

Inductie van doorwas bij bloemkool met ethephon als hulpmiddel om verschil in rasgevoeligheid te meten

Induction of bracting in cauliflower with ethephon as an aid to measure differences in cultivar sensitivity

C.P. de Moel, PAGV en ir. R. Booij, CABO

Inleiding

Uit onderzoek naar de mogelijkheid van groeiregulering bij bloemkool kwam naar voren dat het middel ethephon doorwas stimuleerde. Het oproepen van doorwas zou van belang kunnen zijn voor de verdelingsbedrijven om hun rassen te kunnen selecteren op doorwasgevoeligheid.

De eerste zichtbare aanwijzing voor koolaanleg in de bloemkoolplant is de vorming van secundaire primordia in de oksels van de laatst aangelegde bladprimordia. Deze secundaire primordia zullen de hoofdassen van de kool gaan vormen. Later worden op hogere orde zijassen aangelegd. Dit proces van voortgaande vertakking resulteert in een groot aantal stengeluiteinden die te zamen het oppervlak van de kool vormen (Sadik, 1962).

Tijdens de vroege ontwikkeling van het bloemgestel worden de zijtakken aangelegd in de oksels van bladprimordia. Deze bladprimordia ontwikkelen zich echter niet tot loofbladeren, maar tot steunblaadjes. In de laatste gevormde delen van de kool zijn deze nog rudimentair aanwezig. Onder geschikte omstandigheden kunnen deze rudimentaire steunblaadjes uitgroeien; als dit op grote schaal gebeurt zal de kool een harig uiterlijk krijgen hetgeen als een negatief kwaliteitskenmerk wordt beschouwd. Steunblaadjes van lagere orde zijtakken kunnen eveneens zodanig uitgroeien, dat deze aan de buitenkant van de kool zichtbaar worden en kunnen zelfs groen kleuren. Het verschijnsel van het zichtbaar worden van de steunblaadjes wordt doorwas genoemd.

Doorwas wordt gestimuleerd door hoge temperaturen (Nieuwhof, 1969; Fujime, 1983) en kan ook door ethephon worden geïnduceerd (Booij, 1989). Er zijn rasverschillen ten aanzien van doorwas (Crisp et al., 1975); selectie voor een geringe gevoeligheid is mogelijk. Selectie onder veldomstandigheden wordt bemoeilijkt door de invloed van omgevingsfactoren op de expressie. Het doel van de hier beschreven proe-

ven is het nagaan van het effect van ethephon-concentratie alsmede van het toepassingstijdstip. Het onderzoek vond plaats bij vier verschillende rassen om genotypische verschillen in gevoeligheid voor ethephon ten aanzien van doowasinductie aan te geven.

Materiaal en methode

De proeven werden in 1984, 1986 en 1987 uitgevoerd op het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV) in Lelystad op een lichte vruchtbare zeelei. Planten werden in 1984 onder platglas opgekweekt en in 1986 en 1987 in een onverwarmde kas. Vijf tot zes weken oude losse planten werden met de hand geplant bij een plantafstand 60x60 cm. Plantdata waren 4 juli (1984 en 1986) en 19 juni (1987). De gewassen werden volgens praktijknormen geteeld. Op gezette tijden werden van onbehandelde veldjes monsters (18 planten) genomen, om het tijdstip van koolaanleg te bepalen. In alle proeven waren de volgende rassen opgenomen: Delira (Rijk Zwaan), Fortuna (Rijk Zwaan), Elgon (Royal Sluis) en Andes (Royal Sluis).

Elk veldje bestond uit acht planten. Het toedienings-tijdstip was afhankelijk van de gewasontwikkeling en werd voor elk ras afzonderlijk bepaald. Het eerste tijdstip was op het moment dat 80 tot 100% van de planten een kool had aangelegd (T2), de volgende 10 tot 12 dagen later (T3), 21 tot 24 dagen later (T4) en 28 tot 31 dagen later (T5).

In 1986 (proef 2) en 1987 (proef 3) werd ethephon toegediend op het moment dat 10 tot 20% van de planten een kool had aangelegd (T1); op het moment dat 80 tot 100% van de planten een kool had aangelegd (T2) of 7 tot 10 dagen na dit laatste tijdstip (T3).

De toegepaste ethephon-concentraties waren 120, 240, 480 of 960 mg per liter in alle proeven. Ethephon

werd verdund met water; een uitvloeier (Cytowet) werd tot een concentratie van 0,25 mg per liter toegevoegd. Elke plant werd afzonderlijk behandeld met een propaan-aangedreven spuit met een overdruk van 0,1 MPa. De dosis per plant bedroeg 15 tot 18 ml. De planten werden in het marktbaar stadium beoordeeld, waarbij een schaal van 0 (geen doorwas) tot 5 (zwaar doorwas) werd gehanteerd (figuur 19). De gemiddelde score van acht planten per veldje werd onderworpen aan een variantie-analyse met behulp van GENSTAT (Lane et al., 1987).

Resultaten

Proef 1

Variatie als gevolg van groei-omstandigheden in het

veld gedurende deze proef, beperkt de mogelijkheid tot het trekken van conclusies. Het tijdstip waarop 90% van de planten een kool had aangelegd werd voor Fortuna 38 dagen, voor Delira 41 dagen en voor Andes en Elgon 44 dagen na het planten bereikt. De tijdstippen van ethephon-toediening zijn daarom verschillend geweest voor de rassen. In figuur 20a is het effect van het toepassingstijdstip en concentratie weergegeven, gemiddeld over de vier rassen. Een bespuiting met ethephon had aanzienlijk meer doorwas tot gevolg als het werd toegediend op het moment dat 80-100% van de planten een kool had aangelegd of indien toegediend 10 dagen daarna. Er was evenwel nauwelijks een effect als het 23 of 30 dagen na koolaanleg werd toegediend (figuur 20b). Op de eerste twee toepassingstijdstippen nam doorwas toe met toenemende ethephon-concentratie (figuur 20a). De onbehandelde planten van Andes

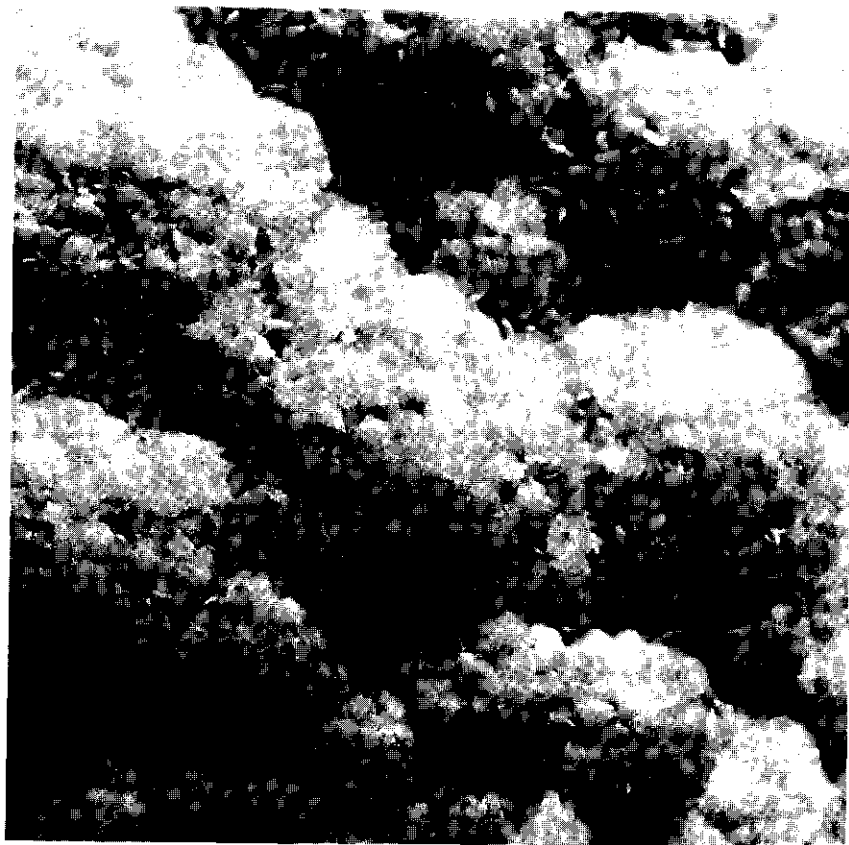


Fig. 19. Gedeelte van het kooloppervlak met zware doorwas (score 5).
Fig. 19 *Curd surface with severe bracting (score 5).*

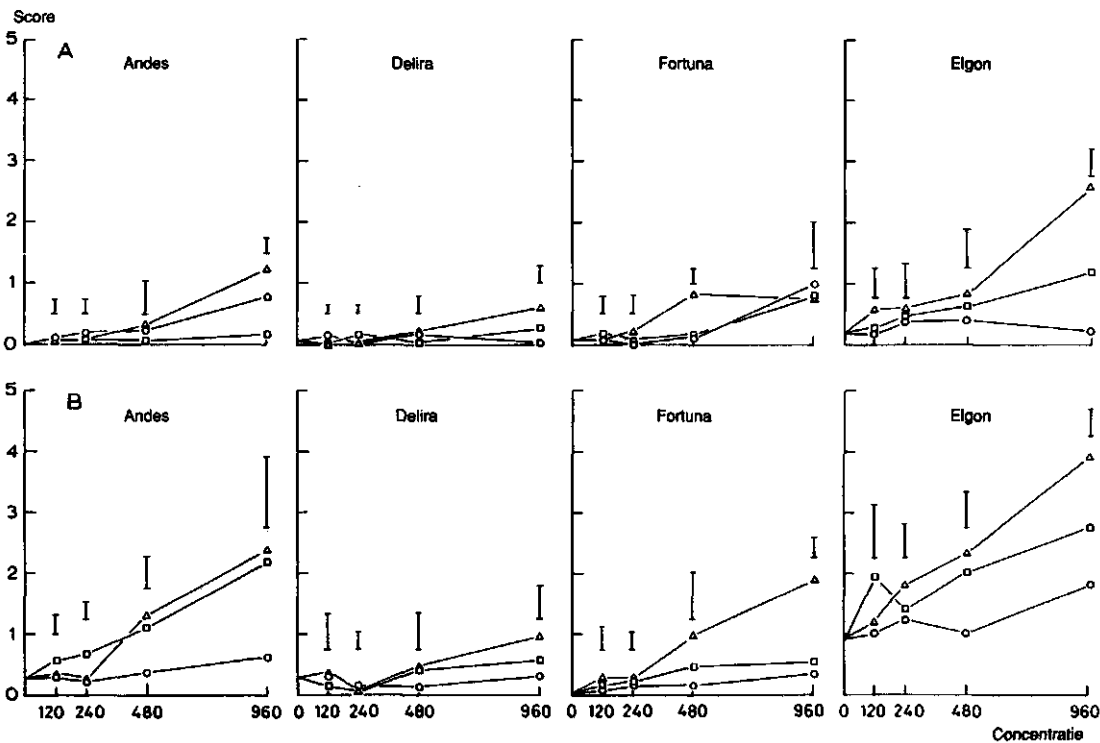


Fig. 20. a. Effect van ethephonconcentratie (mg/l) op de gemiddelde doorwas-score in afhankelijkheid van het toedieningstijdstip (T2; T3; T4; T5). Elk punt is het gemiddelde van de vier rassen.
 b. Effect van ras (D: Delira; F: Fortuna; E: Elgon; A: Andes) op de gemiddelde doorwas-score van behandelde (gearceerd) en onbehandelde planten. Voor behandelde planten is de score het gemiddelde van de vier concentraties.

Fig. 20. a. Effect of ethephon concentration (mg-1) on mean bracting score in relation to time of application (T2; T3; T4; T5). Each point represents the mean of the four cultivars used. Application time T2: late curd initiation; T3: 10-12 days after T2; T4: 21-24 days after T2; T5: 28-31 days after T2 (Experiment 1).

b. Effect of cultivar (D: Delira; F: Fortuna; E: Elgon; A: Andes) on mean bracting score for treated (hatched) and untreated plants. The bracting score was averaged over the four ethephon concentrations of the first two application times for treated plants (Experiment 1).

en Delira vertoonden geen doorwas, maar het trad wel op nadat ethephon was toegediend (figuur 20b). Doorwas was het sterkst bij Elgon en Fortuna, zowel bij onbehandelde als behandelde planten (figuur 20b). De gemiddelde dagtemperaturen waren hoog gedurende het eerste deel van de koolgroei, maar waren aanzienlijk lager gedurende het tweede deel van de koolgroei (tabel 133).

Proef 2 en 3

De verschillen in ontwikkelingssnelheid tussen de

rassen waren gering in beide proeven (tabel 134), zodat ook de verschillen in het toepassingstijdstip gering waren. In beide proeven bleek een significant effect ($P < 0.001$) van het ras, ethephon toedieningstijdstip, ethephon-concentratie en significante interacties tussen deze drie factoren.

In figuur 21a en b worden de effecten van het ras, het toedieningstijdstip en de concentratie weergegeven van beide proeven. De gemiddelde score voor doorwas was in proef 2 aanzienlijk lager dan in proef 3. In beide proeven reageerde Elgon het sterkst op

Tabel 133. Gemiddelde temperatuur (°C) gedurende de eerste drie weken nadat alle planten in het gewas een kool hadden aangelegd (I) en gedurende de daarop volgende drie weken (II).

Table 133. Mean temperature (°C) during the first 3 week period after late curd initiation (I) and the following 3 week period (II) during the experiments of 1984, 1986 and 1987.

jaar	proef	periode	
		I	II
1984	1	17,7	13,6
1986	2	15,1	11,3
1987	3	14,5	16,7

Tabel 134. Tijdstip van ethephontoediening (dagen na planten (DNP)), het percentage (%) planten dat een kool had aangelegd, de gemiddelde diameter van de kool (mm) op het tijdstip van de ethephontoediening en het totaal aantal aangelegde bladeren van de generatieve planten (proef 2 en 3).

Table 134. Time of ethephon application (days after transplanting (DNP)) and percentage (%) of plants having initiated a curd and mean curd diameter (mm) at the time of application and final number of leaves (Experiment 2 and 3).

ras	toepassingstijdstip ^{a)}									uiteindelijk bladaantal
	T1			T2			T3			
	DNP	%	ø	DNP	%	ø	DNP	%	ø±SE	
Proef 2										
Andes	25	16	0,63	32	88	1,13	42	100	8,4±3,33	31,4
Delira	27	21	0,63	34	53	2,01	42	100	4,7±3,79	31,2
Fortuna	25	23	0,65	32	85	1,21	42	100	8,8±4,50	33,4
Elgon	25	21	0,65	32	91	1,05	42	100	5,3±3,19	37,2
Proef 3										
Andes	28	12	0,65	39	100	1,91	46	100	5,3±2,37	37,4
Delira	35	41	0,68	42	100	1,34	49	100	4,9±1,94	32,2
Fortuna	35	24	0,57	42	100	1,34	49	100	4,1±1,29	35,5
Elgon	35	22	0,92	42	93	0,89	49	100	2,3±1,08	40,0

^{a)} T1: vroege koolaanleg; T2: late koolaanleg; T3: 8 tot 10 dagen na late koolaanleg.

een ethephon-behandeling en Delira het minst. De doorwas werd omvangrijker bij een toenemende ethephon-concentratie; deze toename was afhankelijk van het toedieningstijdstip. Het effect was het kleinst als ethephon werd toegediend op het moment dat slechts enkele planten in het gewas een kool hadden aangelegd en het hoogst als ethephon werd toegediend op het moment dat vrijwel alle planten een kool hadden aangelegd. Een toediening 7 tot 10 dagen nadat alle planten een kool hadden aangelegd, had minder doorwas tot gevolg. De onbehandelde planten van Elgon vertoonden het sterkst doorwas (figuur 21a en b).

De mogelijkheden voor het gebruik van ethephon als een middel om rasverschillen in doorwasgevoelig-

heid aan te geven, kan worden beoordeeld door de heritability ($h^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2)$) te schatten voor elke behandeling. De hoogste heritability werd verkregen als ethephon werd toegediend in een concentratie van 240 mg per liter op het moment dat vrijwel alle planten een kool hadden aangelegd.

Gedurende de periode van koolgroei was de gemiddelde temperatuur in proef 3 hoger; in het bijzonder in het tweede deel.

Discussie

Inductie van het bloemgestel van bloemkool wordt versneld door lage temperaturen, terwijl hoge tem-

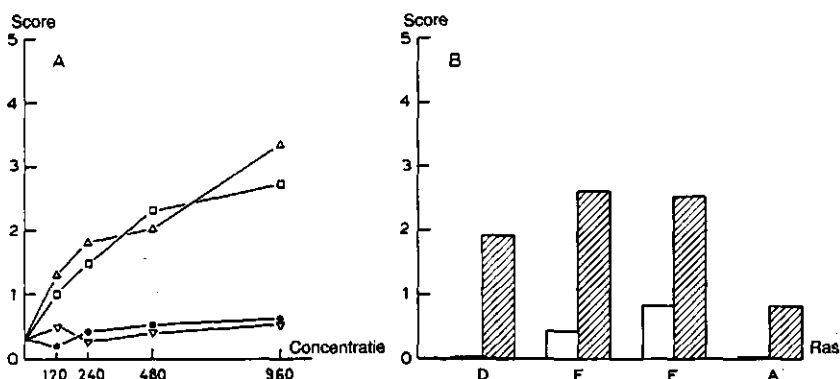


Fig. 21. Effect van ethephonconcentratie (mg/l) op de doorwas score in afhankelijkheid van het toedieningstijdstip (T1; T2; T3) en het ras in proef 1 (A) en 2 (B). Verticale balkjes geven LSD 05 aan.

Fig. 21. Effect of ethephon concentration (mg l⁻¹) on bracting score in relation to time of application (T1; T2; T3) and cultivar for experiment 2 (A) and 3 (B). Vertical bars indicate LSD.05. Application time T1: early curd initiation; T2: late curd initiation; T3: 8-10 days after late curd initiation.

Tabel 135. Effect van ethephonbehandelingen (concentratie en toedieningstijdstip) op de heritability (h^2) van doorwas (combinatie van proef 2 en 3).

Table 135. Effects of ethephon treatments (concentration and application time) on the heritability (h^2) of bracting, for the combination of experiments 2 and 3.

toedienings- tijdstip	concentratie (mg/l)				gemiddelde
	120	240	480	960	
T1	0,37	0,79	0,62	0,27	0,51
T2	0,79	0,77	0,64	0,94	0,79
T3	0,62	0,76	0,70	0,64	0,67
gemiddelde	0,59	0,76	0,65	0,62	

a) T1: vroege koolaanleg; T2: late koolaanleg; T3: 8 tot 10 dagen na late koolaanleg.

peraturen koolaanleg kunnen vertragen of zelfs kunnen verhinderen (Aamlid, 1952; Wiebe, 1972; Atherton et al., 1987; Booij, 1987). Planten die groeien bij temperaturen juist onder de maximumtemperatuur voor koolinductie, vormen kolen met daarin vegetatieve structuren (voornamelijk zichtbare steunbladen). Ook kan de vegetatieve groei zelfs weer zodanig gaan overheersen, dat vegetatieve scheuten in het bloemgestel worden gevormd (Nieuwhof, 1969). Hogere temperaturen kunnen doorwas induceren, in het bijzonder als deze voorkomen in het begin van de koolgroeiperiode (Fujime, 1983; Wiebe, 1973a,b). Ook ethephon kon doorwas induceren als het werd

toegevend kort nadat de kool was aangelegd (figuur 20a en b, figuur 21a en b). Evenals hoge temperaturen kan ook ethephon de koolaanleg onder bepaalde omstandigheden vertragen (Booij, niet gepubliceerd). Er lijkt een overeenkomst te zijn tussen het effect van ethephon en dat van hogere temperaturen. Doorwas kan worden beschouwd als een gedeeltelijke overgang naar de vegetatieve fase. De mate van doorwas was verschillend voor de drie proeven en is mogelijk het gevolg van temperatuurverschillen gedurende de periode van koolgroei. In het bijzonder de temperaturen in proef 2 (1986) waren laag (tabel 133); en de gemiddelde

score voor doorwas was in dit betreffende jaar eveneens laag. Gedurende proef 1 (1984) was de gemiddelde temperatuur hoog gedurende de eerste fase van koolgroei en het effect van ethephon toegevend op het moment dat juist alle kolen waren aangelegd, eveneens hoog. Het lijkt dus waarschijnlijk dat er een interactie bestaat tussen de heersende temperatuur en ethephon. Meer onderzoek is nodig om deze relatie te verhelderen.

Het voorkomen van doorwas hangt sterk af van de omgeving (seizoen, plaats) (Crisp et al., 1975), hetgeen de selectie tegen deze afwijking sterk kan bemoeilijken. In onze proeven werden rasverschillen geconstateerd zowel na een toediening van ethephon (figuur 20a, figuur 21a en b) als bij 'onbehandeld'. Deze verschillen waren afhankelijk van de onderhavige proef. Rasverschillen in gevoeligheid kunnen beter worden aangetoond als ethephon wordt toegediend, hoewel er ook dan nog sprake is van een interactie met omgevingsfactoren. De toepasbaarheid van de toets met ethephon kan worden beoordeeld door de rassen te vergelijken onder verschillende omstandigheden of deze te toetsen met de in-vitro methode zoals is weergegeven door Crisp et al. (1979). Het optimale toedieningstijdstip (vlak nadat de kool is aangelegd) kan de toepassing voor selectiedoeleinden bemoeilijken, daar veel rassen verschillen in vroegheid, hetgeen overeenkomt met verschillen in het tijdstip van koolaanleg. Een soortgelijk probleem doet zich voor ten aanzien van de variatie in het tijdstip van koolaanleg binnen een gewas. Het is dan ook de vraag of de toets kan worden gebruikt voor de selectie van individuele planten. In welke mate dit kan worden voorkomen door ethephon meervoudig toe te passen zou moeten worden onderzocht.

Samenvatting

Doorwas (het verschijnen van steunblaadjes aan de buitenkant van de kool) is een ernstig probleem bij de teelt van bloemkool. Het oproepen van doorwas maakt het voor de veredelingsbedrijven mogelijk om hun rassen te selecteren op doorwasgevoeligheid. Ethephon stimuleerde doorwas; een toediening was het meest effectief als het werd toegediend op het moment dat juist alle planten in het gewas een kool hadden aangelegd. Als ethephon 7 tot 10 dagen later werd toegediend, was het effect weer kleiner. Het

was eveneens gering als het werd toegediend op het moment dat slechts een klein deel van de planten in een gewas een kool had aangelegd. Doorwas nam toe bij toenemende ethephonconcentratie (0 tot 960 mg per liter). Er was sprake van een interactie met de temperatuur gedurende het begin van de koolgroei. Hogere temperaturen versterkten het effect van ethephon.

Door een ethephontoediening ontstonden significante verschillen in de mate van doorwas tussen rassen. Voor het screenen van rasverschillen in gevoeligheid voor doorwas is een toediening van 240 mg ethephon per liter op het moment dat juist alle planten in een gewas een kool hadden aangelegd het meest effectief.

Literatuur

Aarmid, K., 1952. A study of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* D.C.). Thesis University of Maryland.

Atherton, J.G., D.J. Hand en C.A. Williams, 1987. Curd initiation in the cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). In: J.G. Atherton (Ed.), *Manipulation of flowering*, p. 133-145. Butterworths, London.

Booij, R., 1987. Environmental factors in curd initiation and curd growth of cauliflower in the field. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 35, p. 435-445.

Booij, R., 1989. Effect of growth regulators on curd diameter of cauliflower. *Scientia Horticulturae* 38, p. 23-32.

Bruinsma, J., 1983. Beeinflussung des Gibberellin/Ethylenverhältnisses durch synthetische Wachstumsregulatoren. *Hohenheimer Arbeiten Pflanzliche Produktion* 129, p. 121-131.

Crisp, P. en A.R. Gray, 1979. Successful selection for curd quality in cauliflower, using tissue culture. *Horticultural Research* 19, p. 49 en p. 53.

Crisp, P., A.R. Gray en P.A. Jewell, 1975. Selection against the bracting defect of cauliflower. *Euphytica* 24, p. 459-465.

Fujime, Y., 1983. Studies on thermal conditions of curd formation and development in cauliflower and broccoli, with special reference to abnormal curd development. *Memoirs of Faculty of Agriculture*, nr. 40. Kagawa University, Miki-tyô, Kagawa-ken.

Lane, P., N. Galwey en N. Alvey, 1987. *Genstat 5. An introduction*. Oxford University Press, Oxford.

Nieuwhof, M., 1969. *Cole crops*. Leonard Hill, London.

Sadik, S., 1962. Morphology of the curd of cauliflower. *American Journal of Botany* 49, p. 290-297.

Wiebe, H.J. 1972. Wirkung von Temperatur und Licht auf Wachstum und Entwicklung von Blumenkohl II. Optimale Vernalisa-

tionstemperatuur en Vernalisationsdauur. Gartenbauwissenschaft 37, p. 293-303.

Wiebe, H.J., 1973a. Wirkung von Temperatuur und Licht auf Wachstum und Entwicklung von Blumenkohl IV. Kopfbildungsphase. Gartenbauwissenschaft 28, p. 263 en p. 280.

Wiebe, H.J., 1973b. Wirkung von Temperatur und Licht auf Wachstum und Entwicklung von Blumenkohl V. Einfluss der Jungpflanzenanzucht auf die Variabilität in Blumenkohlbeständen. Gartenbauwissenschaft 38, p. 433 en p. 440.

Summary

Bracting (i.e. bracts of the inflorescence growing through the surface of the curd) is a serious problem in commercial growing of cauliflower. Ethephon

enhanced bracting; an application was most effective when nearly all the plants in the crop had initiated a curd. When ethephon was applied 7 to 10 days later the effect diminished again and it was also small when applied when only a few curds had been initiated. bracting increased continuously over the applied range (0 to 960 mg l⁻¹) of concentrations. There was an interaction with temperature during the early curd growth. Higher temperatures increased the effectiveness of ethephon.

After an ethephon application significant differences between cultivars were observed in the extent of bracting. For screening cultivar differences in resistance against bracting, an ethephon application (240 mg l⁻¹) when nearly all plants had initiated a curd, appeared to be best.

Onderzoek naar de optimale bewaring van Chinese kool

Research to the optimal storage of Chinese Cabbage

ing. C.A.Ph. van Wijk, PAGV en ing. J. Jeurissen, ROC Noord-Limburg

Inleiding

De resultaten van de bewaring van Chinese kool zijn in de praktijk van jaar tot jaar, en van tuinder tot tuinder, wisselend. Oorzaken zijn massaverlies, schoningsverlies door rot en geel blad, aantasting door zwakteparasieten en nerfbruin. Naast bewaaruur heeft onder andere het weer voorafgaand aan de oogst invloed op het bewaarresultaat (Weichmann, 1983). Verder wordt verwacht dat de rijpheid en de bewaaruurmethode het resultaat beïnvloeden. Uit proeven van het Sprenger Instituut bleek CA-bewaring een positief resultaat op te leveren, doordat het fysiologische probleem 'nerfbruin' met deze methode voorkomend werd. Tevens kwam het produkt uit de CA-bewaring groener te voorschijn vergelijking met de 'normale' bewaring. Dit resultaat was gevonden met proeven op kleine schaal.

Ter verbetering van het bewaarresultaat is een aantal factoren dat de bewaring beïnvloed op praktisch-schaal nader getoetst. Daartoe werd in 1986 door het PAGV in samenwerking met ROC Noord-Limburg en het Sprenger Instituut onderzoek gestart. Getoetst werden: de invloed van de rijpheid (percentagel vulung) van de kool bij inslag, de bewaaruurmethode

(CA-bewaring en 'normale' bewaring), de bewaaruur en de plantdatum. Ter onderkenning van de jaareffecten werd de proef gedurende drie jaar uitgevoerd. Behalve de toetsing van het resultaat aan het eind van de bewaring is er ook een toetsing uitgevoerd op houdbaarheid in de nabewaring.

Uitvoering

De proeven zijn uitgevoerd in de seizoenen 1986/1987, 1988/1989 en 1989/1990. Het produkt voor bewaring werd geteeld op ROC Noord-Limburg (zand) en het PAGV (zavel). Te Lelystad zijn steeds twee plantdata gehandhaafd, te weten begin augustus en half augustus. In Meterik werd alleen de tweede plantdatum getoetst. Bij inslag is het produkt van drie verschillende rijpheden geogst. Het verschil tussen de oogsten varieerde van 3-7 dagen afhankelijk van de groeisnelheid van het gewas. Er is naar gestreefd om te oogsten bij 80, 90 en 100% vulung. Het eerste jaar is de proef uitgevoerd met de rassen Osiris en Kingdom '65. Daarna alleen met Kingdom '65. De bewaring van het produkt van beide herkomsten is steeds centraal uitgevoerd. De bewaaruur varieer-