

Onderzoek gericht op het voorkomen van lage temperatuurbederf bij witlof

Control of low temperature injury in witloof chicory

ir. G. van Kruijstum, ing. A.R. Biesheuvel, PAGV, ir. R.C.F.M. van den Broek, ROC Zwaagdijk, ing. P.M.T.M. Geelen, ROC Wijnandsrade en ing. J.G.M. Jeurissen, ROC Noord-Limburg

Inleiding en probleemstelling

Tijdens het witlofseizoen 1985/1986 kwam het verschijnsel 'lage temperatuurbederf' voor het eerst vrij massaal voor. Dit probleem trad op met het verplicht conditioneren van witlof naar 1 tot 4°C in het vooruitzicht. Dit was aanleiding het koeladvies van op de veiling aangevoerde witlof te wijzigen in 4 tot 6°C. Voor een betere houdbaarheid is een aflevertemperatuur van liefst rond 1°C wenselijk. Dit was reden om in het onderzoek na te gaan of lage temperatuurbederf door teeltmaatregelen kan worden opgelost.

In dit artikel worden de belangrijkste onderzoeksresultaten vermeld.

Voor een uitgebreide weergave van de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar een uit te brengen PAGV-verslag.

Symptomen

Lage temperatuurbederf (LTB) ontstaat na bewaring van het geogste lof bij circa 1°C en is fysiologisch van aard.

Binnenin de krop ontstaan ovaalronde, ingevallen en roodbruin verkleurde plekken. Deze zijn sterk begrensd en komen voor op de buitenkant van de bladeren binnenin de krop. Aan de buitenkant is de krop gaaf.

Het roodbruin verkleurde 'vlies' is vrij oppervlakkig en kan met een mesje van het blad worden getrokken.

Uit een eerste onderzoek bleek deze schade afhankelijk te zijn van de bewaar temperatuur en de bewaarduur. Het schadebeeld kwam vooral naar voren wanneer bij 0° tot 3°C bewaarde witlof gedurende tenminste drie dagen werd nabewaard bij 10° tot 15°C.

Onderzoek

Kalium- en calciumbemesting

Uit een eerste praktijkinventarisatie bleek dat het optreden van LTB bij witlof mogelijk veroorzaakt wordt door een hoge K/Ca-verhouding (> 8) in de wortel. Ook werden er verschillen in gevoeligheid tussen rassen en partijen wortels van eenzelfde ras geconstateerd.

Om te onderzoeken of de K/Ca-verhouding in de wortel een belangrijke rol speelt, zijn in 1988, 1990 en 1991 op de ROC's te Meterik, Creil (alleen in 1988) en Zwaagdijk, veld- en forceerproeven aangelegd. Geprobeerd is de K/Ca-verhouding in de wortel te beïnvloeden door op het veld verschillende K- en Ca-bemestingsobjecten aan te leggen.

De resultaten van het onderzoek op ROC Noord-Limburg in seizoen 1990/1991 zijn representatief voor de overige proefplaatsen en zullen hier uitgebreider worden besproken.

Kalk- en kalistoestand van de grond

In 1984 is op lössgrond een kalk- en kalistoestandenproef aangelegd waarop, na instelling van een evenwichtssituatie, vanaf 1989 jaarlijks twee gewassen zijn geteeld. Het onderzoek is gericht op het bestuderen van de effecten van de kalk/kali-interactie op de groei en ontwikkeling van wintertarwe, suikerbiet en aardappel. In 1991 en 1992 is ook witlof (cv. Flash en cv. Daliva) in het bouwplan opgenomen om de effecten van de kalk/kali-trappen op de wortel- en lofproductie, lofkwiteit en houdbaarheid te bestuderen. De mate waarin fysiologische afwijkingen ontstaan, zoals bruine pit en lage temperatuurbederf, kunnen ook door de kalk- en/of kalistoestand van de bodem worden beïnvloed.

Tabel 7. Resultaten grond- en wortelanalyse van de K- en Ca-bemestingsobjecten bij willof (cv. Flash). ROC Noord-Limburg, oktober 1990.

object	grondanalyse*		wortelanalyse**		
	pH-KCl	K-HCl	% ds	K	Ca
0 kg K ₂ O	5,4	12	24,8	17,8	1,6
250 kg K ₂ O	5,4	14	24,6	18,4	1,5
500 kg K ₂ O	5,5	20	24,5	19,5	1,5
0 kg CaCl ₂	5,5	17	24,8	18,4	1,5
160 kg CaCl ₂	5,4	15	24,9	17,9	1,5
220 kg CaCl ₂	5,4	14	24,2	19,4	1,5

* CaCO₃ gehalte <0,1.

** K, Ca in g/kg drogestof (ds)

Inkoeltraject lof en voeding tijdens trek

Op ROC Zwaagdijk werd de aanwijzing verkregen dat de periode direct na de oogst van het lof tot het moment van inkoelen belangrijk kan zijn voor de mate van LTB-aantasting. Op het PAGV is daarop in juli 1992 met verschillende rassen een proef uitgevoerd om dit verschijnsel nader te bestuderen. In enkele vervolggexperimenten op het PAGV en ROC Zwaagdijk is nagegaan hoe snel het lof na de oogst moet worden teruggekoeld en welke invloed de voeding tijdens de trek kan hebben op het optreden van LTB.

Resultaten

Meterik 1990/1991

Kalium- en calciumbemesting

Enkele weken voor het zaaien op 17 mei 1990 (cv. Flash F1) zijn op ROC Noord-Limburg met zwavelzure kali de K-trappen aangelegd (0, 250 en 500 kg K₂O per hectare). Grondsoort: kalkarm, lemig zand (15% leem, 2,4% organische stof). De Ca-trappen (0, 160 en 220 kg CaCl₂ per hectare) zijn aangebracht in de vorm van bladbespuitingen met calciumchloride (CaCl₂). De eerste bespuiting vond plaats op 7 augustus in een dosering van 100 kg CaCl₂ per ha (concentratie 2,2% bij 4400 liter water per ha). Daar dit tot enige bladverbranding leidde, is vervolgens nog op een zestal tijdstippen gespoten in een

concentratie van 0,5 % (10 kg in 2000 liter water per ha) of 1 % (20 kg in 2000 liter water per ha).

Grond- en wortelanalyse

De kalibemesting en de bladbespuitingen met CaCl₂ hadden geen effect op de wortelproductie en -sortering. Wel leidde een hogere K-gift tot een hoger K-getal in de bodem en een wat hoger K-gehalte in de wortel (tabel 7). Het Ca-gehalte van de wortel daarentegen werd door de bladbespuitingen niet beïnvloed.

Uit eerder onderzoek op ROC Noord-Limburg (1988), waarbij calciumchloride als voorraadbemesting is gegeven, werd eveneens geen effect vastgesteld op het calciumgehalte van de wortel. Bij onderzoek in dat jaar op ROC Zwaagdijk, waarbij de wortels (cv. Flash) zijn geteeld op een kalkrijke, lichte zavelgrond in de Wieringermeerpolder (CaCO₃ 6,8, K-HCl 13, pH 7,6) was het calciumgehalte van de wortel gelijk aan dat van ROC Noord-Limburg.

Lofproductie en LTB-schade

De lofproductie en -kwaliteit werd niet systematisch door de K/Ca-trappen beïnvloed (tabel 8). Het percentage bruine en holle pitten bij de oogst lijkt wat toe te nemen bij een hogere K-gift. Het percentage bruine pit is hoog als gevolg van het late tijdstip van forceren van dit ras.

Binnen enkele uren na de oogst op 11 maart 1991, zijn van elk veldje 20 kroppen bij een temperatuur van 6°C geplaatst tot 15 maart, vervolgens bij 1°C

Tabel 8. Lofopbrengst in kg per 100 opgezette wortels, % bruine en holle pit en aantasting door LTB van cv. Flash. Oogstdatum: 11 maart 1991, ROC Noord-Limburg.

object	lofopbrengst [*]		% klasse I	% bruine pit	% holle pit	% lof met LTB	LTB-index ^{**}
	klasse I	totaal					
0 kg K ₂ O	10,0	12,6	79	52	8	48	16
250 kg K ₂ O	10,0	12,8	78	59	8	47	19
500 kg K ₂ O	9,3	12,5	74	61	14	39	14
0 kg CaCl ₂	9,1	12,1	75	60	10	38	14
160 kg CaCl ₂	10,8	13,5	80	58	9	50	19
220 kg CaCl ₂	9,4	12,4	76	53	10	45	16

* Gemiddeld wortelgewicht opgezette wortels: 184 gram.

** LTB-index: 0 = geen aantasting; 100 = alle kroppen zwaar aangetast.

tot 18 maart en tenslotte bij 10°C tot 25 maart, waarna de kroppen zijn beoordeeld op LTB-schade. Verschillen in het optreden van lage temperatuurbederf werden echter niet waargenomen. De LTB-index, uitgedrukt in een schaal van 0 tot 100, bleef beperkt tot een waarde van gemiddeld 16 (tabel 8). Dit komt bij de aangetaste kroppen neer op enkele rood-bruine vlekjes op maximaal twee tot drie kropblaadjes.

Wijnandsrade 1991-1992

Kalk- en kalitoestand van de grond

Een lage pH van 5,1 leidde in 1991 tot een hoger tarragehalte: de hoeveelheid aanklevende grond nam sterk toe. Tussen de verschillende pH-trappen kwam alleen in 1992 een verschil in wortelopbrengst voor. Bij een pH van 4,7 bleef de wortelproductie met circa 15% achter. Wortels boven 6 cm doorsnede werden bijna niet aangetroffen. De kalitoestand lijkt de wortelopbrengst niet te beïnvloeden. Ten aanzien van het aantal gerooide wortels en het percentage wortels kleiner dan 3 cm doorsnede, bleven de verschillen beperkt.

Elementanalyse

Na het rooien is van een wortelmonster het drogestofgehalte bepaald en is in de drogestof het gehalte van onder andere N-totaal, K en Ca gemeten. Het drogestofgehalte van de wortel wordt niet of nauwelijks door de kalk- of kalitoestand beïnvloed. Uit de elementanalyse blijkt geen sterke invloed naar voren

te komen (tabel 9). Alleen het effect van de kalitoestand is, zij het beperkt, zichtbaar in een toenemend K-gehalte van de wortel bij een hoger K-gehalte van de bodem. Bij cv. Flash nam in 1991 het K-gehalte van de wortel af bij een stijgende pH-waarde van de bodem; dit was in 1992 niet het geval. Dergelijke wisselende effecten over beide jaren zijn ook aanwezig bij de elementen Ca en N: toename Ca-gehalte cv. Flash, respectievelijk gehalte N-totaal cv. Daliva in 1992 bij een stijgende pH. In 1992 was ook het gehalte van de elementen N, K en Ca in de drogestof over de hele linie bij beide rassen beduidend hoger dan in 1991. Het drogestofgehalte van de wortels daarentegen was in 1992 gemiddeld 1,5 procent punt lager.

Lofopbrengst en lofkwiteit

Na bewaring bleek het percentage uitgevallen wortels zeer gering te zijn. Dit was ook het geval na afloop van de trek. De trek verliep zonder noemenswaardige ziekteproblemen. In beide proefjaren bleven de verschillen in lofproductie en -kwaliteit beperkt (tabel 10). In het algemeen komt echter duidelijk naar voren dat de totaalproductie en de productie van klasse I-lof c.q. klasse II-lof, in beide proefjaren het hoogst is bij de hogere pH-trappen en de laagste kali-toestanden. Bij de trek in februari 1993 werd aanzienlijk meer klasse II-lof geproduceerd en bleef de totaalopbrengst duidelijk achter bij die in februari 1992. De pitlengte werd niet beïnvloed en bedroeg bij de oogst in beide jaren 35 à 40%. In 1991/1992 nam het percentage bruine pit toe bij een betere K-voorziening; bij cv. Flash nam het percentage brui-

Tabel 9. Drogestofgehalte witlofwortels (% ds) en elementanalyse van de drogestof (g/kg). Kalk/kali-perceel ROC Wijnandsrade, november 1991 en 1992.

object	wortelanalyse (g/kg ds)							
	1991				1992			
	% ds	Nt	K	Ca	% ds	Nt	K	Ca
A. Daliva								
a1	25,0	7,9	22,0	2,1	23,0	9,2	23,4	3,0
a2	24,4	8,3	18,9	2,1	23,1	10,1	25,5	3,3
a3	25,0	8,5	21,3	2,1	22,8	10,6	25,4	3,4
k1	24,6	8,4	19,3	2,1	23,1	10,2	23,2	3,0
k2	25,0	7,9	20,0	2,1	23,0	9,7	25,1	3,4
k3	24,8	8,4	23,0	2,1	22,8	10,1	26,0	3,3
B. Flash								
a1	24,3	8,9	21,9	2,0	23,3	10,1	23,5	2,4
a2	24,6	8,4	20,9	2,0	22,6	10,0	25,4	3,1
a3	24,2	9,3	18,0	2,1	22,5	10,7	25,3	3,2
k1	24,7	9,1	18,0	2,0	22,8	10,5	23,1	2,8
k2	24,3	8,7	20,2	2,1	22,8	10,1	25,1	3,0
k3	24,1	8,7	22,6	2,0	22,7	10,2	26,1	2,9

a1..a3 : pH-KCl gemiddeld over 1991 en 1992 respectievelijk 4,9-6,5-7,3.

k1..k3 : K-HCl gemiddeld over 1991 en 1992 respectievelijk 15-17-21.

Tabel 10. Lofproductie (kg/100 wortels) van witlofwortels kalk/kali-perceel ROC Wijnandsrade. Trek: PAGV-Lelystad, februari 1992 en 1993.

object	1992			1993		
	klasse I	klasse II	totaal	klasse I	klasse II	totaal
A. Daliva						
a1	13,2	3,1	17,1	4,9	5,4	11,2
a2	13,7	2,6	16,9	3,7	7,7	12,1
a3	13,7	2,4	16,4	3,7	7,6	12,4
k1	14,2	2,8	17,6	3,8	7,3	11,8
k2	13,4	2,3	16,3	4,1	6,9	12,0
k3	12,9	3,0	16,6	4,4	6,6	11,8
B. Flash						
a1	13,1	2,2	15,7	5,4	6,2	12,7
a2	14,6	2,4	17,5	4,1	7,8	14,1
a3	13,6	2,4	16,7	4,7	8,1	14,8
k1	14,7	2,2	17,2	4,9	7,8	14,5
k2	13,9	2,1	16,4	5,4	7,1	14,0
k3	12,8	2,7	16,3	3,9	7,2	13,0

a1..a3 : pH-KCl gemiddeld respectievelijk 4,9-6,5-7,3.

k1..k3 : K-HCl gemiddeld respectievelijk 15-17-21.

ne pit bovendien af bij een stijgende pH. In 1992/1993 waren deze effecten veel minder sterk. In het eerste proefjaar werd waargenomen dat, voor-

al bij de hoogste kali-trap, het bladoppervlak van de buitenste kropblaadjes bij beide rassen wat ruwer en bobbeliger van structuur was.

Houdbaarheid en LTB

Na afloop van de nabewaring van het geoogste lof bleek in het eerste proefjaar, in alle gevallen LTB-schade niet of nauwelijks te zijn opgetreden.

In het tweede proefjaar bleek vooral cv. Flash LTB-schade te vertonen: een LTB-index variërend tussen 53 en 66 (op een schaal van: 0 = niet aangetast tot 100 = alle kroppen zwaar aangetast). Wat betreft de algemene indruk van de kwaliteit van het nabewaarde lof scoorde het lof van de laagste kalitrap het hoogst: een rapportcijfer van respectievelijk 6,9 en 5,4 voor cv. Daliva en cv. Flash.

PAGV 1992

Inkoeltraject lof

Een viertal rassen is in november 1992 onder gelijke condities geforceerd bij een luchttemperatuur van 16°C en een watertemperatuur van 20°C. Eén dag voor de oogst zijn de trekbakken overgebracht naar ruimten met een temperatuur van respectievelijk 12, 16 en 20°C, waar ook het lof is geoogst. Bij de oogst op 24 november 1992 zijn plastic poolbakjes gevuld met 25 kroppen en binnen 30 minuten overgebracht naar verschillende ruimten waar de volgende na-oogst behandelingen zijn gegeven:

1. 1°C (vijf dagen), hierna 15°C (vier dagen).
2. 1°C (12 uur), dan 18°C (12 uur), hierna 1°C (vier dagen), hierna 15°C (vier dagen).
3. 6°C (18 uur), hierna 1°C (vier dagen), hierna 15°C (vier dagen).

4. 18°C (24 uur), hierna 1°C (vier dagen), hierna 15°C (vier dagen).
- 5 t/m 10. idem 4, maar respectievelijk 18, 12, 8, 6, 4, of 2 uur bij 18°C.

LTB-aantasting

Na bewaring zijn de kroppes individueel beoordeeld op de mate van aantasting door LTB. Uit de analyse van de resultaten blijkt dat de hoofdeffecten (ras, lof temperatuur bij de oogst en behandeling van het lof na de oogst) sterk significant zijn. Rumba is weinig gevoelig voor aantasting door LTB (tabel 11), terwijl cv. Magnum van de getoetste rassen het meest gevoelig bleek te zijn.

Duidelijk komt naar voren dat opslag van het lof direct na de oogst bij 18°C gedurende 24 uur, de gevoeligheid voor LTB sterk verhoogt (behandeling 4). Indien deze periode van 24 uur wordt verkort, neemt de aantasting af. Vooral wanneer deze periode wordt ingekort tot maximaal 4 uur (behandeling 9 en 10). Indien het lof direct na de oogst bij 1°C wordt opgeslagen, is de aantasting het geringst (behandelingen 1 en 2).

De kroptemperatuur waarbij wordt geoogst, heeft eveneens een grote invloed. Door het lof één dag voor de oogst terug te koelen tot 12°C kon de aantasting bij alle rassen, ongeacht de na-oogstbehandeling, reeds sterk worden gereduceerd tot een LTB-index van maximaal 9.

Zwaagdijk 1993

Voeding tijdens trek

Uit onderzoek op ROC-Zwaagdijk komt naar voren

Tabel 11. LTB-index witlof en aantasting, 100 = alle kroppes zwaar aangetast) per ras en per behandeling na de oogst (gemiddeld over de drie voor-oogstbehandelingen. PAGV-Lelystad, december 1992.

ras	na-oogstbehandeling										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	gem.
Bea	12	6	11	41	34	25	22	16	16	7	19
Flash	1	4	3	29	30	26	13	7	3	0	12
Magnum	1	5	17	55	39	52	39	27	17	16	27
Rumba	0	0	0	11	6	2	4	0	4	0	3
gemiddeld	4	4	8	34	27	26	20	13	10	6	15

Tabel 12. Invloed voeding tijdens de trek en lof temperatuur voor en na de oogst op het optreden van LTB¹⁾ bij witlof (cv. Monitor). ROC-Zwaagdijk, januari 1993.

voeding	temperatuur voor oogst	temperatuur (°C) na de oogst ²⁾				
		1	6	12	18/1/15	1/15
kalksalpeter	12	4	2	0	35	15
	16	5	0	0	22	8
	20	25	1	0	83	29
kalisalpeter	12	17	1	0	58	13
	16	10	1	0	57	44
	20	69	4	0	93	70
PAGV-schema	12	5	0	0	12	10
	16	3	0	0	23	13
	20	18	0	0	77	23

1) LTB index: 0 = geen aantasting; 100 = alle kroppen zwaar aangetast.

2) Temperatuur na de oogst respectievelijk 1, 6, 12°C gedurende zes dagen; één dag 18°C, vier dagen 1°C, gevolgd door vier dagen 15°C of vijf dagen 1°C, gevolgd door vier dagen 15°C.

dat naast het temperatuurregime voor en na de oogst, ook de voeding tijdens de trek invloed kan hebben op het optreden van LTB. Bemesting met alleen kalisalpeter tijdens de trek stimuleert het optreden van LTB, vooral wanneer de temperatuur van het lof één dag voor de oogst wordt opgevoerd tot 20°C of wanneer het geoogste lof 1 dag bij 18°C blijft staan, alvorens wordt teruggekoeld naar 1°C (tabel 12).

Discussie en conclusies

Kalium- en calciumbemesting

Kalium- en/of calciumbemesting tijdens de wortelteelt heeft geen duidelijk effect op het optreden van lage temperatuurbederf. Het calciumgehalte van de wortel wordt niet beïnvloed door een Ca-gift, hetzij als voorraadbemesting hetzij als een bladbespuiting. Opvallend is ook dat het calciumgehalte van de wortel, geteeld op een kalkarme grond, niet altijd lager is dan bij teelt op een kalkrijke grond. Het kaligehalte van de wortel daarentegen kan wel enigszins worden beïnvloed door de K-bemesting. Per saldo resulteert dit in een gewijzigde K/Ca-verhouding in de wortel. Dit leidde in de uitgevoerde proeven echter niet tot niveaoverschillen in het optreden van LTB. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het lof voor bepaling van LTB-schade, meestal binnen enkele uren na de

oogst bij een temperatuur van 1° tot 6°C werd geplaatst. Uit later onderzoek is gebleken dat LTB-aantasting dan sterk wordt verminderd, zodat verschillen in gevoeligheid tussen objecten minder goed naar voren komen.

Kalk- en kalitoestand van de grond

Uit het onderzoek op ROC Wijnandsrade komt naar voren dat een ruimere K-voorziening bij de wortelteelt in het algemeen een wat minder goede lofkwali-teit c.q. lofproductie tot gevolg heeft. Een lagere pH kan dit effect versterken. Ook uit ander onderzoek (Titulaer en Van Kruistum, 1993) komt dit naar voren en zijn ook negatieve effecten op de bewaarbaarheid van de wortels geconstateerd. De wortelproductie zelf wordt alleen bij een zeer lage pH (< 5) negatief beïnvloed doordat de begingroei wordt geremd. Ook kan bij een lagere pH door aanklevende grond meer tarra optreden. De mate waarin bruine pit in de krop optreedt, wordt op dezelfde wijze beïnvloed: een lagere kalktoestand gecombineerd met een hoger kali-niveau kan meer bruine pit tot gevolg hebben. In dit onderzoek kon echter bij geen van de objecten van een gevoelig ras als Flash, het percentage bruine pit worden teruggedrongen tot een aanvaardbaar niveau. In absolute zin wordt het calciumgehalte van de wortel niet of slechts in beperkte mate beïnvloed. Dit is, behalve voor kalium, ook het geval voor de andere elementen. De mate waarin LTB-schade

optreedt, wordt niet sterk beïnvloed door de kalk- en/of kalistoestand van het perceel en is vooral rasafhankelijk.

Inkoeltraject lof en voeding tijdens trek

Uit onderzoek dat in 1992 op het PAGV is uitgevoerd, komt naar voren dat het optreden van LTB sterk wordt beïnvloed door de behandeling van het lof direct na de oogst. Indien het lof binnen maximaal vier uren na de oogst bij een temperatuur van 1°C wordt geplaatst, treedt LTB nagenoeg niet op. Door het lof 24 uur voor de oogst terug te koelen tot 12°C is het zelfs mogelijk dit probleem reeds, ongeacht de na-oogstbehandeling, sterk te reduceren.

Terugkoelen van het lof voor de oogst heeft bovendien als voordeel dat veel voorkomende houdbaarheidsproblemen als (inwendig) rood en bruinrand worden beperkt. Snel terugkoelen van het lof na de oogst kan ook het optreden van smet verder terugdringen. Een eenzijdige voeding met kalisalpeter tijdens de trek, dat voordelen kan bieden om de gevoeligheid voor inwendig rood te beperken, kan daarentegen het optreden van LTB bevorderen vooral wanneer het lof bij de oogst een hogere temperatuur heeft. Het PAGV-schema op basis van macroelementen voldoet echter goed.

Aanbevelingen

Indien volgens de adviesnormen voor bouwland de K-toestand als voldoende wordt gekwalificeerd, is een aanvullende K-gift voor de teelt van witlofwortels af te raden. In de praktijk is dit echter (helaas) nog geen algemeen gebruik en wordt tot nu toe meestal automatisch een K-voorraadbemesting toegepast. De telers zal worden geadviseerd een bouwplanbemesting te geven waarbij de geadviseerde hoeveelheid kali niet aan de witlof, maar in een ander jaar aan een ander gewas op dat perceel wordt gegeven.

Om LTB-schade te voorkomen, wordt aanbevolen om zowel voor de praktijk, veiling als handel te streven naar een op elkaar aangepaste koelketen. Het op de veiling gehanteerde koeladvies kan dan worden verlaagd naar 1°C. Hierbij is het gunstig wanneer telers het lof één dag voor de oogst terugkoelen

naar 12°C.

Samenvatting

Het verschijnsel lage temperatuurbederf (LTB) bij witlof kwam voor het eerst in seizoenen 1985/1986 vrij massaal voor. Lage temperatuurbederf ontstaat na bewaring van het geoogste lof bij circa 1°C en is fysiologisch van aard. Dit was aanleiding het koeladvies van op de veiling aangevoerde witlof te wijzigen in 4° tot 6°C. Voor een betere houdbaarheid is een verdere temperatuursverlaging echter wenselijk. LTB-schade wordt zichtbaar doordat binnenin de krop ovaalronde, ingevallen en roodbruin verkleurde plekjes ontstaan. Deze zijn sterk begrensd en komen voor op de buitenkant van de bladeren binnenin de krop. Aan de buitenkant is de krop gaaf, pas na het afpellen van de buitenste kropblaadjes wordt de aantasting zichtbaar.

Uit een inventarisatie in de praktijk bleek dat LTB mogelijk veroorzaakt wordt door een te hoge K/Ca-verhouding (> 8) in de wortel. Om te onderzoeken of de K/Ca-verhouding in de wortel een belangrijke rol speelt, zijn in 1988, 1990 en 1991 op de ROC's te Meterik, Creil (alleen in 1988) en Zwaagdijk, veld- en forceerproeven aangelegd. Geprobeerd is de K/Ca-verhouding in de wortel te beïnvloeden door op het veld verschillende K- en Ca-bemestingsobjecten aan te leggen. Uit dit onderzoek kwamen geen duidelijke aanwijzingen naar voren dat de K/Ca-verhouding in de wortel primair verantwoordelijk is voor het optreden van LTB.

In 1991 en 1992 zijn op het kalk- en kalistoestandenproefveld van ROC, Wijnandsrade (lössgrond), witlofwortels geteeld. Uit het onderzoek komt naar voren dat het kalk- en/of kaliniveau van de bodem de wortelproductie alleen bij een zeer lage pH (< 5) negatief beïnvloedt. Ook is de invloed op de minerale samenstelling van de wortels beperkt. Alleen het kaligehalte van de wortel wordt verhoogd bij een toenemende K-toestand van de bodem. Een ruimere K-voorziening bij de wortelteelt heeft in het algemeen een wat minder goede lofqualiteit c.q. lofproductie tot gevolg. Een lagere pH kan dit effect versterken. Indien volgens de adviesnormen voor bouwland, de K-toestand als voldoende wordt gekwalificeerd, is een

aanvullende K-gift voor de teelt van witlofwortels af te raden.

Op ROC Zwaagdijk werd de aanwijzing verkregen dat de periode direct na de oogst tot het moment van inkoelen belangrijk kan zijn voor de mate van LTB-aantasting. In enkele experimenten op het PAGV en ROC Zwaagdijk is nagegaan hoe snel het lof na de oogst moet worden teruggekoeld en welke invloed de voeding tijdens de trek heeft op het optreden van LTB. Indien het lof binnen maximaal 4 uren na de oogst bij een temperatuur van 1°C wordt geplaatst, treedt nagenoeg geen LTB op. Door het lof 24 uur voor de oogst terug te koelen tot 12°C is het zelfs mogelijk dit probleem reeds, ongeacht de na-oogstbehandeling, sterk te reduceren.

LTB wordt bevorderd als tijdens de trek eenzijdig met kalisalpeter wordt bemest, vooral wanneer het lof bij de oogst een hogere temperatuur heeft.

Literatuur

- Biesheuvel, A.R. en G. van Kruistum. Lage-temperatuurbederf aanpakken met kou. Groenten en Fruit/Vollegroendsgroenten 50, 2, p. 6-7 (1992).
- Kornet, G.J., G. van Kruistum en J. van Saane. Natrot en lage temperatuurbederf bij witlof. Onderzoeksverslag in opdracht van het CBT, september 1986-januari 1987.
- Kreij, C. de. Calcium in de plant. PTG-Naaldwijk, Intern Verslag nr. 26 (1990).
- Kruistum, G. van. Witlof-Temperatuurbederf nog niet opgelost. Groenten en Fruit/Vollegroendsgroenten 2, 3, p. 14-15 (1993).
- Kruistum, G. van en H. Titulaer. Witlof: voeding stuurt kwaliteit en uitstalleven. Groenten en Fruit/Vollegroendsgroenten 3, 9, p. 12-13 (1993).
- Kruistum, G. van en P. Geelen. Witlof: genoeg is genoeg geldt ook voor kali. Groenten en Fruit/Vollegroendsgroenten 3, 48, p. 14-15 (1993).
- Limami A. and T. Lamaze. Calcium (45Ca) accumulation and transport in chicory (*Cichorium intybus* L.) root during bud development (forcing). Plant and Soil 138, p. 115-121 (1991).
- Outer, R.W. den. Internal browning of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.). Journal of Hort. Science 64, 6, p. 697-704 (1989).
- Outer, R.W. den. Association of laticifer rupture with red discoloration of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.), ongepubliceerd (1991).
- Saane, J. van en G. van Kruistum. "Lage temperatuurbederf" bij witlof. Groenten en Fruit 32, 42, p. 62-63 (1987).
- Titulaer, H.H.H. en G. van Kruistum. De invloed van de kalivoeding op de wortelkwaliteit van witlof. In: Verslag 12e Tweejaarlijkse Internationale Witloofdagen, p. 24-33. Editors: De Proft en Van den Acker, Leuven (België), oktober 1993.

Summary

Low temperature injury (LTI) caused some years ago quality problems in witloof chicory in The Netherlands. It is a post harvest physiological disorder. Inside the harvested white chicons at the adaxial sides of the leaves, red brown discolouring spots are formed after a period of cold storage. It is suggested that this is caused by laticifer rupture near the surface of the adaxial side of the leaves. Through ruptured cell walls of laticifers, latex is entering the bordering cells and is discolouring red brown by oxydation.

To avoid problems during marketing harvested chicons are not cooled below 4°C. However to improve shelf live a lower temperature is desired.

A first inventarisation in practice suggested that K/Ca-quotient of the roots is involved in the appearance of LTI. A quotient > 8 should be favourable for the expression of LTI. However in field trials at different regional experimental stations with several steps of K and Ca nutrition, no substantial influence of the K/Ca-quotient was noticed.

In 1992 trials were carried out to investigate the effect of composition of the nutrient solution during hydroponic forcing and the effect of different temperatures just before and after harvest.

LTI increased at a higher level of potassium in the nutrient solution during forcing and was strongly reduced when temperature was lowered to 12°C one day before harvest. Cooling of the harvested chicons to 1°C within four hours after harvest gave also a strong reduction of LTI.

By application of these temperature treatments directly before or after harvest, growers can substantially increase shelf live of the chicons.