

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

WAGENINGEN

HET EFFECT VAN TEMPERATUUR EN STIKSTOFGIFT
OP DROGE-STOFPRODUCTIE EN NITRAAT-
OPNAME BIJ ANDIJVIE

N.C. van Keulen

CABO-verslag nr. 56

222609

1984

<u>INHOUD</u>	<u>Blz.</u>
Inleiding	3
Materiaal en methoden	3
Resultaten	4
Aantal bladeren per plant	4
Drogestofproduktie	4
Drogestofverdeling	6
Nitraatgehalte en -hoeveelheid in het blad	7
N-totaal-gehalte en -hoeveelheid in de plant (bovengronds)	10
Discussie en conclusies	11
Samenvatting	12
Literatuur	13

INLEIDING

In 1981 waren er alarmerende berichten over (te) hoge nitraatgehalten in een aantal groentegewassen. Aanleiding tot deze berichten was het voorkomen van hoge nitraatgehalten in babyvoeding. Nitraat is in die zin schadelijk voor de volksgezondheid, dat een deel van het nitraat opgenomen via het voedsel omgezet kan worden in nitriet, waarna kans bestaat op vorming van kankerverwekkende nitrosaminen. Nitrietvorming vindt plaats in de mondholte en in de maag (voornamelijk bij babies). In het laatste geval wordt daarbij de haemoglobine van het bloed omgezet in methaemoglobine, waardoor de zuurstofopname van het bloed ernstig belemmerd kan worden.

Nitraat wordt door de mens met het voedsel opgenomen. Producten van dierlijke oorsprong hebben een zeer laag nitraatgehalte. Bij plantaardige producten varieert het nitraatgehalte van gewas tot gewas en zelfs binnen één soort gewas afhankelijk van ras en teeltomstandigheden. Vooral de bladgroenten bevatten veel nitraat en vormen dan ook de grootste nitraatbron voor de mens. Het is daarom van belang de opname van nitraat door de mens te verlagen (Aldershof, 1982), bij voorbeeld door:

- a. lagere consumptie van nitraatrijke groenten (andijvie, postelein, sla en spinazie);
- b. verlaging van de nitraatgehalten van nitraatrijke groenten;
- c. een combinatie van a. en b.

Het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne heeft per 1 oktober 1982 wettelijke normen gesteld aan maximum nitraatgehalten van bepaalde groentegewassen. Deze norm bedraagt thans voor andijvie, sla en spinazie 4000 mg nitraat per kg vers produkt en voor kassla 5000 mg nitraat per kg vers produkt. Voor de toekomst zal gestreefd worden naar een maximum nitraatgehalte van 2500 mg per kg vers produkt. Het is daarom noodzakelijk te onderzoeken hoeveel nitraat er binnen een plant geaccumuleerd wordt onder bepaalde teeltomstandigheden. Om hierin een beter inzicht te krijgen is een proef met het groentegewas andijvie opgezet met vier verschillende stikstofgiften bij twee verschillende luchttemperaturen.

MATERIAAL EN METHODEN

De proef werd uitgevoerd in twee geconditioneerde kassen. De straling was variabel en volgde het normale dagritme. Als groeimedium werd humeuze zandgrond gebruikt waaraan een basisbemesting was toegevoegd van 3,4 g patentkali en 2,9 g Thomasslakkenmeel per kg grond. Na mengen werd de grond gelijkmatig verdeeld over 160 plastic 6-liter potten; deze potten werden op een gewicht van 7,5 kg gebracht. Vervolgens werden er vier stikstoftrappen aangelegd van 0, 500, 1000 en 2000 mg N per pot (respectievelijk 0, 0,5, 1 en 2N). Deze stikstof werd toegediend in de vorm van kalkammonsalpeter. Gelijktijdig werden per pot vijf ingehulde zaden van andijvie, ras Nummer Vijf, ingezaaid. Gedurende drie weken werden alle potten in een kascompartiment geplaatst bij een luchttemperatuur van 21 °C met een relatieve luchtvochtigheid van 70%. Deze hoge constante temperatuur was noodzakelijk ter verkleining van de kans op "schieten" van andijvie. Na deze periode werd het aantal planten per pot teruggebracht tot één. De vier verwijderde, jonge plantjes waren zo klein dat het verlies aan stikstof hierdoor als nul gerekend werd. Vervolgens werden de potten verdeeld over twee kascompartimenten, per stikstoftrap in één bak gezet en kregen de potten van onderaf water toegediend. Wekelijks werden de bakken gedraaid. De proef ving aan op 5 maart 1982. De luchttemperatuur van compartiment I was 12 °C en van compartiment II 18 °C. De relatieve luchtvochtigheid was in beide compartimenten 80%. Per compartiment waren vier stikstofgiften aanwezig en per stikstofgift 20 potten. Er werd vier keer geoogst; per oogst waren per object 5 herhalingen aanwezig met een standaardafwijking van de gemiddelde drogestofopbrengst per plant van 15-20%. Per oogst werd bepaald:

- aantal bladeren per plant;
- versgewicht per groep van 5 bladeren (1 t/m 5, 6 t/m 10, enz.);
- drooggewicht per bladgroep;
- NO₃-gehalte per bladgroep;
- N-totaal-gehalte per bladgroep.

Er is geen aparte stengelbepaling gedaan, omdat het blad bij het andijvieras Nummer Vijf vrij breed is en vrij direct onderaan de stengel begint waardoor het scheiden van blad en stengel bemoeilijkt wordt.

De oogstdata waren voor 12 °C: 27 april, 14 mei, 25 mei en 8 juni
 en voor 18 °C: 6 april, 27 april, 13 mei en 25 mei.

RESULTATEN

Aantal bladeren per plant

Het aantal bladeren per plant per stikstoftrap verschilde bij de laatste oogst weinig tussen 12 en 18 °C. Hierbij is geen rekening gehouden met het feit dat de planten van 12 °C twee weken langer konden doorgroeien tot aan de laatste oogst, omdat de groei van deze planten in het begin zo traag verliep dat de eerste oogst werd uitgesteld. Tabel 1 toont, dat zowel bij 12 °C als bij 18 °C het aantal bladeren toenam naarmate de stikstofgift hoger was. Bij vergelijking van de temperaturen 12 en 18 °C blijkt dat het aantal bladeren per plant per stikstofgift tot en met de oogstdatum 25 mei bij 12 °C lager was dan bij 18 °C, met andere woorden de planten van 18 °C waren tot die oogstdatum verder in ontwikkeling dan die van 12 °C.

Tabel 1: Het aantal bladeren per plant (gemiddelde van 5 planten), opgekweekt bij 12 en 18 °C en bij vier stikstofgiften, op verschillende oogstdata.

<u>N-gift</u>	<u>6 april</u>		<u>27 april</u>		<u>13/14 mei</u>		<u>25 mei</u>		<u>8 juni</u>	
<u>g/plant</u>	<u>12 °C</u>	<u>18 °C</u>	<u>12 °C</u>	<u>18 °C</u>	<u>12 °C</u>	<u>18 °C</u>	<u>12 °C</u>	<u>18 °C</u>	<u>12 °C</u>	<u>18 °C</u>
0	--	19	30	42	48	73	75	95	112	--
0,5	--	25	41	56	68	120	93	155	146	--
1	--	31	48	77	77	139	122	174	170	--
2	--	31	55	81	94	145	141	200	188	--

Drogestofproduktie

Zowel bij 12 als bij 18 °C nam de drogestofproduktie sterker toe, naarmate de N-gift hoger was. Bij vergelijking van de laatste oogst van 12 en 18 °C blijkt dat alleen de twee hoogste N-giften bij 12 °C meer drogestof hebben geleverd dan die bij 18 °C (zie fig. 1).

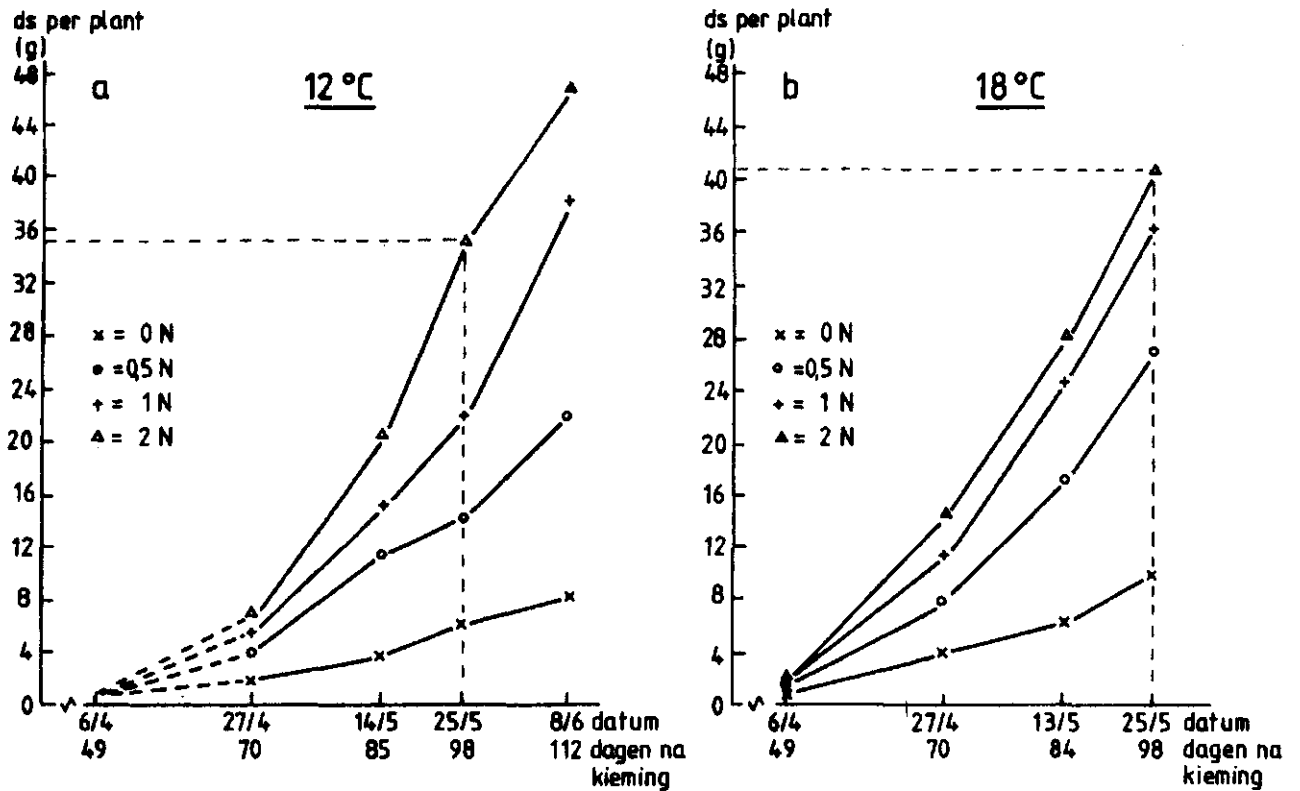


Fig. 1: Het verloop van de drogestof per plant (bovengronds) bij 12 °C (a) en bij 18 °C (b) en vier stikstofgiften (0-2 gN pot⁻¹).

Per temperatuur waren er grote verschillen in drogestofproductie te zien als gevolg van het effect van stikstof op de relatieve groeisnelheid. Tabel 2 toont, dat de relatieve groeisnelheid, als $\ln \frac{W_2/W_1}{t_2-t_1}$ waarbij W het gewicht van de spruit is op tijdstip t, over de gehele proefperiode toenam naarmate de stikstofgift hoger was, zowel bij 12 °C als bij 18 °C. Bij 12 °C was er weinig verschil tussen 1N en 2N; bij 18 °C was er weinig verschil tussen 0,5, 1 en 2N. De relatieve groeisnelheden voor de gehele groeiperiode waren bij 12 °C lager dan bij 18 °C bij vergelijking van de verschillende N-giften. Zowel bij 12 °C als bij 18 °C was de relatieve groeisnelheid in het begin van de groeiperiode het grootst.

Tabel 2: Relatieve groeisnelheid per spruit ($\text{g g}^{-1} \text{dag}^{-1}$) bij 12 en 18 °C en vier stikstofgiften.

temp.	periode	0N	0,5N	1N	2N
12 °C	27/4-14/5	0,0408	0,0616	0,0590	0,0626
12 °C	14/5-25/5	0,0452	0,0208	0,0335	0,0492
12 °C	25/5-8/6	0,0210	0,0306	0,0391	0,0200
12 °C	27/4-8/6	0,0354	0,0406	0,0457	0,0453
18 °C	6/4-27/4	0,0656	0,0758	0,0803	0,0940
18 °C	27/4-13/5	0,0268	0,0485	0,0479	0,0399
18 °C	13/5-25/5	0,0342	0,0365	0,0319	0,0313
18 °C	6/4-25/5	0,0452	0,0573	0,0579	0,0610

Drogestofverdeling

Fig. 2 toont, dat hoe ouder het blad en hoger de N-gift was, des te groter het drogestofgewicht van het blad was. Dit gold zowel voor 12° als voor 18 °C. Een uitzondering hierop vormden de vijf oudste bladeren (nr. 1 t/m 5). Deze bladeren waren zeer klein en stierven ook snel af. Vooral bij de twee hoogste N-giften was het drogestofgewicht van het blad van planten opgekweekt bij 12 °C hoog in vergelijking met planten van 18 °C. Evenals bij de relatieve groeisnelheden was er weinig verschil in drogestof per 5 bladeren tussen 1N en 2N bij 12 °C en tussen 0,5, 1 en 2 N bij 18 °C.

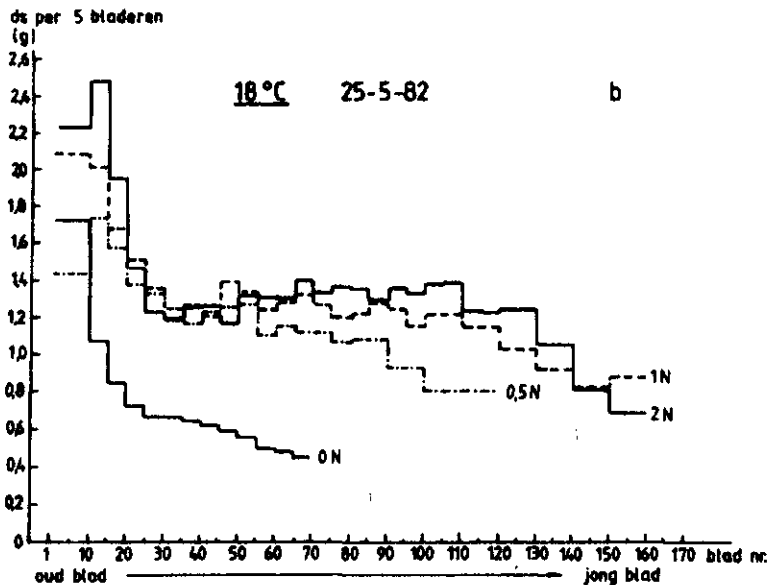
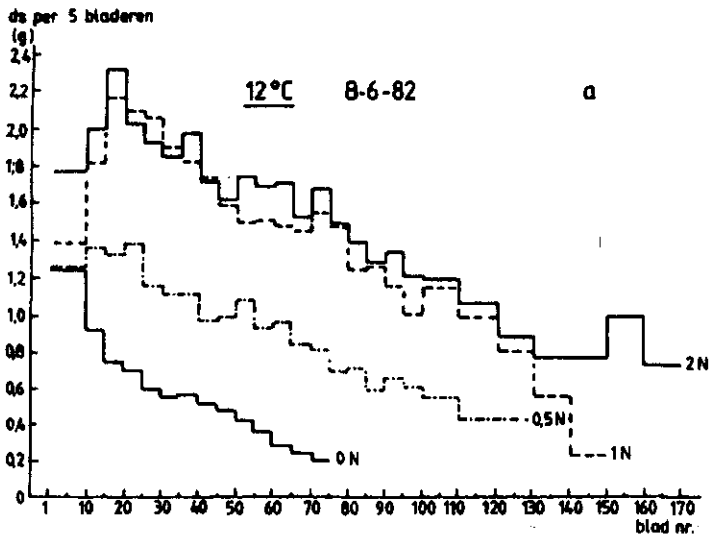


Fig. 2a en b: Het drogestofgewicht per 5 bladeren bij twee temperaturen en vier stikstofgiften, op de datum van de laatste oogst.

Nitraatgehalte en -hoeveelheid in het blad

Het nitraatgehalte van het blad werd bepaald per bladgroep van de vier stikstofgiften bij de laatste oogst, zowel bij 12 °C als bij 18°C. Daarnaast werd het nitraatgehalte bepaald van de bladgroepen van de hoogste N-gift bij de voorafgaande oogsten.

Fig. 3 toont de nitraatgehalten per bladgroep bij de laatste oogst van 12 en 18 °C. Bij een stikstofgift van 2 gN per plant bleken vooral de oudste bladeren (t/m nr. 10) het hoogste nitraatgehalte te hebben; in de rest van de krop was het nitraatgehalte bij 12 °C vrij constant, bij 18 °C veel minder. Verder bleek bij een opkweektemperatuur van 18 °C het nitraatgehalte bij de twee hoogste stikstofgiften aanmerkelijk hoger te liggen dan bij planten opgekweekt bij 12 °C. Bij 12 °C schommelde het nitraatgehalte vanaf het 10de blad tussen de 0 en 1 mg g⁻¹ ds, ongeacht de stikstofgift. Daarentegen was er bij 18 °C duidelijk verschil in nitraatgehalten te zien tussen de verschillende stikstofgiften. Vanaf het 10de blad was het nitraatgehalte bij 2N ongeveer 5 mg g⁻¹ ds; bij 1N ongeveer 1,5 mg g⁻¹ ds en bij 0,5N ongeveer 0,5 mg g⁻¹ ds.

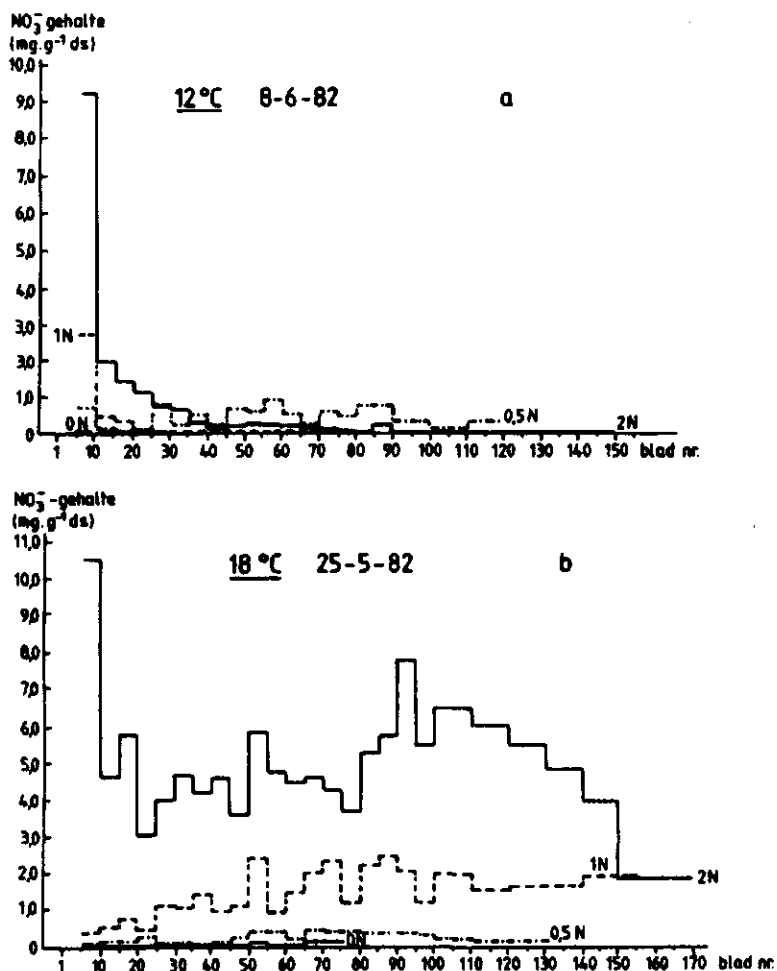


Fig. 3: Het nitraatgehalte per 5 bladeren bij twee temperaturen en vier stikstofgiften, op de datum van de laatste oogst.

Bij de laatste oogst was de hoeveelheid nitraat per plant het hoogst naarmate de stikstofgift hoger was (tabel 3). Dit bleek ook te gelden voor de hoeveelheid nitraat per kg vers materiaal. Een uitzondering hierop vormden de objecten 0,5 en 1N bij 12 °C. Bij een stikstofgift van 2 g N per plant was de hoeveelheid nitraat per kg vers materiaal bij de laatste oogst bij 12 °C en bij 18 °C respectievelijk 75 en 480 mg.

Tabel 3: De hoeveelheid nitraat (mg) per plant en per kg vers materiaal bij de laatste oogst bij twee temperaturen en vier stikstofgiften.

N-gift	mg NO ₃ ⁻ /plant		mg NO ₃ ⁻ /kg vers	
	12 °C	18 °C	12 °C	18 °C
0	1	1	5	10
0,5	10	7	45	24
1	7	54	19	141
2	34	212	75	480

Tabel 4 toont de verandering in nitraatgehalte van vers materiaal bij de hoogste stikstofgift gedurende de groeiperiode. Het nitraatgehalte nam af naarmate de planten ouder werden, zowel bij 12° als bij 18°C. Een uitzondering hierop vormden planten van de laatste oogst bij 18 °C. Het verschil in nitraatgehalte tussen 12 en 18 °C was bij de laatste oogst het grootst.

Tabel 4: De hoeveelheid nitraat (mg) per kg vers materiaal bij een stikstofgift van 2 g N per plant bij twee temperaturen op verschillende oogstdata.

datum	mg NO ₃ ⁻ /kg vers materiaal	
	12 °C	18 °C
6 april	--	1290
27 april	1262	830
13 mei	652	322
25 mei	393	480
8 juni	75	--

Fig. 4 geeft weer, dat bij de laatste oogst de nitraatopname en het nitraatgehalte per plant toenamen naarmate de stikstofgift hoger was, zowel bij 12 als bij 18°C. De toename was bij de twee hoogste stikstofgiften bij 18 °C aanzienlijk groter dan bij 12 °C.

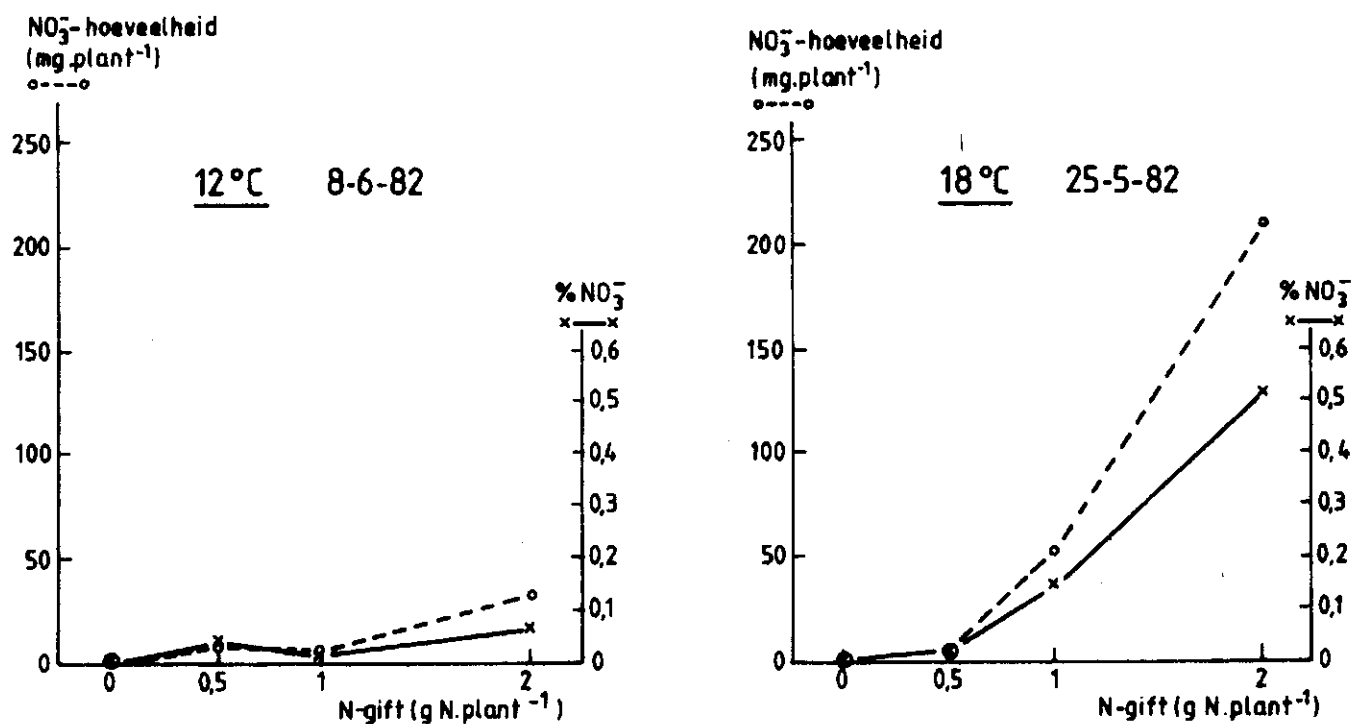


Fig. 4: De NO₃⁻-hoeveelheid en het NO₃⁻-gehalte van de plant bij twee temperaturen en vier stikstofgiften tijdens de laatste oogst.

N-totaal-gehalte en hoeveelheid in de plant (bovengronds)

Het totale N-gehalte (mg g⁻¹ds) bij de laatste oogst bij 12 en 18°C nam toe naarmate de stikstofgift hoger was (tabel 5). Een uitzondering vormde 0,5N bij 12 °C. Het N-gehalte lag bij 18 °C hoger dan bij 12 °C voor alle vier de stikstofgiften.

Tabel 5: Het N-totaal-gehalte (mg g⁻¹ds) en -hoeveelheid (mg) per plant bij de laatste oogst bij 12 °C en 18 °C en vier stikstofgiften.

N-gift g/plant	N-gehalte		N-hoeveelheid	
	12 °C	18°C	12 °C	18°C
0	9,5	11,4	79,8	112,7
0,5	16,2	15,7	358,1	424,4
1	14,3	17,7	546,5	643,1
2	14,9	19,0	701,3	775,9

Bij de laatste oogst was de opgenomen hoeveelheid N groter naarmate de stikstofgift hoger was. Hierbij was bij 18 °C de opname groter dan bij 12 °C (tabel 5). Verder bleek, dat zowel bij 12° als bij 18 °C de hoeveelheid opgenomen stikstof aanmerkelijk lager was dan de gegeven hoeveelheid stikstof. Het

N-rendement, berekend als $\frac{(N\text{-opname object}) - (N\text{-opname 0-object})}{N\text{-gift object}} \times 100\%$, bleek bij

18 °C iets hoger te zijn dan bij 12 °C (fig. 5). Het N-rendement bij de hoogste stikstofgift was voor beide temperaturen betrekkelijk laag. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door een te hoge bemesting waardoor gedurende de proefperiode de groei van de planten geremd kan zijn. De kieming van de zaden verliep bij de hoogste stikstofgift inderdaad iets trager in vergelijking met de andere bemestingsniveaus.

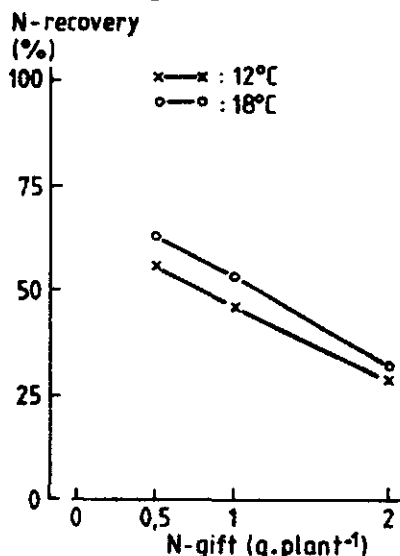


Fig. 5: Het N-rendement (%) bij 12 °C en 18 °C en vier N-giften bij de laatste oogst.

DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Hoewel de planten bij 12 °C in het begin een groeivertraging vertoonden waardoor de oogstdata veertien dagen verschoven werden, waren de drogestofopbrengsten bij 12 °C bij de eindoogst ongeveer gelijk aan die bij 18 °C. Zowel bij 12° als bij 18°C nam de drogestofproduktie toe naarmate de stikstofgift hoger was. De relatieve groeisnelheid over de gehele groeiperiode was bij 18 °C hoger dan bij 12 °C bij eenzelfde stikstofgift. Ook gold voor beide temperaturen dat deze relatieve groeisnelheid toenam bij toenemende stikstofgift.

Uit de drogestofverdeling is gebleken, dat hoe ouder het blad was en hoe hoger de stikstofgift des te groter het drogestofgewicht van het blad was. Een uitzondering hierop vormden ongeveer de vijf oudste bladeren. Deze waren namelijk relatief klein en stierven ook snel af. Het verschil in drogestof per vijf bladeren was klein tussen de stikstofgiften 1N en 2N bij beide temperaturen.

Bij de eindoogst bleek het nitraatgehalte per vijf bladeren vooral bij de oudste bladeren hoog te zijn. Dit is in overeenstemming met waarnemingen van Breimer (1982). Hij nam waar, dat oudere delen van de plant vaak rijker aan nitraat zijn dan de jongere delen. Bij een opkweektemperatuur van 18 °C was het nitraatgehalte van het blad hoger naarmate de stikstofgift hoger was. Bij 12 °C echter was het verschil in nitraatgehalte van het blad tussen de stikstofgiften aanzienlijk kleiner.

Volgens Breimer (1982) heeft de temperatuur zowel invloed op de nitraatopname in het gewas als op de nitraatreductie. Bij een verhoging van de temperatuur neemt zowel de nitraatreductie als de nitraatopname toe. Aanvankelijk neemt de opname sterker toe dan de reductie, echter na een bepaalde temperatuur is het juist andersom. Daarnaast bevordert een hoge temperatuur het vrijkomen van minerale stikstof uit de organische stof en de omzetting van ammonium in nitraat in de grond, waardoor het nitraataanbod wordt verhoogd.

In de praktijk vindt men nitraatgehalten in andijvie van gemiddeld 2000 tot 2500 mg NO_3^- per kg vers produkt (Bommeljé, 1982). In de proef bleek bij de eind oogst het hoogste nitraatgehalte 480 mg per kg vers produkt te zijn en wel bij een stikstofgift van 2 g pot^{-1} bij 18 °C. De hoeveelheid nitraat per kg vers produkt bij een stikstofgift van 2 g per plant daalde tijdens de groeiperiode, zowel voor 12 °C als voor 18 °C. Voor 12 °C was dit een daling van 1282 naar 75 mg NO_3^- per kg vers produkt en voor 18 °C van 1290 naar 480 mg NO_3^- per kg vers produkt. Volgens Aubert (1982) bevatten jonge planten meer nitraat dan oude, afgerijpte planten. Uit het N-rendement bleek, dat de stikstof in de grond bij de eind oogst bij geen van beide temperaturen volledig benut was. De oorzaak van de gevonden lage nitraathoeveelheden per kg vers materiaal in deze proef is niet duidelijk. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat er veel stikstof werd opgenomen door de wortels. Bij de eind oogst varieerden de wortelgewichten gemiddeld van 8 g drogestof bij ON tot 23 g drogestof per plant bij 2N voor 12 °C en van 4 g drogestof bij ON tot 12 g drogestof per plant bij 2N voor 18 °C. Het percentage N-totaal in de wortels was gemiddeld 1% bij 12 °C en 2% bij 18 °C, dus de totale hoeveelheid N in de wortels varieerde van ongeveer 65-250 mg per plant voor ON-2N bij de eind oogst. Deze N-hoeveelheden in de wortels zijn echter gering in vergelijking met het grote verschil tussen N-gift en N-opname bovengronds. Wel van grote invloed kan de factor licht zijn geweest. De reductie van nitraat is onder andere afhankelijk van de lichtintensiteit en de duur van de lichtperiode. Onder omstandigheden van weinig licht (najaar, winter) is daardoor over het algemeen het nitraatgehalte hoger dan bij veel licht (voorjaar, zomer). De proef is gestart in februari en liep door tot begin juni. In deze periode nam de hoeveelheid en de duur van de straling toe, waardoor de reductie van nitraat sneller verliep met als gevolg een lager nitraatgehalte in de planten. Om beter te kunnen aansluiten op gevonden nitraatgehalten uit de praktijk, zou de proef onder lichtarmere omstandigheden herhaald moeten worden. Een gunstige ontwikkeling in de nitraatproblematiek is dat steeds meer tuinders overstappen op substraatteelt. Dit betekent, dat de planten continu voorzien worden van een zo optimaal mogelijke bemesting. Enkele weken voor de oogstdatum kan de stikstofbemesting worden weggelaten. Hierdoor kan de plant geen stikstof meer opnemen met als gevolg dat de reeds opgenomen stikstof in de plant wordt verwerkt waardoor het nitraatgehalte in de plant laag wordt. Bij het telen van planten op grond gaat men uit van een stikstof (over)bemesting die een optimale gewasgroei geeft met als gevolg vaak een hoog nitraatgehalte in de plant, omdat de plant tot aan de oogst geen gebrek aan stikstof heeft.

SAMENVATTING

Bij een verlenging van de groeiperiode met ongeveer 14 dagen kan andijvie bij 12 °C eenzelfde drogestofproduktie bereiken als bij 18 °C. Voor beide temperaturen geldt, dat de drogestofproduktie toenam met toenemende stikstofgiften, evenals de relatieve groeisnelheden. Hoe hoger de stikstofgift en hoe ouder het blad, des te hoger het drogestofgewicht van het blad was. Een uitzondering hierop vormden ongeveer de vijf oudste bladeren; deze zijn namelijk klein en sterven snel af. Zowel bij 12 °C als bij 18 °C was er weinig verschil in mg drogestof per blad tussen een stikstofgift van 1 en 2 g per plant. Het nitraatgehalte per blad was bij de oudste bladeren het hoogst. Daarnaast was bij 18 °C het verschil in nitraatgehalte van het blad aanzienlijk groter tussen de verschillende stikstofgiften dan bij 12 °C. Gedurende de groeiperiode in het voorjaar neemt de hoeveelheid nitraat per kg vers produkt af als gevolg van toename in de hoeveelheid straling en duur van de stralingsperiode. Het probleem van nitraataccumulatie in bladgroenten ontstaat in de praktijk dan ook onder lichtarmere omstandigheden dan in deze proef het geval was.

LITERATUUR

Aldershof, W.G.: Nitraat in groenten en onze gezondheid.

Bedrijfsontwikkeling 13 (1982), 273-280.

Aubert, C.: Wie kann man nitratarmes Gemüse ernten? Garten organisch no. 1 (1982), 10-12.

Bommeljé, S.: Nitraatgehalten in groentegewassen. Bedrijfsontwikkeling 13 (1982), 280-283.

Breimer, T.: Normen voor het nitraatgehalte van bladgroenten. Bedrijfsontwikkeling 13 (1982), 283-286.