

Stikstofbemesting van broccoli op zavelgrond

Nitrogen fertilization of calabrese at a sandy clay soil

ir. K.J. Osinga, ROC Kollumerwaard

Inleiding

Voor broccoli wordt voor de teelt op zavel- en kleigronden een basisbemesting van 250 kg N per ha - N-mineraal en een bijbemesting van 50 kg N per ha (Everaarts, 1993) geadviseerd.

In navolging van andere gewassen wordt getracht een N-bijmeststelsel (NBS) te ontwikkelen, waarbij de teler kan inspelen op het gedrag van stikstof in de bodem (bijvoorbeeld mineralisatie, uitspoeling). Hierdoor kan overbodig bemesten voorkomen worden en op de behoefte van het gewas worden ingespeeld. Gedurende de jaren 1991-1993 is op de proefboerderij Kollumerwaard onderzoek gedaan naar stikstofbemesting van broccoli op zavelgrond.

Materiaal en methode

Tabel 67 geeft een overzicht van de belangrijkste onderzoeksgegevens. De teelten hebben plaatsgevonden op een jonge, kalkrijke poldergrond.

Na het eerste jaar is conform de praktijk gekozen voor een rijenafstand van 75 cm, hetgeen gepaard ging met een lager plantgetal per ha. De schermen zijn steeds geoogst met een diameter van 9-14 cm en een stengellengte van 16 cm. Bij de oogst is ondermeer de schermstevigheid beoordeeld. Er is gesorteerd op kwaliteit volgens de normen van het CBT.

De behandelingen bestonden uit verschillende basisbemestingsniveaus en bijbemestingsniveaus. De basisbemesting (met KAS) is steeds afgestemd op de N-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm. De bijbemesting (ongeveer vijf weken na het planten, met KS) is afgestemd op de N-voorraad in de bewortelde bodemlaag. De bewortelde diepte was in alle proeven gemiddeld 60 cm.

In tabel 68 zijn de verschillende bemestingstrategieën vermeld die zijn toegepast in de proeven. Hierbij is aangegeven: de streefwaarden van bemesting, de gevonden N-mineraalwaarden en de hoeveelheid

stikstof die in werkelijkheid is gegeven.

De neerslaghoeveelheden ten tijde van de proeven waren (in mm):

	1991	1992	1993
mei	30	55	
juni	110	45	44
juli	30	38	114
aug.		90	102
sept.		40	122

Vooraf in 1993 heeft de neerslag waarschijnlijk voor enige uitspoeling van stikstof gezorgd. De neerslag in 1993 was als volgt verdeeld over de proefperiode:

28 - 6 (bemonstering)	5 - 7 (eerste N-gift)	: 0.2 mm
6 - 7	-12 - 7 (plantdatum)	: 7.3 mm
13 - 7	-17 - 8 (bemonstering)	: 171.8 mm
18 - 8	-25 - 8 (tweede N-gift)	: 30.8 mm
26 - 8	-19 - 9 (gemid. oogst)	: 60.4 mm
20 - 9	-24 - 9 (bemonstering)	: 4.1 mm

Er zijn gewasanalyses uitgevoerd.

Resultaten

Stikstofbodemvoorraad-bemonsteringen

In 1991 bleek uit de analyses van bemonsteringen tijdens de teelt dat de stikstofvoorraad in de bewortelde zone aanzienlijk was (tabel 68). Hierdoor konden de geplande N-bijmestniveaus niet gerealiseerd worden. Daarom is in 1992 gekozen voor grotere verschillen tussen de geplande N-niveaus. In 1992 was de N-voorraad in de bewortelde zone vier weken na het planten echter zeer groot, waardoor de bijbemesting slechts in één object kon worden uitgevoerd. Uit herbemonsteringen, die twee weken later werden uitgevoerd, bleek dat de N-voorraad met ongeveer 150 à 200 kg was afgenomen.

De afname van de bodemvoorraad N in de periode van 17 augustus (tijdstip bijbemesting) tot 30 september (einde oogst) varieerde van 200 kg bij het O-object tot 500 kg bij object H (130 + 220 kg N per ha).

Tabel 67. Overzicht van percelen- en proefgegevens van het onderzoek naar stikstofhemesting bij broccoli (Kollumerwaard, 1991-1993).

	1991	1992	1993
organische stof ¹⁾	: 4,0	2,1	2,9
% afslibbaar	: 21,0	22,1	29,0
pH-KCl ¹⁾	: 7,3	7,4	7,3
MgO-NaCl ¹⁾	: -	91	-
P ₁ ¹⁾	: 35	20	25
K-getal ¹⁾	: 25	17	19
N-mineraal (kg/ha)	: 50 (0-30 cm)	25 (0-30 cm), 26 (30-60)	62 (0-30 cm), 47 (30-60 cm)
voorvrucht	: suikerbieten	suikerbieten	poolaardappelen
rassen	: Emperor	Emperor	Emperor
plantatstand	: 45 bij 50 cm (44.400 pl. per ha)	75 bij 35 cm (38.000 pl./ha)	75 bij 40 cm (33.300 pl./ha)
plantdatum	: 21 mei	9 juli	12 juli
P/K-bemesting	: 245 kg P ₂ O ₅ ; 300 kg K ₂ O	140 kg P ₂ O ₅ ; 180 kg K ₂ O	75 kg P ₂ O ₅ ; 300 kg K ₂ O
gewasbescherming	: 0,1 ml/plant chloorpyrifos (Dursban) 10 kg/ha Ziram (AA protect)	0,1 ml/plant chloorpyrifos (Dursban) 0,2 l/ha permethrin (Ambush)	0,1 ml/plant chloorpyrifos (Dursban)
onkruidbestrijding	: aangevaard en met de hand geschoffeld	aangevaard en met de hand geschoffeld	aangevaard en met de hand geschoffeld
beregend (±15 mm)	: 22 mei	9 juli	-
datum N-bijbemesting	: -	17 augustus	25 augustus
oogst	: 19 - 22 juli	14-28 september	17-24 september
proefopzet	: gewarde blokkenproef	gewarde blokkenproef	gewarde blokken
aantal herhalingen	: drie	drie	drie
veldjesgrootte	: bruto 22,5 m ² , netto 7,9 m ² (35 planten)	bruto 22,5 m ² ; netto 7,5 m ² (30 planten)	bruto 24,0 m ² , netto 10,8 m ² (36 planten)

¹⁾ Bemonssterd in de bodemiaag 0 - 21 cm, op 26-9-1988, 17-3-1992 en 30-8-1991 voor de drie proeven respectievelijk.

Tabel 68. Verschillende methoden van stikstofbemesting van broccoli: geplande en werkelijke stikstofgiften in onderzoek, en gevonden N-mineraal-waarden tijdens en na de proeven. Alle hoeveelheden zijn weergegeven in kg per ha (Kollumerwaard, 1991-1993).

Kollumerwaard, 1991 (N-mineraal (0-30) voor het planten was 50 kg per ha)

object	basisbemesting geplande gift	werkelijke gift	N-mineraal (0-60 cm) voor bijbemesting	bijbemesting geplande gift	werkelijke gift	N-mineraal na teelt
A	0 kg	0	101 a ¹⁾	0	0	-
B	80 kg - N-mineraal	30	134 b	110 kg - N-mineraal	0	-
C	80 kg - N-mineraal	30	134 b	140 kg - N-mineraal	0	-
D	100 kg - N-mineraal	50	134 b	110 kg - N-mineraal	0	-
E	100 kg - N-mineraal	50	134 b	140 kg - N-mineraal	0	-
F	120 kg - N-mineraal	70	168 c	110 kg - N-mineraal	0	-
G	120 kg - N-mineraal	70	168 c	140 kg - N-mineraal	0	-

Kollumerwaard, 1992 (N-mineraal (0-30) voor het planten was 25 kg per ha)

A	0	0	213 a	0	0	0 a
B	100 kg - N-mineraal	75	350 bc	180 kg - N-mineraal	0	0 a
C	100 kg - N-mineraal	75	311 b	220 kg - N-mineraal	0	3 a
D	100 kg - N-mineraal	75	381 bc	260 kg - N-mineraal	0	5 a
E	130 kg - N-mineraal	105	392 bc	180 kg - N-mineraal	0	14 a
F	130 kg - N-mineraal	105	417 c	220 kg - N-mineraal	0	5 a
G	130 kg - N-mineraal	105	445 cd	260 kg - N-mineraal	0	5 a
H	130 kg - N-mineraal	130	535 d	220	220	224 b

Kollumerwaard, 1993 (N-mineraal (0-30) voor het planten was 62 kg per ha)

A	0	0	62 a	0	0	23 a
B	70 kg - N-mineraal	8	78 a	180 kg - N-mineraal	102	17 a
C	70 kg - N-mineraal	8	73 a	220 kg - N-mineraal	142	23 a
D	100 kg - N-mineraal	38	84 a	180 kg - N-mineraal	96	28 a
E	100 kg - N-mineraal	38	67 a	220 kg - N-mineraal	153	45 a
F	130 kg - N-mineraal	68	84 a	180 kg - N-mineraal	96	17 a
G	130 kg - N-mineraal	68	78 a	220 kg - N-mineraal	142	23 a
H	220 kg - N-mineraal	158	112 b	0	0	45 a

¹⁾ Verschillende letters per kolom per jaar betekent dat de bijbehorende cijfers niet met tenminste 95% betrouwbaarheid verschillen volgens de LSD toets.

De neerslag in de maanden augustus en september was ± 130 mm, een min of meer normale hoeveelheid.

In 1993 konden de geplande N-niveaus wel worden bereikt. De hoeveelheid stikstof die tijdens de teelt uit de bewortelde bodemlaag verdween, was min of meer gecorreleerd aan de hoeveelheid bemeste stikstof.

Opbrengst en kwaliteit

In 1991 werd een koude juni gevolgd door een warme periode gedurende de oogst. Hierdoor was de gewasomvang gering en de opbrengst relatief laag (tabel 69). Het gemiddelde percentage geoogste

schermen was 93,2% en niet significant verschillend tussen de objecten, al was in de niet bemeste perceeltjes het percentage uitval iets hoger dan in de bemeste perceeltjes.

De opbrengst, scherm- en stengeldiameter waren positief gecorreleerd met de hoogte van de basisgift. Er werd geen optimum gevonden. De stikstofbemesting had geen duidelijke invloed op de vroegheid en op het oogstpercentage.

In 1992 verschilde alleen de opbrengst van het 0-object significant van die van de andere objecten (tabel 70). Een bijbemesting van 220 kg leverde een niet-significante opbrengst daling op ten opzichte van de objecten waar alleen een basisbemesting was uitgeoerd. Deze opbrengstverschillen kwamen voort

Tabel 69. Opbrengsten, gemiddelde scherm diameter, gemiddelde stengeldiameter en gemiddeld schermgewicht van broccoli bij verschillende stikstofgiften (Kollumerwaard, 1991). Zie ook tabel 68.

object	werkelijke gift kg N/ha totaal	opbrengst per ha (ton/ha)	gemiddeld gewicht (g)	gemiddelde scherm diameter (cm)	gemiddelde stengeldiameter ¹⁾ (cm)
A	0 + 0	4,4	113	8,7	2,7
B	30 + 0	5,0	120	8,9	2,8
C	30 + 0	5,2	124	8,8	2,8
D	50 + 0	5,2	124	8,8	2,9
E	50 + 0	5,4	130	9,0	2,8
F	70 + 0	5,8	136	9,3	3,0
G	70 + 0	5,9	143	9,1	3,0
gemiddeld		5,4	127	8,9	2,9
LSD ($\alpha=0,05$)		0,5	8	0,4	0,2

¹⁾ Gemeten aan het snijvlak.

Tabel 70. Opbrengst, kwaliteit, gewaskarakteristieken en het verloop van de stikstofvoorraad bij verschillende stikstofgiften in broccoli (Kollumerwaard, 1992). Zie ook tabel 68.

object	werkelijke gift kg N/ha totaal	opbrengst per ha (ton/ha)	gem. gew. (g)	gem. diameter (cm)	aantal bladeren ¹⁾	aantal zijscheuten ²⁾	hoogte plant ³⁾ (cm)	aantal hol (%)	toe-/afname stik- stofvoorraad (0-60)	
									8-7 tot 4-8 kg N/ha	4-8 tot 30-9 kg N/ha
A	0 + 0	7,0	184	10,5	13,4	3,6	26,8	0,0	95	-213
B	75 + 0	7,9	209	11,0	14,9	8,2	29,1	0,0	112	-350
C	75 + 0	8,7	223	11,2	14,5	7,5	28,7	1,0	76	-327
D	75 + 0	8,4	213	11,0	14,8	8,5	30,1	0,0	135	-392
E	105 + 0	9,4	248	11,8	14,6	6,8	29,5	3,3	133	-379
F	105 + 0	8,8	228	11,1	14,8	7,7	29,3	2,2	132	-412
G	130 + 0	8,9	228	11,5	14,9	7,4	28,8	0,0	166	-439
H	130 +220	8,4	218	11,2	15,6	8,5	29,7	3,3	202	-531
gemiddeld		8,4	219	11,2	14,7	7,3	29,0	1,3	131	-380
LSD ($\alpha=0,05$)		1,3	37	0,6	1,0	2,9	2,0	n.s.	n.s.	86

¹⁾ Aantal bladeren groter dan ongeveer 1 cm² enkele dagen voor de oogst.

²⁾ Aantal zijscheuten langer dan ongeveer 1 cm enkele dagen voor de oogst.

³⁾ Planthoogte is gemeten tot bovenkant scherm.

uit verschillen in het gemiddelde schermgewicht. Het percentage geoogste schermen verschilde niet duidelijk tussen de objecten. Er was geen duidelijke invloed van stikstofbemesting op de vroegheid. Bij bestudering van een aantal gewaskarakteristieken blijkt dat met name het 0-object significant achterbleef bij de bemeste objecten. Bij het hoogste stikstofniveau was de gewasomvang relatief groot. Bij het 0-object was het gewas duidelijk lichter van kleur dan bij de bemeste objecten. De schermen van object H (130 en 220 kg N per ha bemest) waren significant donkerder van kleur dan die van de overige

objecten.

Hoewel de geplande bijmestniveaus gerealiseerd konden worden, was er in 1993 alleen een duidelijke invloed van de basis-bemestingsniveaus op de marktbaar opbrengst (tabel 71). Bij een basisbemesting van 70 kg N - N-mineraal, gaf een bijbemesting van 220 kg - N-mineraal een hogere opbrengst dan een bijbemesting van 180 kg - N-mineraal. Bij een hogere basisbemesting had de bijbemesting binnen het traject van de proef geen duidelijke invloed op de opbrengst. Bij basisbemesting per ha van 70 kg N -

Tabel 71. Marktbaar opbrengst, gemiddeld schermgewicht, schermstevigheid, vroegheid en het verloop van de bodem-stikstofvoorraad bij verschillende stikstofgiften in broccoli (Kollumerwaard, 1993). Zie ook tabel 68.

object	werkelijke gift kg N/ha totaal	opbrengst per ha (ton/ha)	gem. gew. (g)	scherm- stevigheid 1)	gem. oogstdatum 2)	toe- of afname stikstofvoorraad (0-60)	
						5-7 tot 17-8 kg per ha	17-8 tot 24-9 kg per ha
A	0 + 0	7,3	233	6,8	70	-47	-39
B	8 +102	7,6	240	6,6	70	23	-163
C	8 +142	8,3	251	6,8	70	17	-197
D	38 + 96	8,5	260	6,6	69	-2	-152
E	38 +153	8,4	256	6,7	69	-19	-175
F	68 + 96	8,7	271	6,8	68	-32	-163
G	68 +142	8,7	277	6,7	68	-37	-197
H	158 + 0	8,8	278	6,9	68	-94	-67
gemiddeld		8,3	258	6,7	69	24	-144
LSD ($\alpha=0,05$)		0,8	20	n.s.	0,7	26	50

1) 9 = zeer stevig; 1 = niet stevig.

2) Aantal dagen na het planten.

N-mineraal was de gemiddelde opbrengst lager dan bij 130 kg N - N-mineraal.

Een eenmalige N-bemesting vóór het planten leverde een relatief goede opbrengst.

Een hoge N-bemesting resulteerde in een geringe, maar significante vervroeging. De N-bemesting had geen duidelijke invloed op de kwaliteit (schermstevigheid, holle stronken) en de percentages boorders en uitgevallen planten. De gewaskleur was alleen bij het 0-object duidelijk afwijkend, namelijk lichter dan bij de overige objecten.

Discussie en conclusies

De hoge stikstofvoorraad in de bewortelde bodemlaag gedurende de teelt hebben in het onderzoek een vervlakkende invloed gehad op de resultaten. Waarschijnlijk is veel van de gevonden stikstof vrijgekomen door mineralisatie. Dat heeft het moeilijk gemaakt om de geplande stikstofniveaus in de bewortelde bodemlaag te realiseren. Alleen in 1993 lukte dit volledig. Daarom is het lastig om harde conclusies te trekken uit dit onderzoek, om zodoende tot goede aanbevelingen te komen voor de praktijk. Om stikstof efficiënt en effectief te kunnen bemesten, is het noodzakelijk om kennis te hebben van deze mineralisatie.

Stikstofbemesting van broccoli op zavelgrond leidt tot verhoging van de gewichtsoopbrengst per ha, namelijk

door zwaardere schermen. Het kan in sommige jaren leiden tot een geringe vervroeging. In het hier besproken onderzoek kon geen duidelijk relatie tussen N-bemesting en kwaliteit (holle stengels, schermstevigheid) worden vastgesteld. Bij het hoogste N-niveau van de proef van 1992 was de schermkleur relatief donker. De relatief lichte gewaskleur in de 0-veldjes leidde niet tot een duidelijk slechtere kwaliteit.

Bij zeer hoge N-niveaus in de bewortelde bodemlaag, zoals in 1992, werd bij additionele N-bemesting geen opbrengstverhoging meer verkregen. Bemestingen na de teelt duiden hier op een grote afname van de stikstofbodemvoorraad tijdens de tweede helft van de teelt, bij normale neerslagcijfers in deze periode. De stikstof die halverwege de teelt in de bewortelde bodemlaag aanwezig was, zou derhalve grotendeels moeten zijn opgenomen door het gewas. De gewasomvang en het aantal bladeren en zij-scheuten waren inderdaad relatief groot bij de hoogste N-bemestingen. Dat duidt op een zekere 'luxconsumptie'. De gevonden afname van de stikstofbodemvoorraad tijdens de proef van 1993 laat een correlatie zien met het N-bemestingsniveau. Omdat geen gewasanalyses zijn uitgevoerd, kunnen geen werkelijke N-opnamecijfers worden gepresenteerd.

Omdat voorgaand onderzoek heeft uitgewezen dat een normaal gewas broccoli ongeveer 200 kg N per ha opneemt (Everaarts, 1993), kan de grote afname van de stikstofvoorraad in de bewortelde bodemlaag

gedurende de tweede helft van de teelt in 1992 maar ten dele worden toegeschreven aan opname door het gewas. Gezien de neerslagcijfers heeft uitspoeling hierbij ook maar een beperkte rol gespeeld. Een deel van de stikstof kan zijn 'verdwenen' door immobilisatie en denitrificatie, maar bewijzen hiervoor kunnen niet worden geleverd.

Op basis van de resultaten van 1992 en 1993 kan worden geconcludeerd dat een basisbemesting van 130 kg N - N-mineraal per ha een goed advies lijkt voor de teelt van broccoli. Een lagere N-bemesting leidde in beide jaren tot opbrengstderving, ongeacht de hoogte van de bijmestgift.

Het bijbemestingsniveau kon alleen in 1993 goed worden getoetst. Bij een basisbemesting van 130 kg-N-mineraal lijkt een bijbemesting van 180 kg-N-mineraal tot een goede opbrengst te kunnen leiden. Bij een lagere basisbemesting gaf 220 kg-N-mineraal echter een hogere opbrengst dan 180 kg-N-mineraal, maar opbrengsten zoals bij een basisbemesting van 130 kg-N-mineraal werden niet gehaald.

Een eenmalige gift van 220 kg - N-mineraal per ha vóór de teelt leidde in 1993 tot een relatief hoge opbrengst. Het is echter de vraag of deze bemestingstrategie geadviseerd moet worden, omdat broccoli vooral in de tweede helft van de teelt stikstof opneemt. Tot dan bestaat er kans op uitspoeling, vooral op lichte gronden, waardoor alsnog moet worden bijbemest.

In het hier besproken onderzoek is steeds ongeveer vijf weken na het planten bijbemest. Als, zoals in Duitsland (Scheunemann en Gutezeit, 1993), groeien ontwikkelingsstadium worden gebruikt als parameter voor de bijbemestingstrategie, zal bij vroege en late teelten langer kunnen worden gewacht met bijmesten.

Het is de vraag of telers voor een teelt van broccoli de bodem-stikstofvoorraad twee maal moeten bemonsteren, zoals in het hier besproken onderzoek gedaan werd. Misschien kan worden volstaan met een vaste basisgift gevolgd door een bijmesting op basis van grondonderzoek.

Uit ander onderzoek is gebleken dat bij hoge N-niveaus schermen gevoeliger kunnen zijn voor schermrot (*Pseudomonas fluorescens*) (Everaarts, 1992). Omdat in het hier besproken onderzoek geen schermrot is 'waargenomen', kunnen hierover geen uitspraken worden gedaan.

Samenvatting

In de periode 1991-1993 is op ROC Kollumerwaard onderzoek gedaan naar stikstofbemesting van broccoli op jonge zavelgrond. Tijdens de proeven werden grote voorraden stikstof in de bewortelde bodemlaag gevonden. De marktbaar opbrengst was positief gecorreleerd met de stikstofbemesting. Bij zeer hoge N-bodemvoorraden werd de marktbaar opbrengst niet beïnvloed, maar de gewasomvang en -ontwikkeling wel. Een duidelijke invloed op schermkwaliteit werd niet gevonden.

Bij een basisbemesting van 130 kg - N-mineraal per ha was er geen duidelijk opbrengstverschil tussen bijmestgiften van 180 en 220 kg - N-mineraal per ha. Bij een lagere basisgift had de bijbemesting wel invloed op de opbrengst, maar de opbrengsten waren suboptimaal.

De stikstofvoorraad in de bewortelde bodemlaag na de teelt verschilde niet duidelijk tussen de objecten. Er treedt derhalve 'luxe-consumptie' op, maar een deel van deze stikstof kan als gevolg van andere processen zijn 'verdwenen'.

De geadviseerde stikstofbemesting van broccoli zou zich bij een vaste, beperkte basisbemesting kunnen richten op optimalisering van de bijbemesting. Voor deze bijbemesting zou de N-voorraad in de bewortelde zone gemeten moeten worden. Zo kan goed worden ingespeeld op bodemprocessen waaraan stikstof onderhevig is.

Literatuur

Everaarts, A.P. e.a. Teelt van broccoli, PAGV-teelthandleiding nr. 54, p. 16-17 en p. 33-35 (1993).

Everaarts, A.P. Voldoende stikstof, in: Effect stikstofgift beperkt bij schermrot, Groenten en Fruit/Vollegroondsgroente 2, 38, p. 7 (1992).

Floot, H.W.G. Stikstofbijmeststelsel (NBS), Proefveldverslag 1991 voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland, Stichting Praktijkonderzoek Noordelijke Akkerbouw, p. 101-103 (1992).

Osinga, K.J. Stikstofbijmeststelsel (NBS) bij broccoli, Proefveldverslag 1992 voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland, Stichting Praktijkonderzoek Noordelijke Akkerbouw, p. 144-146 (1993).

Osinga, K.J. Stikstofbijmeststelsel (NBS) bij broccoli, Proefveldverslag 1993 voor de klei-akkerbouw in Groningen en

Summary

The nitrogen fertilization of calabrese on young marine sandy clay with high lime content was studied during 1991-1993 at the regional research station Kollumerwaard.

The trial comprised a split N supply, namely several N-fertilizer rates per ha applied ahead of the culture (limy ammonia saltpetre used), and supplementary fertilization about five weeks after planting (limy saltpetre used). The cultivar 'Emperor' was used for this experiment.

Due to the high amount of N mineralized from organic matter, it was difficult to reach the planned N-levels in the rooted soil. Planned supplementary fertilization levels could only be obtained in 1993.

An optimal N fertilization of 130 kg minus N-min. per ha at planting was found in 1993. For 'Emperor', an optimal supplementary N fertilization rate could be 180 kg minus N-min. per ha, because 220 kg - N-min. does not seem to affect yield and stem quality. Applying 70 kg N minus N-min. per ha at planting depressed yield in comparison to 130 kg N-N-min. This could not be restored by a relatively high supplementary fertilization.

Applying a total amount of 220 kg N - N-min. per ha at once at planting resulted in a relatively high yield in 1993. It seems however to be less advisable to fertilize the total amount of N before planting, because there is always a chance that a part of it will leach out, due to rainfall.

An influence of N supply on fresh, marketable yield was found, but the amount of nitrogen applied did not correlate to head quality (e.g. head tightness and stem hollowing).

At high N-levels in the rooted soil layer, the size and colour of leaves were clearly enhanced by nitrogen fertilization, but marketable yield was not increased. In the Netherlands, this is perceived as a general problem in outdoor vegetables, as the take up of nutrients is often substantially higher than what is harvested.

The N-min.-rest in the rooted soil layer after harvest was less than 45 kg per ha, more or less independent of the amount of nitrogen applied. Only in 1992, at an exceptional high rate of nitrogen, the N-min.-rest in the rooted soil layer was 224 kg per ha.

*It is known that at a high nitrogen application rate, calabrese is more susceptible to head rot caused by *Pseudomonas fluorescens*, but this could not be concluded from the results obtained in these trials. It is suggested to develop a system with a moderate low nitrogen gift at planting and an additional gift during the season according the result of soil analysis.*