

INSTITUUT VOOR BIOLOGISCH EN SCHEIKUNDIG ONDERZOEK
VAN LANDBOUWGEWASSEN
WAGENINGEN

MEDEDELING

83

OVER STANDRUIMTE VAN BIETEN

WITH SUMMARY

C. T. DE WIT



OVERDRUK UIT: JAARBOEK 1959 VAN HET I.B.S.



OVER STANDRUIMTE VAN BIETEN

with summary

C. T. DE WIT

INLEIDING

DE WIT en ENNIK (7) vonden een formule welke de concurrentie tussen gerst en haver in mengcultuur beschrijft, en merkten op dat standruimteproeven opgevat kunnen worden als proeven over concurrentie tussen de planten van een gewas en het omringende onbeplante oppervlak. Voor zover rijenafstandsproeven met granen betreft, werd de bruikbaarheid van deze opvatting aangetoond.

Op dezelfde wijze als uit de formules die de concurrentie tussen gerst en haver beschrijven, een formule voor het verband tussen opbrengst en rijenafstand afgeleid kan worden, is een formule te vinden welke het verband tussen opbrengst per hectare en standruimte per biet beschrijft. Deze formule is de volgende:

$$O_x = O_y \frac{A + y}{A + x} \quad (1)$$

Hierin zijn O_x en O_y de opbrengsten per hectare bij een standruimte van respectievelijk x en y cm² per biet. De constante A welke uiteraard afhangt van de groeiomstandigheden is uitgedrukt in dezelfde eenheid als x en y .

Bij y gelijk aan nul gaat de vergelijking over in:

$$O_x = O_0 \frac{A}{A + x} \quad (2)$$

waarin O_0 de door extrapolatie verkregen opbrengst bij een oneindig dichte stand voorstelt. Deze opbrengst kan natuurlijk nooit bereikt worden; immers, de vergelijking kan alléén gelden voor dat gedeelte van het standruimtetraject waar werkelijk lege ruimte voorkomt, welke door de omringende planten meer of minder in beslag genomen kan worden. Er is een standruimte waar beneden dit niet meer het geval is, dus waar beneden de opbrengst per hectare niet meer toeneemt met afnemende standruimte per biet. Bovenstaande formule heeft geen betrekking op dit traject.

EEN GRAFISCHE VOORSTELLING

Uit vergelijking (2) volgt dat er een rechtlijnig verband moet bestaan tussen de standruimte per biet (x) en het omgekeerde van de opbrengst (O_x^{-1}).

Om dit te illustreren zijn de resultaten van een proef met suikerbieten van WOLLNY (zie PFEIFFER en SIMMERMACHER (6)) met zeer uiteenlopende standruimten weergegeven in figuur 1.

Hier staat langs de verticale as het omgekeerde van de verse-biet- plus bladopbrengst (O_x^{-1}) en langs de horizontale as de standruimte per biet (x). De opbrengst (O_x) en het aantal bieten per are (N) zijn eveneens aangegeven. Voor waarden van x groter dan 1600 cm² is het verband tussen de standruimte en het omgekeerde van de opbrengst goed voor te stellen door een rechte lijn. Bij het snijpunt van deze lijn en de

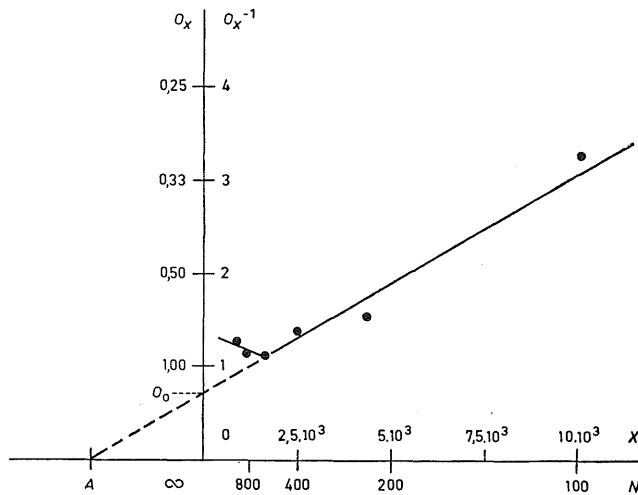


Fig. 1. Het verband tussen het omgekeerde van de opbrengst aan verse massa van bieten en loof van suikerbieten (O_x^{-1}) en de standruimte per plant (x); O_x in 1000 kg per are, x in cm^2 per plant en N in aantal planten per are. $O_0 = 1400$ kg per are, $A = 3 \cdot 10^8$ cm^2 per plant. Gegevens ontleend aan PFEIFFER en SIMMERMACHER (6).

The relation between the reverse of the yield of fresh matter of beets and tops of sugar beets (O_x^{-1}) and the space available for each plant (x); O_x in 1000 kg per are, x in cm^2 per plant and N in number of plants per are. $O_0 = 1400$ kg per are, $A = 3 \cdot 10^8$ cm^2 per plant.

verticale as is af te lezen dat O_0 gelijk is aan 1400 kg per are en bij het snijpunt van deze lijn en de horizontale as, dat A gelijk is aan 3000 cm^2 . Bij een standruimte per biet van 3000 cm^2 is de opbrengst dus de helft en bij een standruimte van 6000 cm^2 per biet dus een derde van 1400 kg per are.

Voor waarden van x kleiner dan 1600 cm^2 neemt de opbrengst per hectare af met afnemende standruimte per biet; de grootste opbrengst, 910 kg per are, werd dus bereikt bij een aantal van 625 bieten per are. We wijzen er nogmaals op dat de in dit artikel gegeven vergelijkingen alleen betrekking hebben op het gedeelte van het standruimtetraject waar de opbrengst per hectare afneemt met toenemende standruimte per biet.

Naarmate het opbrengstniveau van een veld met bieten hoger is, is het te verwachten dat de bieten beter in staat zijn beslag te leggen op het onbeplante oppervlak. In dat geval is de waarde van A positief gecorreleerd met het opbrengstniveau van het veld.

VOEDERBIETEN

VAN DILLEWIJN en SMEENK (2) bespraken een groot aantal proeven in het landbouwconsulentschap West-Brabant met Groeningia-voederbieten. De resultaten van deze proeven zijn in figuur 2 samengevat. De 21 proeven in 1939 zijn ingedeeld in drie groepen van zeven met een relatief laag, gemiddeld en hoog opbrengstniveau. De droge-stofopbrengsten van de bieten voor alle drie niveaus bij de vijf onderzochte standruimten zijn weergegeven door stippen. De resultaten van de 10 proeven in 1940 zijn ingedeeld in twee groepen van vijf en weergegeven door cirkels. Van de 7 proeven in 1941 zijn alleen de gemiddelden weergegeven door kruisjes.

In het gehele traject, voor elk vruchtbaarheidsniveau en in alle drie jaren, zijn de waarnemingen uitstekend te vereffenen met de liniaal. Hiermede is de bruikbaarheid van

de theorie betreffende het verband tussen standruimte en opbrengst bevestigd voor voederbieten.

De lijnen voor de proeven bij een laag opbrengstniveau blijken zoveel steiler te lopen dan de lijnen bij een hoog opbrengstniveau dat de waarde van A inderdaad positief gecorreleerd is met het opbrengstniveau van het veld. De lijn voor 1941 loopt vlakker dan die voor 1939 en 1940 bij ongeveer gelijk opbrengstniveau, hetgeen erop wijst dat het verband tussen het opbrengstniveau en de waarde van A waarschijnlijk afhangt van de weersomstandigheden. Niettemin geven de resultaten van 1939 een goede indruk van het verband tussen opbrengst en standruimte. In figuur 3 zijn de drie verbanden voor dit jaar dan ook uitgezet op de gebruikelijke wijze met langs de verticale as de droge-stofopbrengst in kg per are en langs de horizontale as het aantal bieten per are. In deze grafiek is weer duidelijk te zien dat de opbrengststijging verkregen door vergroting van het plantaantal relatief het belangrijkste is op onvruchtbare gronden. We merken op dat deze conclusie natuurlijk ook al door VAN DILLEWIJN en SMEENK (2) getrokken is.

Zelfs bij 800–900 planten per are is het optimum in geen van de gevallen bereikt, hetgeen de bruikbaarheid van de hier gegeven beschouwing bij het advieswerk ten goede komt.

SUIKERBIETEN

In de Mededelingen van het Instituut voor Rationele Suikerproductie te Bergen op Zoom (5) zijn de resultaten van een zestiental standruimteproeven met suikerbieten, ras Kuhn P, gepubliceerd. Deze resultaten zijn grafisch voorgesteld in figuur 4, waar langs de verticale as de suikerproductie in kg per are is uitgezet en langs de horizontale as het aantal planten per are. De volgetrokken lijnen hebben betrekking op proeven van het Instituut in het zuiden en westen van het

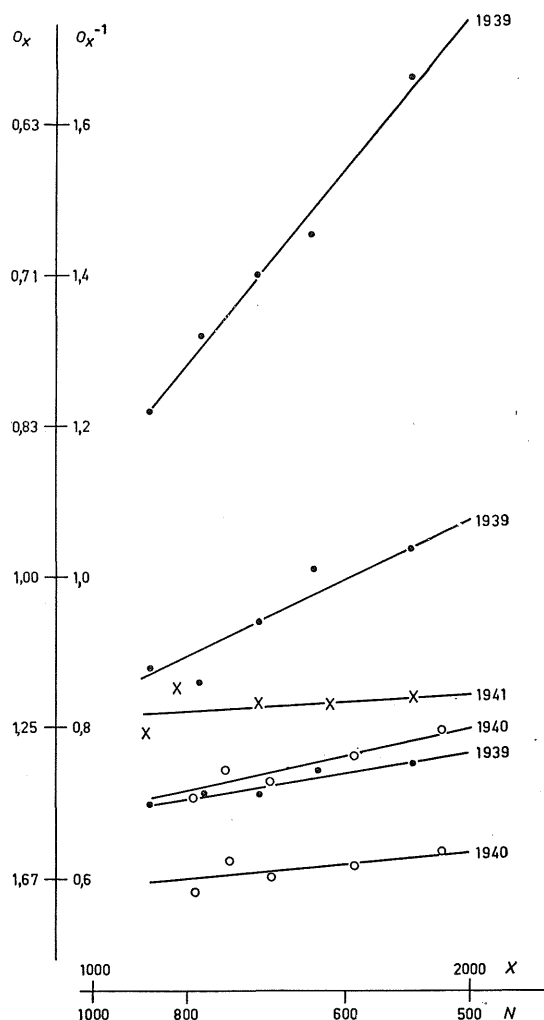


Fig. 2. Het verband tussen het omgekeerde van de drogestofopbrengst van voederbieten (O_x^{-1}) en de standruimte per plant (x); O_x in 100 kg per are, x in cm^2 per plant en N in aantal planten per are (VAN DILLEWIJN en SMEENK (2)).

The relation between the reverse of the dry matter yield of fodder beets (O_x^{-1}) and the space available for each plant (x); O_x in 100 kg per are, x in cm^2 per plant and N in number of plants per are.

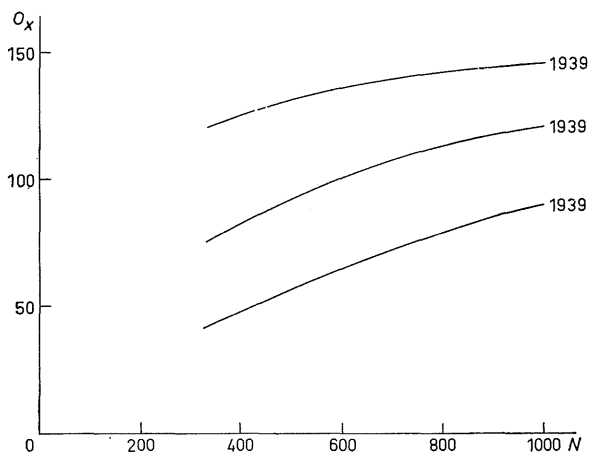


Fig. 3. Het verband tussen de droge-stofopbrengst van voederbieten (O_x) en het aantal planten (N); O_x in kg per are en N in aantal planten per are. Lijnen ontleend aan figuur 2.
The relation between the dry matter yield of fodder beets (O_x) and the number of plants (N); O_x in kg per are and N in number of plants per are. Lines obtained from figure 2.

land en de gestippelde lijnen op proeven van de Commissie tot Bevordering van de Suikerbietenteelt in Groningen.

In de figuur zijn twee groepen krommen te onderscheiden. Groep I betreft proeven waar de opbrengst aanvankelijk sterk stijgt met een stijgend aantal planten per are. Uit een bewerking van deze gedeelten van deze krommen blijkt dat hiervoor kwalitatief eenzelfde verband geldt als voor voederbieten. Boven een aantal van ruwweg 900 planten per are blijft de opbrengst echter gelijk of neemt aanmerkelijk af met een toenemend plantaantal. Voor dit aantal of hoger geldt dus niet meer het in vergelijking (2) gegeven verband tussen opbrengst per hectare en standruimte per biet.

Dat juist bij suikerbieten een optimum optreedt is wellicht toe te schrijven aan de bladontwikkeling die aanmerkelijk groter is dan bij voederbieten. Een aanwijzing in deze richting zijn de resultaten van PFEIFFER en SIMMERMACHER (6) die 1, 3 en 5 bieten verbouwen in cultuarpotten met een diameter van ongeveer 30 cm, ingegraven op een onderlinge afstand van 75 cm. De voor de wortels beschikbare „ruimte” was dus 700, 235 en 140 cm² en de „ruimte” beschikbaar voor het loof 5625, 1875 en 1125 cm². In figuur 5 liggen de punten welke het verband tussen standruimte en het omgekeerde van de opbrengst aangeven, op een rechte lijn; gezien het kleine oppervlak van de potten en het grote gewicht van de bieten maakt een dergelijk resultaat het onwaarschijnlijk dat het optreden van een optimum al of niet samenhangt met de voor de wortels beschikbare ruimte.

Bij de proeven van groep II is het opbrengstniveau aanmerkelijk lager. In analogie met de resultaten voor voederbieten zou het te verwachten zijn dat hier de opbrengst in hoge mate afhangt van het aantal planten per are; het blijkt echter dat de opbrengst nauwelijks afhangt van het aantal planten per are.

Gezien de loofgewichten kan hier geen sprake zijn van een te weelderige bladgroei. We moeten dus aannemen dat in deze gevallen de opbrengsten beperkt werden door een tekort aan bestanddelen welke uit de grond worden opgenomen. Deze bestanddelen zouden dan, evenals dit met de macro-elementen het geval is (verg. BRUINSMA en STUMPEL (1), GEBHARD (3)), in gelijke mate aan de grond onttrokken worden door circa 400 en 800 planten per are. Er zijn geen gegevens beschikbaar om met enige mate van zekerheid de in het minimum zijnde bestanddelen te identificeren.

Over de mogelijkheid dat op de velden van groep II de bieten aangetast waren door een ziekte waarvan de schade per plant toeneemt per toenemend plantaantal kan niets gezegd worden.

In Nederland wordt veelal geadviseerd bij de verbouw van suikerbieten naar circa 700 bieten per are te streven. Op vruchtbare gronden is dit een acceptabel aantal. Men

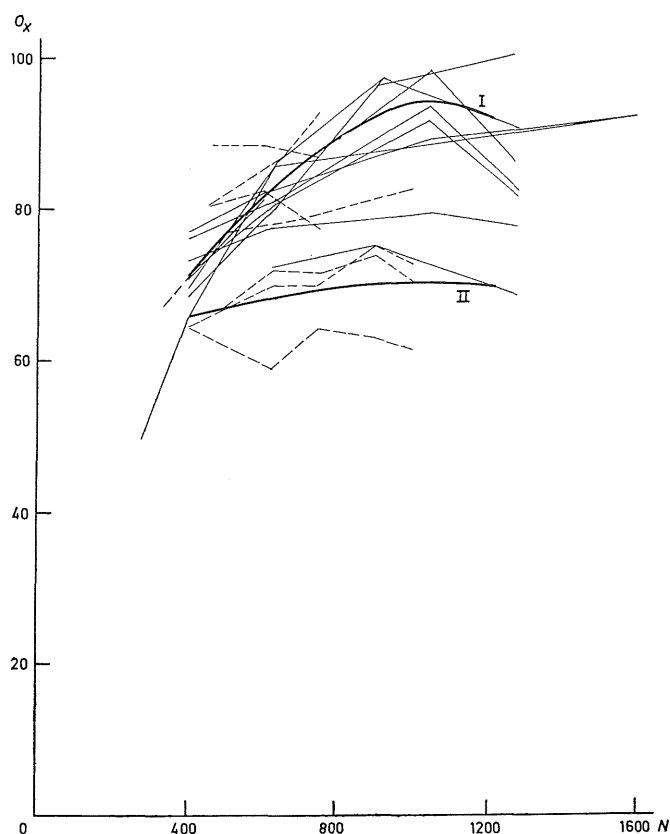


Fig. 4. Het verband tussen de suikeropbrengst van suikerbieten (O_x) en het aantal planten (N); O_x in kg suiker per are en N in aantal planten per are. Gegevens ontleend aan Med. Inst. Rat. Suikerprod. (5).

The relation between the sugar yield of sugar beets (O_x) and the number of plants (N); O_x in kg sugar per are and N in number of plants per are.

is echter ook de mening toegedaan (JORRITSMA (4)) dat op onvruchtbare gronden het aantal bieten per are zo hoog mogelijk opgevoerd moet worden. Deze mening wordt voor zover suikerbieten betreft niet door de resultaten van de hier besproken proefvelden bevestigd. Hierop is reeds door BRUINSMA en STUMPEL (1) gewezen.

On spacing of beets

Experiments on the effect of plant density on yield can be treated as experiments on competition between space with and without plants (DE WIT and ENNIK (7)). It was found that the relation between the yield (O_x) and the space available for each plant (x) is as follows:

$$O_x = O_0 \frac{A}{A + x} \quad (2)$$

in which A is a constant depending on growing conditions, expressed in the same units as x .

There is, however, a density beyond which the yield does not increase with increasing

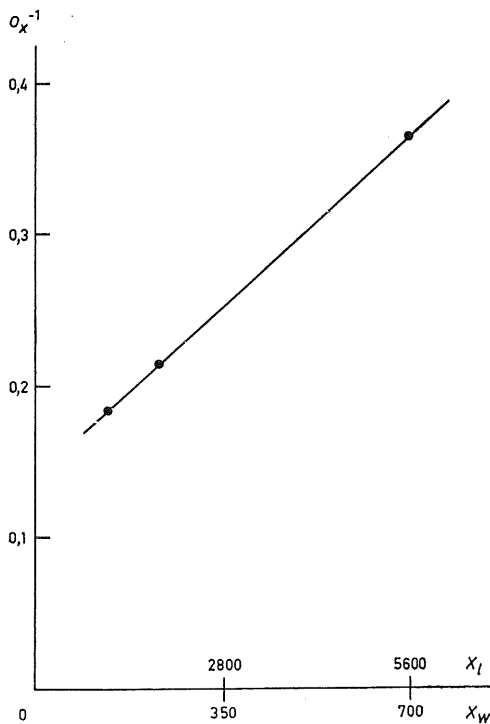


Fig. 5. Het verband tussen het omgekeerde van de droge-stofproductie van bieten (O_x^{-1}) en de oppervlakte beschikbaar voor de wortels (x_w) en het loof (x_l) van elke plant; O_x in kg droge stof per pot en x in cm^2 per plant. Gegevens ontleend aan PFEIFFER en SIMMERMACHER (6).

The relation between the reverse of the dry matter yield of beets (O_x^{-1}) and the space available for the roots (x_w) and the tops (x_l) of each plant; O_x in kg dry matter per container and x in cm^2 per plant.

LITERATUUR

1. BRUINSMA, J. R., en J. M. H. STUMPTEL: Aantallen-proefvelden 1933-1940. *Med. van het Inst. voor Rat. Suikerprod.* 16 (1946) 1-21.
2. DILLEWIJN, C. VAN, en H. H. SMEENK: Verslag van de in de jaren 1939, 1940 en 1941 door de Rijkslandbouwconsulenten genomen veldproeven met voederbieten. *Landb.voorl.dienst Med. nr.* 36 (1944) 81 pp.
3. GEBHARD, H.: Der Einfluss der Pflanzenzahl auf Ertragshöhe und P_2O_5 - und K_2O -Aufnahme beim Gefässversuch. *Bodenk. und Pfl.ern.* 20 (1941) 284-306.
4. JORRITSMA, J.: Suikerbieten, in: *Het milieu van onze gewassen.* 's-Gravenhage (1958) 167-175.
5. *Mededelingen van het Instituut voor Rationele Suikerproductie (vroeger voor Suikerbietenteelt):* 4 (1934) 23, 4 (1934) 129, 5 (1935) 1, 5 (1935) 17, 6 (1936) 73, 7 (1937) 65, 10 (1940) 277, 13 (1943) 175, 13 (1943) 209, 15 (1945) 1, 16 (1946) 1, 18 (1948) 1, 18 (1948) 59, 22 (1952) 163, 23 (1953) 183.
6. PFEIFFER, TH., and W. SIMMERMACHER: Über den Einfluss des Standraumes bezw. verschiedener Bodenarten auf die Wurzelmasse der Pflanzen. *Die landw. Versuchsstationen* 90 (1917) 291-320.
7. WIT, C. T. DE, en G. C. ENNIK: Over concurrentie. *Jaarb. I.B.S.* 1958, 59-73.

Ontvangen voor publikatie: 20 oktober 1958.

plant density because all available space is occupied. Equation (2) or a straight line relationship between O_x^{-1} and x holds therefore only in the region where the yield increases with increasing plant density (figure 1).

The correctness of the above viewpoint is proved by means of experiments on spacing with fodder beets (figure 2). It appears that for this crop an optimum plant density does not occur within the region covered by the experiments and that the value of A is positively correlated with the yield level.

As for sugar beets, on high producing fields there was an optimum around 900 plants per are, which may have been due to the large leaf-mass on these high producing fields (figure 4, group I). On fields with a low yield the effect of plant number per are was much lower (figure 4, group II). The yield was probably limited there by a limited supply of one or more elements taken up from the soil.



