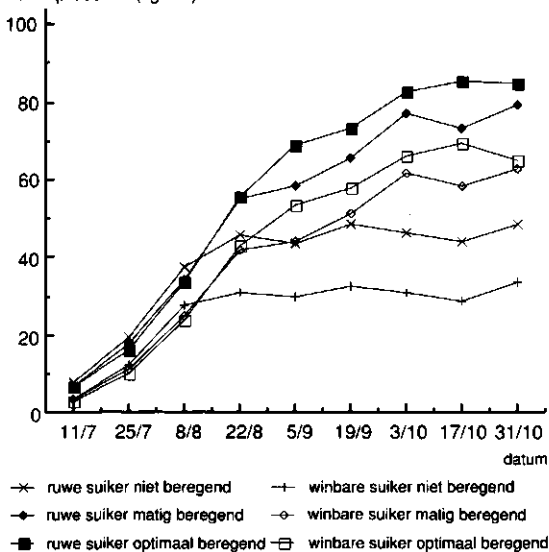


Fig. 11. Overzicht van de suikerproduktie en de winbare suiker bij drie verdampingsniveaus, in 1984.

Fig. 11. Gross sugar yield and net sugar yield under three soil moisture levels in 1984.

## 4. Discussie

### 4.1. Opbrengsten en gehalten

In tegenstelling tot wat in de literatuur wordt gesteld omtrent de groeifasen van de suikerbiet gedurende het eerste jaar van diens groei (Houba, 1973), komt uit dit onderzoek naar voren dat de verdeling van drogestof naar loof of bietwortel niet alleen wordt geïnduceerd door de fysiologische ouderdom van het gewas. Gedurende zijn vegetatieve fase blijkt het gewas steeds weer in staat het loofapparaat te herstellen en een groot deel van de groeitoename hier toe aan te wenden. Onder invloed van droogtestress en herbevochtiging ontwikkelt de plant minder of meer loof. In de objecten waar droogtestress optrad viel een aanmerkelijke stijging van de spruit - wortelverhouding waar te nemen, doordat na de droge periode de bladproductie opnieuw op gang kwam en wortelgroei nog enige tijd stagneerde.

Uit het onderzoek blijkt de grote invloed van extreme groeiomstandigheden op de kwaliteit van het geoogste produkt. Het suikergehalte in de drogestof van de biet en de winbaarheid zijn bij het niet beregende object aanmerkelijk lager dan bij het object waar de vochtvoorziening niet beperkend is geweest. De verschillen in winbaarheid waren in 1983 en 1984 respectievelijk 7 en 12% en de suikergehalten in de drogestof respectievelijk 10 en 6%.

Het object waar slechts een geringe droogtestress is opgetreden heeft in 1984 een iets lager suikergehalte en een iets lagere winbaarheid. In 1983 trad er geen verschil op tussen de objecten. De verschillen in winbaarheid worden verklaard door de aandelen kalium, natrium en alfa-aminostikstof in de bietwortel. Uit de analyses blijkt dat de mate van winbaarheid sterk wordt beïnvloed door het aandeel suiker in de drogestof. De absolute hoeveelheid mineralen per vierkante meter die de biet heeft opgenomen blijft nagenoeg gelijk, terwijl de hoeveelheid suiker in deze periode toeneemt.

### 4.2. Verdamping en produktie

In tabel 24 wordt de drogestof-productie per millime-

ter gewasverdamping voor de objecten gegeven. Zowel in 1983 als in 1984 is het matig beregende object het meest efficiënt met zijn water omgesprongen. Opmerkelijk is het verschil in absoluut niveau tussen de beide jaren.

Wat ook opvalt is het niveauverschil tussen de niet beregende en beregende objecten in beide jaren. In 1983 is het optimaal beregende object efficiënter, in 1984 is het niet beregende object efficiënter geweest. Bij het interpreteren van deze cijfers moet wel in ogenschouw genomen worden dat de getoonde cijfers de bruto efficiëntiecijfers zijn, die niet gecorrigeerd zijn voor directe verliezen door verdamping, verwaaiing, interceptie en oppervlakkige afspoelingsverliezen. In 1984 is het zeer wel mogelijk dat er op het optimaal beregende object enige percolatie is opgetreden die niet is waargenomen. Dit zou de verschillen ten opzichte van 1983 kunnen verklaren.

**Tabel 24.** Drogestof-productie per millimeter gewasverdamping bij drie verdampingsniveaus, in 1983 en 1984.

**Table 24.** Dry matter production efficiency at three different soil moisture levels, in 1983 and 1984.

	evapotranspiratie (mm)	produktie efficiëntie: drogestof-productie per mm evapotranspiratie (kg/mm)
<b>1983</b>		
niet beregend	284,5	0,340
matig beregend	429,1	0,414
intensief beregend	505,6	0,396
<b>1984</b>		
niet beregend	327,5	0,471
matig beregend	423,6	0,521
intensief beregend	553,9	0,402

## 5. Conclusies

Zowel in 1983 als in 1984 is het matig beregende object het meest efficiënt omgegaan met het beschikbare vocht. Een beperking in de vochtvoorziening leidde

op dit object, ten opzichte van het optimaal beregende object, wel tot een lagere drogestof- en suikerproductie. De kwaliteit, winbaarheid van de suiker, werd hierdoor nauwelijks nadelig beïnvloed.

Wanneer de droogtestress een dusdanig hoog niveau bereikt dat het bladapparaat volledig afsterft, worden zowel de drogestof-productie, de suikerproductie als de winbaarheid blijvend nadelig beïnvloed. Een vochtgebrek van ongeveer 100 mm beschikbaar vocht minder over de gehele groeiperiode blijkt in beide onderzoeksjaren nauwelijks een negatieve invloed te hebben op de netto suikerproductie. Gezien deze conclusie kan worden gesteld dat, wanneer er in bedrijfsverband beregend wordt, het gewas suikerbieten enige speelruimte toelaat in het tijdstip van beregenen, zolang het bladapparaat maar actief blijft en niet aanzienlijk afsterft.

## 6. Samenvatting

In het kader van een onderzoek naar gewasreacties op droogtestress in de periode van 1981 tot en met 1986 is er in de jaren 1983 en 1984 onderzoek gedaan naar de gevolgen van droogtestress op de groei en ontwikkeling van suikerbieten op een droogtegevoelige zandgrond. In beide jaren kwam er een lange periode met een aanzienlijk neerslagtekort voor. Met behulp van beregening konden er in deze perioden drie vochtsituaties gecreëerd worden. Van de drie vochttrappen is een productiecurve gemaakt en zijn er wortelmonsters geanalyseerd. Ook zijn er intensief waarnemingen gedaan naar de termen van de waterbalans met behulp waarvan de gewasverdamping als restterm is berekend. Van de drie situaties is in beide jaren de waterverbruiksefficiëntie berekend. In de beschouwing van de resultaten wordt ook aandacht geschonken aan de kwaliteit van de bieten onder de verschillende vochtregimes.

## Literatuur

Dijke, H.D. van (1978). De invloed van temperatuur en licht op de groei en ontwikkeling van de suikerbiet en teelt- en veredelingsmaatregelen gericht op aanpassing van de plant aan deze milieufactoren. Ingenieursscriptie Landbouwplantenteelt, Wageningen, juli 1978.

Hang, An N., D.E. Miller (1986). Responses of sugarbeet to deficit, high frequency sprinkler irrigation. *Agronomy Journal*, volume 78 january-february 1986.

Houba, V.J.G. (1973). Effect of nitrogen dressings on growth and development of sugar beet. Proefschrift. Pudoc, Wageningen.

Müller, A.V. (1966). 11 Jahre Zuckerrüben-Beregnungsversuche auf leichten Böden in Niedersachsen. *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft*, Heft 2/ 1966 (49 - 63).

Ploeg, R.R. van der e.a. (1978). The water balance of a sugar beet crop: A model and some experimental evidence. *Zeitschrift fuer Pflanzenernährung und Bodenkunde* 141. 313 - 328.

Visser, Ir.W.C. (1958). Bepaling van waterbehoefte van gewassen. Mededeling I.C.W., Wageningen.

## Summary

*In a series of experiments in the period between 1981 and 1986 research was carried out on the effect of drought stress on various crops. In the years 1983 and 1984 the effects of drought stress on the development and production of sugar beets (*Beta vulgaris*) on a drought sensitive coarse textured sandy soil were studied. In both years a rather long period with a considerable precipitation deficiency occurred, which enabled the three different soil moisture conditions to be created by different irrigation regimes. Determination of production level and plant root analyses were carried out fortnightly, as well as an intensive measurement of data in order to calculate short period waterbalances. Each waterbalance period the actual crop evapotranspiration was calculated as a term of the waterbalance. In the discussion of the results attention is given to the quality of the crop grown under different conditions, namely sugar content and purity are assessed.*