

## Resultaten

Een aantal kenmerkende zaken zijn samengebracht in tabel 185. Allereerst valt op dat in het tweede jaar twee objecten een laag aantal planten hebben; dit verlaagt de produktie en geeft een grovere sortering en meer stek. Het voordeel van de afdekking is, afgemeten aan 50% van de opgekomen planten, het grootst bij de grove ruggen; in 1989 en 1990 respectievelijk zes en vier dagen tegen vier en één dag bij de fijne ruggen. Het totaal aantal opgekomen en in leven gebleven planten is bij de afdekking (wat) lager dan zonder afdekking. Vooral in 1990 zijn door het schuren van het doek als gevolg van veel wind tijdens de opkomstperiode nogal wat planten verloren gegaan. Voor de praktijk is het daarom beter de zaden onder bedekking in een geultje te zaaien. Op alle oogsttijdstippen is de opbrengst van de afgedekte ruggen hoger en grover geweest dan van de niet afgedekte ruggen, met uitzondering van de grove en fijne ruggen bij respectievelijk de eerste en tweede oogst in 1990.

Het uiterlijk van de geoogste peen was goed qua kleur en gladheid. In het tweede proefjaar werd bij de peen van de grove ruggen geconstateerd dat deze iets krommer en minder glad was.

## Samenvatting

Op lichte zavelgrond werd geen effect van het tijdstip van rugopbouw op de witlofopbrengst gevonden; op zware zavelgrond gaven herfststruggen hogere opbrengsten dan voorjaarsruggen. Erg vroege

zaai van peen op herfststruggen geeft een vroege, goede opbrengst.

## Literatuur

Anonymus. Voorgetrokken ruggen? Bloembollencultuur 81 (1971) 43, p. 1131-1132.

Demmier, D. Kartoffelmaemme bereits im Herbst vorziehen? Top Agrar 10 (1989), p. 44-46.

Hamminck, H. Met uienteelt op ruggen krijgt slemp geen kans meer. Boerderij/Akkerbouw 76 (1991) 7, p. 18-19.

Kouwenhoven, J.K. Grootte, vorm en verkrumeling grond bepalen kwaliteit. Boerderij/Akkerbouw 63 (1979) 5, p. 10-11.

Kouwenhoven, J.K. Ridge quality and potato growth. Neth. J. agric. Sci. 26 (1978) 26, p. 288-303.

Meeldijk, B. Voordelen van ruggenteelt op zavel- en kleigronden voor enkele tuinbouwgewassen. Landbouwmecanisatie 25 (1974), p. 891-896.

Van Ouwerkerk, C. en M. Pot. Vroeg klaarmaken tulpenruggen, seizoen 1969/1970. IB-Verslag C7980 (1971), 14 p. + bijlagen.

Van Ouwerkerk, C., U.D. Perdok, M. Pot en J.J. Klooster. Voorgetrokken tulpenruggen met afdekmiddelen op kavel B20 van de Oostwaardhoeve, herfst 1970. IB-Verslag C7976 (1971) 11 p. + bijlagen.

## Summary

*The time of making ridges on light sandy clay soil was found to have no effect on the yield of witloof chicory. On heavy sandy clay soil, however, autumn ridges produced higher yields than spring ridges. Very early sowing of carrots on winter ridges gives a good, early yield.*

## Samenstelling van de voedingsoplossing bij de witloftrek met het oog op een gesloten teeltsysteem

*Composition of the nutrient solution during hydroponic forcing of witloof chicory (Cichorium intybus L. var. foliosum) in a closed forcing system*

ir. H.H.H. Titulaer en ir. G. van Kruistum, PAGV

## Inleiding

Vanaf het begin van de zeventiger jaren toen de witloftrek van de kuil overging naar de trek op water is er geëxperimenteerd met allerlei soorten voedingsoplossingen. (Nicolai, 1976, Lesaint et al., 1978, Van

Nerum, 1976).

De tot 1991 door de voorlichtingsdienst gehanteerde bemestingsrichtlijnen voor de trek op water in Nederland luidde als volgt:

- Gebruik bij voorkeur water met een pH van 6 tot 7 en een HCO<sub>3</sub>-gehalte tot 1 mmol per liter.

- Voeg aan het water toe: kalksalpeter ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) + nutriflora T (NPK; 2-11-40 + sporenelementen) in de verhouding 1,2 : 1 tot een EC-waarde van maximaal 2 mS per cm.
- Eventueel kan extra kali toegevoegd worden als kalisalpeter ( $\text{KNO}_3$ ) of kalisulfaat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), waardoor een verhouding ontstaat van 1:1:0,2 voor respectievelijk kalksalpeter, nutriflora T en kalisalpeter.
- Bij gebruik van water met een pH hoger dan 7 moet aangezuurd worden tot de waarde 7 bereikt is.

De bovenomschreven richtlijn voor de trek op water werd sinds jaren gehanteerd en door het merendeel van de witloftrekkers toegepast.

Hoewel uit onderzoeken met diverse samenstellingen en EC-waarden van voedingsoplossingen bleek dat soms betere trekresultaten ten aanzien van lofopbrengst en lofkwiteit werden verkregen (Titulaer en Van Kruistum, 1989), werd toch besloten deze richtlijn voorlopig te handhaven.

Het argument om de richtlijn niet te veranderen, was gelegen in het feit dat er nog onvoldoende fundamentele kennis aanwezig was over de fysiologische aspecten van de witloftrek. Met andere woorden, het hoe en waarom bepaalde opbrengst- en kwaliteitsveranderingen optreden onder invloed van veranderingen in het voedingschema. Dit blijkt dikwijls niet voor alle rassen en/of trekperiodes éénvoudig te kunnen worden aangegeven.

Hoewel ook nu zeker nog niet alles bekend is over de fysiologie van de witloftrek op water, hebben onderzoeken door onder andere Reerink (1990)

hierover meer inzicht verschaft. Hetzelfde geldt voor het verbruik en/of de ophoping van toegevoegde nutriënten tijdens de witloftrek, zowel bij éénmalig gebruik van het proceswater als bij hergebruik (Pijnenburg en Van Dongen, 1989, 1990).

Op enkele resultaten van dit onderzoek wordt nader ingegaan waarna een nieuw voedingsschema voor de witloftrek wordt gepresenteerd.

## Onderzoek naar hergebruik proceswater

In de seizoenen 1988/1989 en 1989/1990 is op het ROC Noord-Brabant in Breda, onderzoek uitgevoerd naar de invloed van het hergebruik van proceswater tijdens de trek. Dit gebeurde bij verschillende bemestingsregimes. De gebruikte rassen waren Bea (1988/1989) en Flash (1989/1990).

De samenstelling van de voedingschema's die in 1988/1989 gebruikt werden, zijn vermeld in tabel 186. De proeven zijn in enkelvoud uitgevoerd met doorgaans vier trekbakken per object. De wortels zijn steeds behandeld met Ronilan ter bestrijding van de schimmel *Sclerotinia sclerotiorum*. Bij de start van de trek is alleen als dit nodig werd geacht, aan het proceswater Aliette toegevoegd ter bestrijding van de schimmel *Phytophthora cryptogea*. De forceertemperaturen waren conform het advies voor de betreffende trekperiode.

De nutriënten werden automatisch toegediend tot een EC van 2 mS per cm was bereikt. Na elke trek

**Tabel 186.** Samenstelling voedingschema's (mmol per liter) tijdens de trek bij hergebruik van het proceswater (Pijnenburg en Van Dongen, 1989).

schema	A kalksalpeter + nutriflora T	B Coïc- Lesaint	C PAGV schema	D 0,0,0 * 0,5 N.
<b>kationen</b>				
$\text{NH}_4^+$	0,8	2,5	2,7	0,4
$\text{K}^+$	7,2	5,2	4,0	5,2
$\text{Ca}^{2+}$	4,6	2,9	3,7	2,5
$\text{Mg}^{2+}$	1,0	0,75	1,0	1,25
<b>anionen</b>				
$\text{NO}_3^-$	11,5	12,3	12,2	8,3
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1,3	1,3	2,0	1,5
$\text{SO}_4^{2-}$	3,2	0,75	1,0	1,25

\* Komkommerschema aangepast op EC = 2 en halve stikstofdosering.

**Tabel 187.** Samenstelling voedingschema's (mmol per liter) tijdens de trek bij hergebruik van het proceswater (Pijnenburg en Van Dongen, 1990).

schema	A kalksalpeter + nutriflora T	B NH <sub>4</sub> 1,0	C NH <sub>4</sub> 2,5	D NH <sub>4</sub> 4,0
kationen				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,8	1,0	2,5	4,0
K <sup>+</sup>	7,2	5,2	5,2	5,2
Ca <sup>2+</sup>	4,6	2,9	2,9	2,9
Mg <sup>2+</sup>	1,0	0,9	0,9	0,65
anionen				
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12,3	12,5	12,5	12,5
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,3	1,3	1,3	1,3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,2	0	0,75	1,25
EC (mS/cm)	2,0	2,1	2,32	2,42

werd het proceswater opgevangen en opnieuw gebruikt na aangevuld te zijn tot de hoeveelheid die vóór de trek aanwezig was. Deze aanvulling vond ook regelmatig plaats tijdens de trek.

Vlak voor elke oogst werd het proceswater geanalyseerd. Deze analyse vormde ook de uitgangstoestand voor de volgende trek. In totaal werden achtereenvolgend acht trekken uitgevoerd.

Bij de eerste trekken bleef de totale lofopbrengst bij het object A op het niveau van de andere objecten, daarna liep het opbrengstniveau terug. De objecten B en C waren gelijkwaardig en gaven steeds hoge opbrengsten: respectievelijk 15,2 en 14,9 kg lof per 100 wortels, gemiddeld over acht trekken. De opbrengsten van object D wisselden sterk en lagen steeds beneden die van de objecten B en C.

Uit de resultaten van de periodieke wateranalyses bleek dat bij object A een ophoping plaats vond van calcium en sulfaat (Pijnenburg en Van Dongen, 1989). Deze ophoping was vaak meer dan twee maal zo hoog als bij de andere objecten. In de praktijk zou dit kunnen leiden tot de vorming van een

neerslag van CaSO<sub>4</sub> (gips), met als gevolg verstopping van leidingen.

De via nutriflora T toegediende sporelementen werden vrijwel kwantitatief teruggevonden hetgeen de veronderstelling, dat deze niet opgenomen worden en dus niet nodig zijn, bevestigt. Tijdens de acht trekken schommelde de pH-waarde, gemeten aan alle objecten, tussen 6,6 en 8,1.

Bij de objecten B en C hoopt zich stikstof op. Om deze ophoping te verminderen, is het zinvol enkele dagen voor het geplande oogsttijdstip de toevoer van nutriënten stop te zetten. Bij object B wordt ook kalium opgehoopt. Fosfaat en sulfaat worden opgehoopt bij object C. In object D met een vrij lage N-toevoer worden bicarbonaten opgehoopt. In het seizoen 1989/1990 is het onderzoek voortgezet met een gewijzigde opzet van de objecten. De voor de objecten gebruikte voedingschema's zijn vermeld in tabel 187.

In tegenstelling tot het onderzoek in 1988/1989 werd het proceswater bij object A niet gerecirculeerd maar steeds na elke trek ververst.

**Tabel 188.** Gemiddelde opbrengst (kg per 100 wortels) van lof kwaliteit I, totaal en de percentages kwaliteit I, uitval en bruine pit over zeven trekken bij hergebruik (met uitzondering van object A) van het proceswater (Pijnenburg en van Dongen, 1990).

object	kwaliteit I (kg/100 wortels)	totaal	kwaliteit I (%)	uitval (%)	bruine pit (%)
A : KS + NT	12,9	15,4	84	1	15
B : 1,0 NH <sub>4</sub>	14,7	17,1	86	1	25
C : 2,5 NH <sub>4</sub>	15,9	18,1	88	1	20
D : 4,0 NH <sub>4</sub>	15,7	18,1	87	1	29

De opbrengstkenmerken, gemiddeld over zeven trekken zijn weergegeven in tabel 188. Voor de gedetailleerde opbrengstgegevens wordt verwezen naar Pijnenburg en Van Dongen, 1990. De objecten zijn op hetzelfde tijdstip geoogst, waarbij het lof van object A vaak relatief wat minder rijp was. Uit de resultaten blijkt dat verhoging van het ammonium-aandeel in het voedingschema tot 2,5 mmol per liter, opbrengstverhogend werkt.

In wezen is ook een verhoging van het  $\text{NH}_4$ -aandeel reeds aanwezig in de voedingschema's volgens Coïc - Lesaint en het PAGV (tabel 186).

Uit de periodieke wateranalyses aan het einde van elk van de zeven uitgevoerde trekken, blijkt voor wat de kationen betreft alleen Ca te accumuleren. Het sterkst gebeurt dit bij object A. Bij de overige objecten is de tendens aanwezig dat de Ca-ophoping toeneemt naarmate meer  $\text{NH}_4$  aangeboden wordt in het voedingschema. Dit is een bekend antagonisme waardoor de gevoeligheid voor het optreden van bruine pit kan toenemen (tabel 188).  $\text{NH}_4$  wordt overigens bij alle objecten volledig uit de voedingsoplossing opgenomen. Sulfaat accumuleert voornamelijk in object A, ofschoon er een tendens aanwezig is dat er bij een relatief laag aanbod van sulfaat in de objecten B t/m D, ook een toenemende accumulatie van sulfaat optreedt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er weinig sulfaatopname plaatsvindt. Accumulatie van bicarbonaat heeft alleen plaats bij object A. Dit blijkt onder andere uit het feit dat de pH van de voedingsoplossing bij object A bij alle trekken hoger was.

## Naar een nieuw voedingschema

Het onderzoek naar de invloed van het hergebruik van proceswater op de trekresultaten, de ziektedruk en het verloop van het nutriëntengehalte hebben het inzicht in de voedingsamenstelling verbeterd. Daarnaast zijn veel praktijkervaringen van witloftrekkers geëvalueerd. Het één en ander vormde de aanleiding om te komen tot een opzet voor de herziening van de richtlijn voor de bemesting van witlof bij de trek op water. De uitgangspunten voor deze opzet zijn als volgt:

### 1. Hergebruik proceswater

Door de Milieuwetgeving is het in de toekomst ver-

boden proceswater zonder voorreiniging te lozen op het riool of het oppervlaktewater. Om de reinigingskosten van het proceswater te drukken of te vermijden, kan hergebruik een oplossing zijn. Onderzoek heeft aangetoond dat ten aanzien van de opbrengst en de ziektedruk hierbij geen grote problemen behoeven op te treden.

### 2. Voeding op basis van macro-elementen

Uit het onderzoek op ROC Noord-Brabant te Breda met hergebruik van proceswater is gebleken dat micro-elementen niet of nauwelijks worden opgenomen. Ook is tot op heden niet bekend of micro-elementen uit de voedingsoplossing wel ingrijpen op de fysiologie van de kropvorming.

### 3. Voeding samenstellen op basis enkelvoudige meststoffen

Hiervoor kunnen zowel vaste als vloeibare meststoffen gebruikt worden. De keuze hangt af van de wens van de witloftrekker en is hoofdzakelijk gebaseerd op het kostenaspect.

Om te voorkomen dat via de toegediende meststoffen een overmaat aan nutriënten wordt toegediend, is het in ieder geval noodzakelijk om bij het begin van de trek een watermonster te laten analyseren. Een correctie op de toevoer van Ca en Mg en het pH beïnvloedende ion  $\text{HCO}_3^-$  is dan mogelijk. Voor de correctie op  $\text{HCO}_3^-$  met  $\text{HNO}_3$  houdt dit in dat ook de nitraattoevoeging als zodanig aangepast moet worden.

### 4. Voorkoming ophoping nutriënten

Gegeven het feit dat uitgegaan wordt van hergebruik van proceswater is het wenselijk periodiek het proceswater te laten onderzoeken op de daarin aanwezige nutriënten. Dit kan het beste gebeuren zo kort mogelijk voordat een nieuwe trekperiode begint. Bij een eventuele ophoping kan het voedingschema worden aangepast. Als de opgehoopte nutriënten geen negatieve invloed hebben op de trekresultaten, kan overwogen worden de EC te verhogen tot een waarde van maximaal 3,5 mS per cm. Een andere mogelijkheid is om bij een geconstateerde ophoping van nutriënten het oude proceswater portiegewijs te mengen met vers proceswater.

**Tabel 189.** Samenstelling van de geadviseerde voedingsschema's in afhankelijkheid van het totaal N-gehalte (Nt) in de droge stof van de wortel.

Ion	Nt <0,7%		Nt 0,7 - 1,0 %		Nt >1,0%	
	mmol	meq	mmol	meq	mmol	meq
<i>kationen</i>						
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5
K <sup>+</sup>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Ca <sup>2+</sup>	3,0	6,0	3,25	6,5	3,5	7,0
Mg <sup>2+</sup>	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
<b>totaal</b>		<b>15,5</b>		<b>15,5</b>		<b>15,5</b>
<i>anionen</i>						
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14,0	14,0	12,0	12,0	10,0	10,0
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,25	0,50	1,0	2,0	1,75	3,5
<b>totaal</b>		<b>15,5</b>		<b>15,5</b>		<b>15,5</b>

### 5. Basissamenstelling voedingschema op basis Nt-gehalte wortel

Vermindering van het stikstofaanbod in het voedingschema naarmate het totaal N-gehalte (Nt) van de wortel hoger is, is gebaseerd op het feit dat wortels met een hoger Nt-gehalte minder gebruik maken van de aangeboden stikstof in het voedingsmedium dan wortels met een lager Nt-gehalte (Reerink, 1990). Bovendien wordt door beperking van het stikstofaanbod in het voedingsmedium bij stikstofrijke wortels, getracht de lofkwaliiteit positief te beïnvloeden.

Afhankelijk van het Nt-gehalte worden de wortels in drie groepen verdeeld die elk een eigen voedingschema hebben (tabel 189).

Het aantal meq Na<sup>+</sup> en Cl<sup>-</sup> wordt verondersteld gelijk te zijn, maar niet zo hoog dat de EC-waarde er in ernstige mate door beïnvloed wordt. Door drie dagen voor het einde van de trek te stoppen met bijvoeden zullen vooral N en K worden uitgeput.

### Discussie en conclusies

Uit de resultaten van het onderzoek naar het hergebruik van proceswater blijkt dat de lofopbrengsten per trekperiode sterk uiteen kunnen lopen. Tussen de hoogste en laagste opbrengst van acht trekperiodes kwamen verschillen voor tot 7 kg per 100 wortels bij een gelijke behandeling.

De vraag is waardoor dit veroorzaakt wordt. Aan-

gezien vrijwel alle wortels voor de acht trekken per seizoen uit één en dezelfde partij afkomstig waren, zouden veranderingen in de koolhydraatsamenstelling van de wortels uitgebreider onderzocht dienen te worden.

Waar de uit het voedingsmedium verdwenen stikstof uiteindelijk terechtkomt, is nog niet volledig bekend. Mogelijk wordt een deel van de stikstof vastgelegd in organische verbindingen in de nieuw gevormde zijwortels (Lesaint et al., 1978), of is aanwezig als organische stikstofverbindingen in de voedingsoplossing. Het is daarom gewenst om naast nitraat-N en ammonium-N, ook het N-totaal gehalte in de voedingsoplossing te bepalen.

Uit een oriënterend onderzoek in de zeventiger jaren en uit een nadere analyse van de gegevens, verzameld tijdens het onderzoek naar lage temperatuurbederf (Kornet et al., 1987) is het vermoeden ontstaan dat ook kalium negatief kan inwerken op de kwaliteit van de witlof. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of dit vermoeden juist is. Het is mogelijk dat in de toekomst ook het K-gehalte van de voedingsoplossing wordt gecorrigeerd voor het K-gehalte van de wortel.

### Samenvatting

Vanwege de Milieuwetgeving zullen witloftrekkers in de toekomst hun proceswater niet meer zonder voorreiniging mogen lozen op het oppervlaktewater of het rioleringsstelsel. Dit is aanleiding geweest om

een schema te ontwerpen voor een voedingsoplossing met hergebruik van het proceswater voor een aantal achtereenvolgende trekken.

Het is mogelijk gebleken om het proceswater gedurende twee trekseizoenen (1988/1989 en 1989/1990) tot acht trekken per seizoen te hergebruiken. Een storende accumulatie van nutriënten tijdens de trekperiode trad niet op. Geconstateerde accumulaties zijn alleen belangrijk in verband met de mogelijkheden tot lozing aan het eind van de productieperiode.

Tijdens alle trekken hebben zich geen grote ziekteproblemen voorgedaan.

Micro-nutriënten worden niet of nauwelijks verbruikt en kunnen dus uit voedingsoplossingen worden weggelaten. Bijsturing van de pH was in dit onderzoek niet nodig.

Rekening houdend met het N-totaal gehalte van de witlofwortel is een nieuw voedingsschema voor de witloftrek opgesteld.

#### Literatuur

Kornet, G.J. et al. Natrot en lage temperatuurbederf bij witlof. Centraal Bureau Tuinbouwveilingen, Den Haag. Verslag van onderzoek (1987), 39 p.

Kruistum, G. van en H.H.H. Titulaer. N-voorziening tijdens de wortelteelt in relatie tot natrot in witlof. Jaarboek 1990/1991. PAGV-publikatie nr. 58 (1991), p. 138-146.

Lesaint, C. et al. l'Utilisation de solutions nutritives pour le forçage de l'endive en hydroponique et son efficacité. C.R. Acad. Agric. Fr. 64 (1978) 10, p. 797-803.

Nerum, K. van. Wetenschappelijke studie van en voor de witlofteelt in België. Agricultura 24 (1976) 2, p. 125-200.

Nicolaï, P. Fertilizer requirements of witloof chicory, forced in running water. Proceedings Fourth International Congress on Soilless Culture. Las Palmas (1976), p. 65-74.

Pijnenburg, H. en C. van Dongen. Witloftrek op water, bemesting en hergebruik. Jaarverslagen 1989 en 1990, Stichting Proeftuin Noord-Brabant, Breda.

Reerink, J.A. Redistributie van inhoudstoffen en kwaliteit van de krop bij witlof. Fysiologie en Kwaliteit van Tuinbouwprodukten, Agrobiologische Thema's 2, ed. H.M. Dekhuijzen en S.C. van de Geijn, CABO, Wageningen (1990), p. 15-30.

Titulaer, H.H.H. en G. van Kruistum. Bodemgeschiktheid en voeding tijdens de wortelteelt en trek als kwaliteitsbeïnvloedende factoren. Verslag 10e Tweejaarlijkse Internationale Witlofdagen, sept. 1989, Biddinghuizen.

Titulaer, H.H.H. en G. van Kruistum. Bodem en voeding bij witlof-Siikstof speelt hoofdrol. Vollegrond 11(1989)10, p. 18-19.

Titulaer H.H.H. en G. van Kruistum. Witlof - Voeding aanpassen bij gesloten teeltsystemen. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten 1(1991)41, p. 6-8.

#### Summary

*In the near future, because of environmental laws, witloof chicory growers will not be able to discharge the process water after forcing into the surface water or the sewerage system without a precleaning treatment.*

*This was the reason for developing a scheme for a nutrient solution which made re-use of the process water during subsequent forcings possible. It was found that process water could be re-used for up to eight forcings during the forcing seasons 1988/89 and 1989/90. An excessive accumulation of nutrients did not occur during forcing. Observed accumulations are only important in conjunction with the removal of process water at the end of the production cycle. Hardly any significant disease problems occurred during all forcings. The uptake of micro-nutrients was not detectable and micro-nutrients can therefore be omitted from the nutrient solutions. Adjustment of pH was not necessary in this research.*

*Taking into account the N-total content of the root, a new scheme was formulated for a nutrient solution during the forcing of witloof chicory.*