

# N-voorziening tijdens de wortelteelt in relatie tot natrot in witlof

*N-supply during root growth in relation to bacterial wet rot in witloof chicory (Cichorium intybus L. var. foliosum)*

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

## Inleiding

Natrot, een bacteriële aantasting, vormt tijdens de witloftrek en ook later in het handelskanaal een ernstig probleem. Onderzoek in Frankrijk toonde aan dat het gehalte aan stikstof, gemeten in de droge stof van de wortels voor het opzetten, bepalend kan zijn voor het optreden van natrot. Bij een inventarisatie in de praktijk in Nederland, uitgevoerd in de herfst van 1986 in samenwerking met het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen (CBT), werd het bestaan van dit verband bevestigd.

Om deze bacterie-aantasting terug te kunnen dringen, zijn in samenwerking met enkele ROC's, van 1988 t/m 1990 enkele gerichte veld- en forceerproeven aangelegd. De invloed van stikstof tijdens de wortelteelt op het optreden van natrot, samen met het treffen van maatregelen tijdens de trek zijn in dit onderzoek als uitgangspunten genomen.

## Welke bacteriën?

Verschillende soorten bacteriën kunnen witlof aantasten. De meest voorkomende zijn *Pseudomonas marginalis* en *Erwinia carotovora*. Beide soorten bestaan uit verschillende onderstammen. *P. marginalis* infecteert de witlofplant reeds op het veld en veroorzaakt het zogenaamde bladvuur. Onderzoek heeft echter vastgesteld, dat vooral de bacteriestam *Erwinia carotovora carotovora* (ECC) tijdens de trek en ook later in het handelskanaal problemen oproept. Deze stam veroorzaakt het zogenoemde slijmrot of natrot doordat deze bacterie delen van de celwand oplost.

## Veldobjecten

Zowel in 1988 als in 1989 zijn op de ROC's De Waag, Noord-Limburg (alleen in 1988) en West-

maas in viervoud de volgende N-trappen aangelegd:

- A. geen N-bermesting;
- B. 80 kg N per hectare minus de N-mineraal voorraad, bepaald in de periode eind januari-maart, gegeven direct voor zaai;
- C. 50 kg N per hectare medio 20 juli, 10 augustus en 1 september;
- D. als B, aangevuld met 50 kg N per hectare medio 20 juli, 10 augustus en 1 september.

Op ROC Noord-Limburg zijn alleen de objecten A, C en D aangelegd, waarbij object D (80 kg N-N-mineraalvoorraad) slechts éénmalig is aangevuld met 50 kg N per hectare op 6 augustus. Voor de N-voorraadbemesting is kalkammonsalpeter gebruikt; voor de bijbemesting kalksalpeter.

In 1990 zijn de N-objecten B, C en D aangepast. Op basis van een N-mineraal bepaling in het voorjaar zijn deze objecten voor het zaaien bemest met 70 kg N-N-mineraal en na een N-mineraal bepaling medio juni, begin juli verder aangevuld tot 140 kg N (objecten B, C en D), vervolgens een extra gift van 140 kg N begin augustus (objecten C en D) en tenslotte een gift van 140 kg N half september (alleen object D).

De witlof is circa half mei gezaaid waarbij steeds de hybride Flash is gebruikt. Voor het overige is de wortelteelt volgens praktijkmaatstaven uitgevoerd. Eind september - begin oktober zijn de wortels gerooid en meestal na maximaal twee weken verkoeling bij 3° C, opgezet en vervolgens geforceerd. Tijdens de wortelteelt is op 3-4 tijdstippen de N-mineraal voorraad in de lagen 0-30 cm-mv en 30-60 cm-mv bepaald. Tevens zijn eind augustus en eind september gewasmonsters genomen voor N-bepalingen in wortel en blad. De mate van aantasting door bladvuur is direct voor het rooien vastgesteld aan 50 planten per veldje.

## Forceerbehandelingen

In 1988 zijn de bladkragen van de wortels bij het opzetten behandeld met 0,5 liter van een oplossing met 2% chlorix of met 0,5 kg dolokal per m<sup>2</sup> trekoppervlak. Vervolgens zijn de behandelde objecten, mede met het oog op het realiseren van een verschil in relatieve luchtvochtigheid (RV), geforceerd bij een groter of een kleiner temperatuurverschil. Op ROC Noord-Limburg is slechts één forceerregime aangehouden.

In 1989 zijn de bladkragen bij het opzetten kunstmatig geïnfecteerd met 100 ml per m<sup>2</sup> trekoppervlak van een suspensie met de bacteriestammen *E. carotovora carotovora* (ECC) of *E. carotovora atroseptica* (ECA). Het kiemgetal van de suspensie was steeds 2 x 10<sup>7</sup>. Vervolgens is drie dagen na inoculatie met ECC of ECA, in de trekcel een bactericide over de wortels verspoten (0,5 gram produkt in 250 ml spuitvloeistof per m<sup>2</sup> trekoppervlak). Op ROC-Westmaas zijn voor het uitvoeren van de behandelingen met ECC of ECA eerst alle wortels behandeld met 100 ml van een suspensie van *P. marginalis* per m<sup>2</sup> trekoppervlak ter verhoging van de algemene infectiedruk. De forceercondities waren in 1989 voor alle behandelingen zoveel mogelijk gelijk.

In 1990 zijn 10 dagen na het opzetten, alle trekbakken afgedekt met een vel ongeperforeerde folie om een vochtig milieu te creëren. Tevens zijn op dag 10 en dag 17 na begin van de trek, de groeiende kroppen geïnfecteerd door per trekbak 100 ml van een suspensie van de bacteriestam *Erwinia carotovora carotovora* (ECC) over de kroppen te spuiten. Hierbij werden met een mesje al dan niet 20 kroppen per trekbak beschadigd om invalsporten

voor de natrotbacterie te maken. Het kiemgetal van de suspensie was steeds 10<sup>8</sup>. Vervolgens is twee dagen na inoculatie met ECC, een bactericide over de kroppen verspoten (1 gram produkt in 250 ml spuitvloeistof per m<sup>2</sup> trekoppervlak).

De objecten zijn in de regel onder gelijke omstandigheden geforceerd bij een watertemperatuur van 20-21 °C en een luchttemperatuur van 16-17 °C. Tijdens de trek is bemest met kalksalpeter en nutriflora t tot een EC-waarde van 2 mS per cm.

Na afloop van de trek is van alle proeven naast de lofopbrengst en lofkwaliteit, het percentage door natrot aangetaste kroppen bepaald. Vervolgens is de houdbaarheid van het lof vastgesteld door van alle behandelingen 1 doos à 5 kg lof uit klasse I-kort, gedurende 7-10 dagen te bewaren bij 10°C.

## Resultaten 1988

### Wortelteelt

Vooraf op ROC De Waag bleek het achterwege laten van een N-bemesting te leiden tot een sterke daling van de wortelopbrengst (tabel 106). Dit komt ook tot uiting in het hogere percentage fijne wortels (<3 cm) en het gewicht van de wortels boven 3 cm doorsnede. Een geringe N-bemesting toegediend voor zaaien (object B), geeft echter reeds een wortelopbrengst die vrijwel gelijk is aan de overmatig met stikstof bemeste objecten.

Bij een ruime N-voorziening wordt het drogestofgehalte van de wortels verlaagd. Het percentage door bladvuur aangetaste planten wordt, vooral bij object D, sterk verhoogd (tabel 106). Dit kan

**Tabel 106.** Invloed van de N-bemesting op de wortelopbrengst (ton per ha), drogestofgehalte van de gerooide wortels (%) en het percentage matig tot ernstig door bladvuur aangetaste planten. Zaaidatum: 10 mei 1988, cv. Flash F1. Plantgetal: 200.000 per ha. Rooidatum: 29 september 1988. Grondsoort: kleiig zand (9% slib, pH 7,3). Plaats wortelteelt: Ens.

object	wortelopbrengst (ton/ha)	percentage drogestof wortels	percentage wortels < 3 cm Ø	gewicht (g) wortels > 3 cm Ø	percentage aantasting bladvuur
A. geen N	28,0	25,9	25	173	5
B. 80 kg N-N-mineraal	37,1	24,7	17	214	27
C. 3x50 kg N <sup>1)</sup>	37,6	22,9	19	218	39
D. als B+3x50 kg N <sup>1)</sup>	37,5	23,1	15	217	71

<sup>1)</sup> 50 kg N gegeven op respectievelijk 15 juli, 6 augustus en 27 augustus.

**Tabel 107.** Verloop N-mineraal gehalte in de laag 0-60 cm-mv (kg per ha) en het percentage N-totaal in de drogestof van de geoogste wortels bij de verschillende N-objecten. Organische stofgehalte grond: 1,2 %. Plaats wortelteelt: Ens (1988).

object	14 maart	29 juli	N-mineraal op:		percentage Nt wortels
			26 augustus	26 september	
A. geen N	17	5	19	7	0,38
B. 80 kg N-N-mineraal	17	8	19	5	0,52
C. 3x50 kg N <sup>1)</sup>	17	31	41	44	0,76
D. als B+3x50 kg N <sup>1)</sup>	17	29	38	59	0,96

1) Zie noot tabel 106.

verband houden met een overvloedige bladproductie als gevolg van het ruime N-aanbod.

Uit de resultaten van de N-mineraal metingen op 26 september (tabel 107), blijkt dat de stikstof in de bodem bij de objecten A en B vrijwel geheel is opgenomen. Dit is ideaal voor de afrijping van de wortels. Bij de objecten C en D is dit niet het geval en zal de N-opname doorgaan en de afrijping worden uitgesteld. Het percentage N-totaal in de wortels, wordt duidelijk door de N-gift beïnvloed. Op andere bodemtypen met een hoger organische stofgehalte kan uit mineralisatie meer stikstof vrijkomen, waardoor geen volledige uitputting plaatsvindt, zoals op de ROC's Noord-Limburg en Westmaas dit jaar het geval was. Dit leidde in de proeven op de beide ROC's tot minder sterke verschillen in wortelproductie.

### Trek

Het optreden van natrot tijdens de trek kan sterk worden beïnvloed door het forceerklimaat, zoals

naar voren kwam op ROC Westmaas. Door beperkte ventilatie en het nathouden van de vloer is in een cel een hogere relatieve luchtvochtigheid nagestreefd (> 95%). Het percentage door natrot aangetaste kroppen aan het einde van de trek werd verdubbeld van 10% in de 'drogere' cel, tot 21% in de 'vochtige' cel.

Behalve het forceerklimaat kan ook de N-voorziening van de wortels van grote invloed zijn op het optreden van natrot (tabel 108). Hoewel op ROC Westmaas tijdens de wortelteelt een aantasting door bladvuur vrijwel niet voorkwam, is het opvallend dat het percentage door natrot aangetaste kroppen tijdens de trek opliep tot maximaal 26%. Dit in tegenstelling tot ROC De Waag, waar een hoge bladvuuraantasting op het veld (tabel 106), resulteerde in slechts maximaal 4% door natrot aangetaste kroppen tijdens de trek (tabel 109). Op ROC Noord-Limburg liep de natrotaantasting tijdens de trek echter wel parallel met de bladvuuraantasting op het veld (tabel 110).

**Tabel 108.** Invloed N-bemesting tijdens de wortelteelt op het percentage N-totaal van de wortels, het drogestofgehalte van de wortels (%), de lofopbrengst en lofkwaliteit (kg per 100 wortels), percentage natrot en houdbaarheid van het lof.

Grondsoort: zware zavel (27% slib, 2,7% organische stof, pH 7,4).

Aanvang trek: 17 november 1988, ROC Westmaas.

object	percentage	percentage	lofopbrengst		percentage	percentage	cijfer houdbaar- heid <sup>1)</sup>
	Nt wortels	drogestof wortels	klasse I	totaal	klasse I	natrot	
A. geen N	0,76	22,8	9,2	13,1	70	5	6,8
B. 80 kg N-N-mineraal	0,85	22,2	8,0	12,4	65	9	6,5
C. 3x50 kg N	1,02	21,6	6,3	11,6	54	22	5,9
D. als B+3x50 kg N	0,96	21,5	6,6	11,7	56	26	6,1

1) Cijfer houdbaarheid bepaald na 10 dagen opslag bij 10 °C.

**Tabel 109.** Invloed N-bemesting tijdens de wortelteelt op het percentage N-totaal van de wortels, de lofopbrengst en lofkwaliiteit (kg per 100 wortels), percentage natrot en houdbaarheid van het lof. Aanvang trek: 12 oktober 1988, ROC De Waag.

object	percentage Nt wortels	lofopbrengst		percentage klasse I	percentage natrot	cijfer houdbaarheid <sup>1)</sup>
		klasse I	totaal			
A. geen N	0,38	8,0	10,7	75	0	7,2
B. 80 kg N-N mineraal	0,52	8,3	11,9	70	1	6,2
C. 3x50 kg N	0,76	7,8	14,1	55	2	5,7
D. als B+3x50 kg N	0,96	5,9	12,9	46	4	5,6

<sup>1)</sup> Cijfer houdbaarheid bepaald na 7 dagen opslag bij 10 °C.

**Tabel 110.** Invloed N-bemesting tijdens de wortelteelt op het percentage N-totaal van de wortels, het drogestofgehalte van de wortels (%), de lofopbrengst en lofkwaliiteit (kg per 100 wortels), percentage aantasting bladvuur, percentage natrot en houdbaarheid van het lof. Grondsoort: lemig zand (15% leem, 2,4% organische stof, pH 5,9). Aanvang trek: 12 oktober 1988, ROC Noord-Limburg.

object	percentage Nt wortels	percentage drogestof wortels	lofopbrengst		percentage klasse I	percentage aantasting bladvuur	percentage natrot	cijfer houd- baar- heid <sup>2)</sup>
			klasse I	totaal				
A. geen N	0,86	23,8	3,8	13,3	29	25	7	6,7
C.3x50 kg N <sup>1)</sup>	1,11	22,1	1,3	12,3	11	35	10	5,0
D.80 kg N-N- mineraal + 1x50 kg N	1,26	21,9	1,0	11,7	9	54	14	3,3

<sup>1)</sup> 50 kg N gegeven op 15 juli, 6 augustus (ook object D) en 27 augustus.

<sup>2)</sup> Cijfer houdbaarheid bepaald na 8 dagen opslag bij 10° C.

De houdbaarheid van het geogoste lof loopt, afhankelijk van de proefplaats, sterker of minder sterk terug bij een ruimere N-voorziening van de wortels. Zoals bekend, wordt de lofkwaliiteit door een ruimer stikstofaanbod tijdens de wortelteelt negatief beïnvloed. Dit komt in dit onderzoek duidelijk naar voren. Boven een Nt-niveau in de wortels van 0,76% (object A, tabel 108), nam de lofopbrengst zowel in klasse I als totaal, in absolute zin sterk af. Op ROC De Waag leidden lagere Nt-gehalten dan 0,76% tot een lagere totaalopbrengst, maar met een hoger percentage klasse I lof (tabel 109). Op ROC Noord-Limburg werd zonder een N-bemesting reeds een Nt-gehalte van 0,86 % gerealiseerd (tabel 110). Dit resulteerde in een slechte lofkwaliiteit, die nog verder afnam bij de hogere N-trappen.

De behandelingen met een oplossing van actief chloor of dolokal bij het opzetten van de wortels, heeft op geen van de proefplaatsen tot enig resultaat geleid.

## Resultaten 1989

### Wortelteelt

In dit jaar waren de verschillen in wortelproductie tussen de aangelegde N-trappen minder groot als in 1988. Wellicht is dit mede een gevolg geweest van de hogere N-mineralisatie in de warme zomer van 1989. De aantasting door bladvuur bleef op ROC De Waag beperkt tot maximaal 11%. Het niet met stikstof bemeste object gaf de laagste aantasting (1%).

Op ROC Westmaas werden bij de objecten C en D begin september, zeer hoge N-mineraalgehalten gemeten (tabel 111). Bij de wortelooft op 25 september was de N-mineraal voorraad in de bodem van de objecten A en B vrijwel uitgeput. Toch leidde dit niet tot grote verschillen in Nt-gehalte van de wortels.

**Tabel 111.** Verloop N-mineraal gehalte in de laag 0-60 cm-mv (kg perha), het drogestofgehalte van de gerooide wortels (%), het percentage N-totaal in de wortel-drogestof en de aantasting door natrot tijdens de trek (%) bij de verschillende N-objecten. Grondsoort: zware zavel (30% slib, 2,4% organische stof, pH 7,4). Zaaidatum: 29 mei 1989. Rooidatum: 25 september 1989. ROC Westmaas.

object <sup>1)</sup>	N-mineraal op:				percentage		
	25 maart	16 augustus	5 september	25 september	drogestof wortels	Nt wortels	natrot trek
A. geen N	37	49	35	9	22,6	0,80	6
B. 80 kg N-N-mineraal	37	60	55	10	21,8	0,81	10
C. 3x50 kg N <sup>2)</sup>	37	119	167	88	22,1	0,92	9
D. als B+3x50 kg N <sup>2)</sup>	37	129	256	143	21,7	0,93	21

1) Wortelgewicht > 3 cm: gemiddeld 164 gram.

2) 50 kg N gegeven op respectievelijk 3 augustus, 16 augustus en 5 september.

**Tabel 112.** Invloed N-bemesting tijdens de wortelteelt op het drogestofgehalte (%) en het percentage N-totaal van de wortels, de lofopbrengst en lofkwiteit (kg per 100 wortels), percentage natrot en houdbaarheid van het lof. Grondsoort: kleilig zand (9% slib, 1,5% organische stof, pH 7,6). Aanvang trek: 10 oktober 1989, ROC De Waag.

object <sup>1)</sup>	percentage Nt wortels	percentage drogestof wortels	lofopbrengst		percentage klasse I	percentage natrot	cijfer houdbaarheid <sup>2)</sup>
			klasse I	totaal			
A. geen N	0,44	23,9	9,6	12,5	77	18	4,1
B. 80 kg N-N-mineraal	0,64	24,1	9,5	13,2	72	24	4,8
C. 3x50 kg N	0,94	23,0	6,6	13,3	50	31	4,6
D. als B+3x50 kg N	0,86	22,4	6,1	13,0	47	29	4,5

1) Wortelgewicht > 3 cm: gemiddeld 191 gram.

2) Cijfer houdbaarheid bepaald na 8 dagen opslag bij 10 °C.

## Trek

Evenals in 1988 wordt de natrotaantasting tijdens de trek bevorderd door een hoger N-niveau tijdens de wortelteelt, terwijl de lofkwiteit door een ruimere N-voorziening afneemt. Het percentage door natrot aangetaste kroppen van het niet met stikstof bemeste object was op ROC-De Waag echter ook reeds 18% (tabel 112), terwijl op het veld nauwelijks sprake was van een bladvuuraantasting. De houdbaarheid van het geoogste lof was over het geheel genomen slecht vanwege een in de dozen doorzettende natrotaantasting.

De kunstmatige infectie met de bacteriestammen ECC of ECA bij begin van de trek, al dan niet gevolgd door een behandeling met een bactericide,

leidde zowel op ROC De Waag als op ROC Westmaas niet tot de gewenste resultaten.

## Resultaten 1990

### Wortelteelt

De verschillen in wortelproductie tussen de aangelegde N-trappen bleven beperkt. Het niet met N-bemeste object gaf de minste aantasting door bladvuur; de verschillen met de stikstofrijkere objecten waren echter niet groot.

Naarmate het N-niveau toeneemt, wordt het drogestofgehalte van de geoogste wortels lager en neemt het N-gehalte van de wortels toe (tabel 113). De

**Tabel 113.** Verloop N-mineraalgehalte in de laag 0-60 cm-mv (kg per ha), het drogestofgehalte van de gerooide wortels (%), het percentage N-totaal in de wortel-drogestof en de aantasting door natrot tijdens de trek (%) bij de verschillende N-objecten. Grondsoort: zware zavel (29% slib, 2,3% organische stof, pH 7,4). ROC Westmaas 1990. Rooidatum: 11 oktober 1990.

object <sup>1)</sup>	N-mineraal op:					percentage drogestof wortels	percentage Nt wortels	percentage natrot trek
	28 maart	18 juni	2 aug.	10 sept.	9 okt.			
A. geen N	37	84	43	7	15	23,6	0,86	1
B. 140 kg N-Nm	37	118	92	11	41	22,8	1,01	3
C. 280 kg N-Nm	37	88	81	63	72	22,9	1,09	2
D. 420 kg N-Nm	37	97	69	55	182	22,2	1,17	11

<sup>1)</sup> Wortelgewicht > 3 cm: gemiddeld 223 gram.

**Tabel 114.** Invloed N-voorziening tijdens de wortelteelt op de lofopbrengst en lofkwiteit (kg per 100 wortels), percentage natrot en houdbaarheid van het lof. Grondsoort: lichte zavel (11 % slib, 1,9 % organische stof, pH 7,1). Aanvang trek: 26 oktober 1990. ROC De Waag.

object <sup>1)</sup>	percentage Nt wortels	percentage drogestof wortels	lofopbrengst		percentage klasse I	percentage natrot	cijfer houdbaarheid
			klasse I	totaal			
A. geen N	0,81	23,8	10,5	14,0	74	0	6,4
B. 140 kg N-Nm	0,94	23,6	10,9	15,1	72	0	6,1
C. 280 kg N-Nm	1,10	22,5	9,6	14,7	65	1	5,0
D. 420 kg N-Nm	1,12	22,1	9,3	13,8	65	1	5,3

<sup>1)</sup> Wortelgewicht > 3 cm: gemiddeld 200 gram.

<sup>2)</sup> Cijfer houdbaarheid bepaald na 8 dagen opslag bij 10°C.

objecten A en B putten de N-voorraad in de bodem uit; in september is echter als gevolg van regenval de N-mineralisatie weer toegenomen. De laatste N-gift van object D in september is slechts voor een klein deel door de plant opgenomen.

## Trek

In kwalitatief opzicht en ook wat betreft de totaal-opbrengst scoorde op ROC Westmaas het niet met stikstof bemeste object het hoogst; de verschillen tussen de overige objecten waren klein. Het percentage door natrot aangetaste kroppen bij de oogst, was alleen bij object D beduidend hoger: 11%. De houdbaarheid van het lof was over het geheel genomen matig tot redelijk; alleen bij object D werd een in de dozen doorzettende natrotaantasting geconstateerd.

Op ROC De Waag bleef de natrotaantasting tijdens de trek beperkt tot 1%, bij een Nt-niveau van maxi-

maal 1,12%. Wel scoorde de houdbaarheid van het lof lager bij de hogere N-niveaus. De verschillen in lofproductie, zowel kwalitatief als kwantitatief bleven beperkt (tabel 114).

De kunstmatige infectie tijdens de trek met de bacteriestam ECC leidde niet tot een sterkere natrot-aantasting, waardoor het effect van de toegepaste bactericide niet aantoonbaar was. Wel leidde toepassing van de bactericide op ROC Westmaas tot een duidelijk hoger percentage klasse I lof. Het effect van een kunstmatige beschadiging was gering.

## Discussie en conclusies

Een ruime N-voorziening tijdens de wortelteelt verhoogt het N-totaal-gehalte in (de drogestof van) de wortel en daarmee de gevoeligheid voor het optreden van natrot tijdens de trek. Bij een N-gift tot circa 80 kg-N-mineraal voor het zaaien blijft deze

toename in Nt-gehalte en gevoeligheid voor natrot, in de regel beperkt. Gestreefd dient te worden naar een Nt-niveau van circa 0,7 %. Bij hogere niveaus loopt de lofkwaliiteit terug en neemt de gevoeligheid voor een natrottaantasting sterk toe. Uit het inventariserende onderzoek in 1986 in de praktijk, kwam dit niveau wat betreft de gevoeligheid voor natrot ook reeds naar voren.

Lagere Nt-niveaus dan 0,7 % kunnen aanleiding geven tot een beperking van de lofproductie. In veel gevallen wordt echter reeds zonder een N-bemesting, een hogere waarde bereikt. Een en ander sluit echter niet uit dat er ook jaren (bijvoorbeeld 1990) kunnen voorkomen dat er met (veel) hogere Nt-gehalten ook goede forceerresultaten kunnen worden behaald bij een nauwelijks voorkomende natrottaantasting.

Duidelijk is dat een N-mineraal bepaling alleen in februari onvoldoende inzicht geeft in het te bereiken N-totaal gehalte van de wortel. De voorgeschiedenis van het perceel, het organische stofgehalte en de mate van N-mineralisatie zijn vaak van grote(re) invloed.

Uitgaande van een bruto-wortelproductie van 40 ton per ha bij een drogestofgehalte van 23% met een Nt-niveau van 0,7%, wordt door de wortels 64,4 kg N opgenomen. Het blad bevat 8% drogestof met een Nt-niveau van circa 2,4%. Uitgaande van een bruto-bladproductie van 50 ton per ha (inclusief het tijdens de teelt afgestorven blad), wordt door het blad 96 kg N opgenomen. In totaal bedraagt de totale N-opname dus circa 160 kg per ha. Bij een organische stofgehalte in de bouwvoor van 2 %, wordt tijdens het groeiseizoen uit de organische stof gemiddeld 60 kg N gemineraliseerd. Verder moet rekening worden gehouden met de N-mineralisatie uit oogstresten die 30 à 40 kg per ha kan bedragen en de N-neerslag uit de lucht, die ook kan oplopen tot 30 à 40 kg per ha. Hieruit volgt dat de aanvangswaarde

van N-mineraal in het voorjaar laag moet zijn en komt uit deze berekening duidelijk naar voren dat het advies om geen stikstof op witlof te geven, in vrijwel alle gevallen opgaat. Bovendien is het gewenst om aan het einde van de teelt met een stikstofarme situatie te eindigen.

Uit de samenvatting van de gerealiseerde Nt-niveaus in de wortels in relatie tot de aangelegde N-trappen (tabel 115), blijkt dat het gemiddelde verschil in Nt-niveau tussen de objecten A en C 0,29 % bedraagt. Het verschil in N-gift tussen deze objecten is 150 (1988 en 1989) tot circa 200 kg (1990). Dit betekent dat per 50 kg toegediende N, het Nt-niveau van de wortels globaal met 0,1 % wordt verhoogd. Dit lineaire verband tussen N-gift en Nt-niveau lijkt geldig tot circa 1,1 % Nt. Daarboven treedt een verzadiging op. In hoeverre dit ook voor andere rassen dan cv. Flash geldt, dient nader te worden onderzocht.

Uit de in 1986 uitgevoerde praktijkbemonstering bleek dat slechts 26 % van de bemonsterde partijen witlofwortels (cv. Flash), lager scoorde dan 0,7 % Nt, 51 % scoorde tussen 0,7 en 1,0 % Nt en 23 % hoger dan 1 %, met uitschieters tot 1,5 %. Uitgaande van een optimaal Nt-niveau van 0,7 %, zou dit betekenen dat bijna driekwart van de in Nederland geteelde partijen witlofwortels van het ras Flash een (veel) te hoog N-aanbod hebben! Het is dan ook dringend gewenst meer aandacht te schenken aan de regulatie van het N-aanbod tijdens de wortelteelt. In het jaar, voorafgaand aan de wortelteelt zou reeds in de voorvrucht de mate van N-mineralisatie kunnen worden nagegaan. In percelen met eenzelfde vruchtwisseling worden twee stroken grond (vensters) van circa 5x5 meter onbeteeld en onbemest gelaten. Hierin worden in het vroege voorjaar en in de tweede helft van juni N-mineraal bepalingen uitgevoerd. Op grond van deze uitslagen, samen met kennis van het organische stofgehalte van de

**Tabel 115.** Samenvatting van de gerealiseerde Nt-niveaus in de wortels (cv. Flash) bij het rooien, in relatie tot de aangelegde N-trappen in de jaren 1988 t/m 1990.

WG = ROC De Waag, WS = ROC Westmaas, ME = ROC Meterik.

object	1988			1989		1990	
	WG	WS	ME	WG	WS	WG	WS
A	0,38	0,76	0,86	0,44	0,80	0,81	0,86
B	0,52	0,85	.	0,64	0,81	0,94	1,01
C	0,76	1,02	1,11	0,94	0,92	1,10	1,09
D	0,96	0,96	1,26	0,86	0,93	1,12	1,17

grond, kan een betere voorspelling worden gegeven met betrekking tot geschiktheid voor teelt in het volgende jaar. Op basis van enkele N-mineraal metingen in de tweede helft van juni, zou bij 2% organische stof, het N-mineraal gehalte van de grond liefst niet boven circa 70 kg mogen uitkomen. Een waarde boven 100 kg N-mineraal zou afkeuring betekenen voor teelt van witlofwortels in het volgende jaar. Een dergelijke voorspellingsmethode, aan de hand van stikstofvensters in de voorvrucht, verdient nadere uitwerking.

Een forse aantasting door bladvuur op het veld hoeft niet automatisch in te houden dat ook tijdens de trek veel kroppen door natrot worden aangetast. Deze koppeling werd tot op heden wel min of meer verondersteld. Anderzijds kunnen ogenschijnlijk gezonde wortels met een laag Nt-gehalte, tijdens de trek toch voor een aanzienlijk deel door natrot worden aangetast.

Behandeling van de wortels direct na het opzetten met een oplossing van actief chloor, dolokaal of een bactericide, bleek niet effectief te zijn. Ook werd in dit onderzoek na kunstmatige infectie met ECC, geen verhoging van het aantastingspercentage vastgesteld. Verlaging van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de trek kan echter wel de aantasting door natrot beperken. Gezien het soms onvoorspelbaar optreden van natrot is het gewenst meer onderzoek te verrichten naar de invloed van het micro-klimaat, met de nadruk op de relatieve luchtvochtigheid, op de zich ontwikkelende kroppen in de laatste week van de trek. Dit in relatie tot het infectiegedrag, pathogeniteit en vermeerderingssnelheid van de in het spel zijnde bacteriestammen.

## **Samenvatting**

Natrot, veroorzaakt door de bacterie *Erwinia carotovora carotovora* (ECC), vormt tijdens de witloftrek en ook later in het handelskanaal een ernstig probleem. Om deze bacterie-aantasting terug te kunnen brengen, zijn in samenwerking met enkele Regionale Onderzoek Centra (ROC's), vanaf 1988 t/m 1990 enkele gerichte veld- en forceerproeven aangelegd. De invloed van stikstof tijdens de wortelteelt op het optreden van natrot, samen met het treffen van maatregelen tijdens de trek zijn in dit onderzoek als uitgangspunten genomen.

Een ruime N-voorziening tijdens de wortelteelt verhoogt het N-totaal gehalte in (de drogestof van) de wortel en daarmee de gevoeligheid voor het optreden van natrot tijdens de trek. Bij een N-gift tot circa 80 kg-N-mineraal voor het zaaien blijft deze toename in Nt-gehalte en gevoeligheid voor natrot, in de regel beperkt. Gestreefd dient te worden naar een Nt-niveau in de wortel van circa 0,7 %. Bij hogere niveaus loopt de lofkwaliteit terug en neemt de gevoeligheid voor een natrotaantasting sterk toe. Een N-mineraal bepaling in februari geeft onvoldoende inzicht in het te bereiken N-totaal gehalte van de wortel. De voorgeschiedenis van het perceel, het organische stofgehalte en de mate van N-mineralisatie zijn van grote(re) invloed. Een methode om de geschiktheid van een perceel voor wortelteelt reeds een jaar van te voren te kunnen voorspellen, aan de hand van stikstofvensters in de voorvrucht, verdient nadere uitwerking.

Een forse aantasting door bladvuur op het veld, veroorzaakt door de bacterie *Pseudomonas marginalis*, hoeft niet automatisch in te houden dat ook tijdens de trek veel kroppen door natrot worden aangetast. Deze koppeling werd tot op heden wel min of meer verondersteld. Anderzijds kunnen ogenschijnlijk gezonde wortels met een laag Nt-gehalte, tijdens de trek toch voor een aanzienlijk deel door natrot worden aangetast.

Behandeling van de wortels direct na het opzetten met een oplossing van actief chloor, dolokaal of een bactericide, bleek niet effectief te zijn. Ook werd in dit onderzoek na kunstmatige infectie met ECC, geen verhoging van het aantastingspercentage vastgesteld. Verlaging van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de trek kan echter wel de aantasting door natrot beperken.

## **Literatuur**

- Cochet, J.P. et M. Marle. Influence des facteurs agronomiques sur le comportement d'un hybride de chicorée witloof. In: Colloque Eucarpia sur les légumes à feuilles. Versailles (1984), p. 135-141.
- Saane, J. van en G. van Kruistum. Onderzoek naar natrot bij witlof. *Groenten en Fruit* 42 (1987) 32, p. 58-59.
- Titulaer, H.H.H. Lagere stikstofgrens in nieuw bemestingsadvies. *Groenten en Fruit* 45 (1990) 32, p. 66-67.
- Vantomme, R. et al. Bacterierot op witloof tijdens de trek. *Landbouwtijdschrift* 38 (1985) 3, p. 473-480.



## Summary

Wet rot in chicory, caused by the bacteria *Erwinia carotovora carotovora* (ECC), forms a serious problem during forcing and later also during handling and marketing. To reduce this bacterial disease, a joint research program was carried out between PAGV and regional research stations (ROC's) during 1988-1990, consisting of several field and forcing trials. The influence of nitrogen during root growth on the occurrence of wet rot, together with measures during forcing have been taken as key points.

A substantial N-supply during root growth increases the N-total content in (the dry matter of) the root, together with the sensitivity to wet rot during forcing. With an application rate of N up to approx. 80 kg N minus N<sub>min</sub> prior to sowing, this increase in N-total content of the root and sensitivity to wet rot is limited as a rule. The aim should be to get a N-total level in the root of approx. 0.7%. At higher levels the chicory quality decreases while the sensitivity to wet rot strongly increases.

A N<sub>min</sub> analysis in February gives insufficient insight into the N-total content of the root to be reached. The history of the field, the organic matter content of the soil and the level of N mineralisation have a greater effect. A method to determine the suitability of a field for root growing a year in advance, from N<sub>min</sub> levels in the preceding crop, deserves further consideration.

A substantial infection of leaf blight during root growth, caused by the bacteria *Pseudomonas marginalis*, does not necessarily mean that many chicory plants will be infected by wet rot during forcing too. This thought was more or less assumed until now. Furthermore healthy looking roots with a low N-total content, can still be infected by wet rot during forcing to a substantial degree.

Treatment of the root crowns at the start of forcing with a solution of active chlorine, dolocal or a bactericide, did not appear to be effective. During this research no increase in infection percentage was determined after artificial inoculation with ECC. Reducing the relative humidity during forcing however, can minimize infection by wet rot.

## Emissie van bestrijdingsmiddelen en nutriënten bij de witlof-trek op water

*Emission of plant protection chemicals and nutrients during hydroponic forcing of witloof chicory (Cichorium intybus L. var. foliosum)*

ing. A. Dekker, ing. G. van Dusschoten, drs. N.W.H. Houx, Staring Centrum, ir. G. van Kruistum, PAGV

### Inleiding

De witlofteelt heeft de laatste jaren stormachtige ontwikkelingen doorgemaakt. Enerzijds zijn de teeltmethoden voor de witlofpennen sterk verbeterd, anderzijds is het tegenwoordig mogelijk om de wortels gekoeld te bewaren waardoor jaarrondteelten uitgevoerd kunnen worden. Bovendien is de wijze van forceren sterk veranderd. Werd vroeger de witlof alleen in een kuil getrokken, tegenwoordig wordt naar schatting 80% van het areaal witlofteelt op hydrocultuur geforceerd.

Bij deze teeltwijze wordt na afloop van de trek het restant van het gebruikte proceswater geloosd. De lozing vindt voor circa 75% plaats op het oppervlaktewater en voor het overige deel op het riool. Dit

proceswater is belast met achterblijvende voedings-elementen en kan ook residuen van bestrijdingsmiddelen bevatten. Deze bestrijdingsmiddelen kunnen ook afkomstig zijn van de gewasbescherming tijdens de teelt van de witlofpennen op het veld. Dit betreft voornamelijk pirimicarb en dimethoaat. De witlofpennen die gebruikt worden voor de trek in het voorjaar, worden vóór de opslag bespoten met een fungicide, meestal vinchlozolin. De pennen die in het najaar voor de trek worden gebruikt, krijgen deze behandeling met fungicide in de trekbakken; vinchlozolin wordt over de opgezette pennen gespoten. Tijdens de trek kunnen rookpatronen met pirimicarb of permethrin worden gebruikt om aantastingen door insecten te voorkomen.

In het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater en de Wet Bodembescherming zal dit